C P R M
BIBLIOTECA
REL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

Execução pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM
Superintendência Regional de Recife, Residência de Fortaleza, em Convênio com o
Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM

CATARINA

FOLHA SB.24–Y–B–II

– ESTADO DO CEARÁ –

TEXTO EXPLICATIVO

ORGANIZADO POR

Marcelo de Freitas Medeiros
José Carvalho Cavalcante
Ebenézer Moreno de Souza

BRASÍLIA

1993

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Paulino Cícero de Vasconcellos
Ministro de Estado

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
Luiz André Rico Vicente
Secretário

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL – DNPM

Elmer Prata Salomão
Diretor

Otto Bittencourt Netto
Coordenador de Geologia e Produção Mineral

Benedicto Waldir Ramos
Chefe da Divisão de Geologia

Ronald Márcio Rezende
Chefe da Divisão da Produção *Mineral*

Benedicto Waldir Ramos
Chefe do Serviço de Cartografia e Informação Geológica

Emanuel Teixeira de Queiroz
Chefe do Serviço de Exploração Mineral e Metalogenia

Iran Ferreira Machado
Coordenador de Economia e Tecnologia Mineral

Frederico Lopes Meira Barbosa
Chefe da Divisão de Planejamento e Economia Mineral

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM

Carlos Oití Berbert
Presidente

Hermes Augusto Verner Inda
Diretor de Geologia e Recursos Hídricos

Antonio Juarez Milmann Martins
Diretor de Recursos Minerais

Fábio César Condé Rocha
Diretor de Administração e Finanças

Giuseppina Giaquinto de Araújo
Superintendente de Desenvolvimento Tecnológico

Augusto Wagner Padilha Martins
Superintendente de Planejamento, Informática e Métodos

Cladis Antônio Pressotto
Superintendente Regional de Porto Alegre

Luíz Sguissardi do Carmo
Superintendente Regional de São Paulo

Osvaldo Castanheira
Superintendente Regional de Belo Horizonte

João de Castro Mascarenhas
Superintendente Regional de Recife

Fernando Pereira de Carvalho
Superintendente Regional de Manaus

José Carlos Vieira Gonçalves da Silva
Superintendente Regional de Salvador

Odair Olivatti
Superintendente Regional de Goiânia

Xafi da Silva Jorge João
Superintendente Regional de Belém

Atahualpa Valença Padilha
Chefe do Departamento de Geologia

REL
2234

CATARINA

FOLHA SB.24–Y–B–II

ESCALA 1:100.000

CPRM – DIOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório nº 2234
N.º de Volumes: 1 V:
PHL - 011266

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL
ESCALAS 1:250.000 - 1:100.000 - 1:50.000
(período 1985 – 1989)

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

COORDENAÇÃO NACIONAL DO PROGRAMA

Carlos Oití Berbert

SUPERVISÃO TÉCNICA NACIONAL
Carlos Schobbenhaus
Emanuel T. de Queiroz

COLABORAÇÃO
Gilberto Ruy Derze
Cláudio Hecht

SUPERVISÃO TÉCNICA REGIONAL

Ronaldo Mossmann
(Porto Alegre)

Ricardo Motta Strieder
(São Paulo)

Antonio da Silva Wirz Leite
(Belo Horizonte)

Alarico Antonio F. Mont'Alverne
(Recife)

Taylor Araújo Collier
(Belém)

Armando da Silva Neiva
(Goiânia)

Hélio Pinto da Silva
(Salvador)

José R. de Magalhães Franco
(Manaus)

Pierluigi Tosatto
(Rio de Janeiro)

Fernando A. da Costa Roberto
(Fortaleza)

João Awdziej
(Florianópolis)

Jair de Freitas
(Cuiabá)

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

COORDENAÇÃO NACIONAL DO PROGRAMA

Hermes Augusto Verner Inda

COORDENAÇÃO-GERAL
Valter José Marques

ASSESSORIA ESPECIALIZADA
Jurema Ferreira da Silva

COORDENAÇÕES TEMÁTICAS

NACIONAL

Metalogenia
Inácio de Medeiros Delgado
Geoquímica
Raymundo J. Portella Brim
Geofísica
Ricardo M. de Vasconcellos
Petrologia
Emiliano Cornélio de Souza
Treinamento
Eduardo Camozzato
Cartografia Digital
João B. de Vasconcellos
Processamento de Dados
Gilberto Guimarães da Vinha
Bases de Dados
Ernesto von Sperling

Cartografia
Célio Lima de Macedo
Manoel Leite de Sá
Editoração
Afonso Lobo
Sensoriamento Remoto
Sérgio M. S. Guerra
Estratigrafia
Amadeu Paiva Santos
Geologia Estrutural
Atahualpa V. Padilha
Análises Minerais
Vania N. de Araujo Mello
Biblioteca
Tânia R. B. de M. Freire

SUPERINTENDÊNCIA DE RECIFE

Coordenador Regional
Marinho Alves da Silva Filho
Petrologia
Edilton José dos Santos
Geologia Estrutural
Helton Heleri Falcão Torres
Metalogenia
Judson da Cunha e Silva
Geoquímica
Carlos Alberto Cavalcante LIns
Geofísica
Roberto Gusmão de Oliveira
Cartografia
Marina Nóbrega
Biblioteca e CArtografia
Dalvanize Bèzerril
Informática
Aroldo Alves de Mello

RESIDÊNCIA DE FORTALEZA

Coordenador
José Carvalho Cavalcante
Petrografia
Iaponira de Oliveira Paiva
Geologia Estrutural
Francisco Edson M. Gomes
Metalogenia
Antonio Maurilio Vasconcelos
Geoquímica
Sérgio João Frizzo
Geofísica
José Carlos Rodrigues
Petrologia
José Alberto Ribeiro
Biblioteca e Cartografia
Rosário de F.G.C. Gomes
Informática
Homero Coelho Benevides
Sensoriamento Remoto
Fernando da Silva Prado

Os créditos acima referem-se à época da execução do mapeamento das folhas desta publicação.

CRÉDITOS DE AUTORIA

TEXTO EXPLICATIVO:

PARTE I

Capítulo 1	Ebenézer Moreno de Souza,
	José Carvalho Cavalcante
	Sérgio João Frizzo
	José Carlos Rodrigues

PARTE II

Capítulo 1	José Carvalho Cavalcante
Capítulo 2	Ebenézer Moreno de Souza
	Marcelo de Freitas Medeiros
	José Carvalho Cavalcante
	Carlos Alberto Cavalcante Lins (subitens 2.7.3)
	Emiliano Cornélio de Souza (subitem 2.7.4)
Capítulo 3	Mário José Metelo (aerogeofísica)
	José Carlos Rodrigues
	Roberto Gusmão de Oliveira
Capítulo 4	José Carvalho Cavalcante
Capítulo 5	Sérgio João Frizzo
Capítulo 6	Inácio de Medeiros Delgado
	Hermanilton Azevedo Gomes
	Marcelo de Freitas Medeiros
Capítulo 7	Marcelo de Freitas Medeiros

PARTE III

Capítulos 1 e 2	José Carvalho Cavalcante
Capítulo 3	Marcelo de Freitas Medeiros

CARTAS:

Geológica:
José Carvalho Cavalcante
Marinho Alves da Silva Filho

Metalogenético-Previsional:
Inácio de Medeiros Delagado
Antonio Carlos Motta
Roberto Gusmão de Oliveira
José Carlos Rodrigues

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO
Fernando A. da Costa Roberto
DNPM/Fortaleza

Coordenação editorial a cargo do
Núcleo de Edições Técnicas – NUTEC
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM

MEDEIROS, Marcelo de Freitas

Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Catarina Folha SB.24-Y-B-II. Estado do Ceará. Escala 1:100.000. Org. por Marcelo de Freitas Medeiros, José Carvalho Cavalcante e Ebenézer Moreno de Souza. Brasília, DNPM/CPRM, 1993.

200 p. il., 2 mapas (in bolso). 29,5cm.

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais através de convênio com o Departamento Nacional da Produção Mineral.

1. Geologia – Ceará – Mapas I. Cavalcante, José Carvalho – II. Souza, Ebenézer Moreno. III. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. IV. Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral. V.Título.

CDD: 558.13
CDU: 55(813)

SUMÁRIO

Resumo i
Abstract iii

PARTE 1 – INTRODUÇÃO
Capítulo 1 – Introdução
1.1 Histórico 3
1.2 Objetivos 4
1.3 Metodologia 4
1.4 Localização e acesso 8
1.5 Aspectos socioeconômicos 10
1.6 Clima e vegetação 11
1.7 Solos 12
1.8 Hidrografia 12
1.9 Compartimentos e formas de relevo 13
1.10 Trabalhos anteriores 16

PARTE II – GEOLOGIA
Capítulo 1 – Geologia Regional
1.1 Considerações iniciais 21
1.2 O Maciço de Tróia 22
1.3 O Sistema de Dobramentos Jaguaribeano 28
Capítulo 2 - Estratigrafia, Petrografia E Litogeoquímica
2.1 Coluna estratigráfica 35
2.2 Unidade Mombaça - (A(P)m) 38
2.2.1 Comentários gerais 38
2.2.2 Litótipos predominantes 38
2.2.2.1 Área São Gonçalo-São Domingos 38
2.2.2.2 Áreas Belém e Queimadas 40
2.2.2.3 Área de Campos 43
2.3 Complexo gnáissico-migmatítico (APIgn) 43
2.3.1 Comentários gerais 43
2.3.2 Subunidade Acopiara-Hebron (A/PIgna) 44
2.3.3 Subunidade Catarina-Truçu (A/PIgnc) 48
2.3.4 Subunidade Flamengo (A/PIgnf) 51
2.4 Unidade Serra do Papagaio (PIsp) 53
2.5 Complexo Ceará (PIc) 58
2.5.1 Comentários gerais 58
2.5.2 Quartzitos 60
2.5.3 Micaxistos 60
2.5.4 Gnaisses 61
2.5.5 Associação carbonática 62
2.5.6 Talcoxistos 62
2.6 Grupo Orós (PMo) 62
2.6.1 Comentários gerais 62
2.6.2 Muscovita-quartzitos (PMoqt) 62
2.6.3 Micaxistos (Pmoxt) 64
2.6.4 Rochas calcissilicáticas (PMocs) 64

2.6.5 Metamagmatitos félsicos 65
2.7 Rochas plutônicas 65
2.7.1Comentários gerais 65
2.7.2 Petrografia 69
2.7.2.1 Granitóides pré-transcorrência (Pγ2) 69
2.7.2.2 Granitóides cedo a sintranscorrência (PSγ3) 69
2.7.2.3 Granitóides tardi- a pos-transcorrência (PSγ4) 71
2.7.2.4 Granitóides e gabróides de posicionamento estratigráfico duvidoso (Pγ,Pμ) . . . 71
2.7.3 Caracterização litogeoquímica dos granitóides da área 72
2.7.3.1 Amostragem, agrupamento e discriminância 72
2.7.3.2 Classificação químico-mineralógica 72
2.7.3.3 Balanço aluminoso e tipologia da associação 75
2.7.3.4 Ambiência geotectônica 76
2.7.3.5 Potencial metalogenético 77
2.7.4 Terras-raras 80
2.7.4.1 Introdução 80
2.7.4.2 Características dos granitóides 80
2.7.4.2.1 Suíte Cangati (PSγ4) 80
2.7.4.2.2 Granitóide São Gonçalo (Pγ2) 83
2.8 Rochas Filoneanas 83
2.8.1 Diques pegmatóides e hiperácidos (eEY) 83
2.8.2 Diques básicos (db) 84
2.9 Coberturas Sedimentares 84
2.9.1 Coberturas colúvio-cluviais indiferenciadas (TQc) 84
2.9.2 Terraços aluviais (Qt) 84
2.9.3 Aluviões recentes (Qa) 85
Capítulo 3 – Geofísica
3.1 Dados utilizados 87
3.1.1 Aerogeofísica 87
3.1.2 Geofísica terrestre 87
3.2 Interpretação e correlação dos dados 89
3.2.1 Aeromagnetometria 89
3.2.2 Aeroradiometria 92
3.2.3 Geofísica terrestre 98
3.2.3.1 Perfil AB - gravimetria 99
3.2.3.2 Perfil AB (trecho 0-53km) magnetometria e radiometria 101
3.2.3.3 Perfil AB (trecho 53-116km) - magnetometria e radiometria 106
3.2.3.4 Perfil CD - magnetometria e radiometria 106
Capítulo 4 – Geologia Estrutural E Tectônica
4.1 Considerações iniciais 115
4.2 Relações embasamento/coberturas 118
4.3 As deformações 121
4.3.1 As fases D_{n-1} e D_n 121
4.3.2 Fases D_{n+1} 123
4.3.3 Fases $D_{n+2}/D_{n+3}/D_{n+4}$ 128
4.3.4 Deformações pós-ordovicianas 131
Capítulo 5 – Reconhecimento Geoquímico 133
5.1 Considerações iniciais 133
5.2 Considerações sobre o ambiente de dispersão dos elementos 133
5.3 Consistência dos dados 134
5.4 Resultados obtidos 134
5.4.1 Caracterização das populações 134
5.4.2 Zonas e estações anômalas 139
Capítulo 6 – Metalogenia
6.1 Introdução 145
6.2 Panorama metalogenético 145

Capítulo 7 – Geologia Econômica
7.1 Panorama mineral da área 149
7.2 Calcário 149
7.3 Talco 150
7.4 Ametista 152
7.5 Quartzo róseo 153
7.6 Cianita 153
7.7 Cristal de rocha 153
7.8 Granada 153
7.9 Rutilo 153
7.10 Vermiculita 154
7.11 Outras mineralizações 154

PARTE III – RESULTADOS
Capítulo 1 – Conclusões
1.1 Estratigrafia 157
1.2 Geologia estrutural 157
1.3 Geoquímica 158
1.4 Geofísica 158
1.5 Metalogenia e geologia econômica 158
1.6 Metodologia 159
Capítulo 2 – Recomendações
2.1 Estratigrafia, geologia estrutural e tectônica 161
1612.2 Geoquímica 161
2.3 Geofísica 161
2.4 Metalogenia 162
2.5 Temas diversos (complementação) 162
Capítulo 3 – Informações Geradas
3.1 Documentos produzidos e inseridos no Texto Explicativo 163
3.2 Documentos anexos ao Texto Explicativo 163
3.3 Documentos disponíveis em arquivo eletrônico 163
3.4 Documentos disponíveis no DNPM 163

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 165

APÊNDICES:
Súmula dos dados de produção 173
Ilustrações Fotográficas 175

ANEXOS:
.Carta Geológica
.Carta Metalogenética-Previsional

RESUMO

Este Texto Explicativo envolve os resultados decorrentes dos trabalhos geológicos multidisciplinares realizados durante a cartografia da Folha Catarina (SB.24-Y-B-II), na escala 1:100.000, numa área de aproximadamente 3.025km^2, abarcando tratos dos municipíos cearenses de Catarina, Acopiara, Jucás, Saboeiro, Mombaça, Arneiroz e Tauá, sendo delimitada pelos paralelos 6° e 30' S e meridianos 39° e 30' - 40° 00' W Gr.

O relevo exibe compartimentos serranos (relevos residuais e planaltos isolados) muito ondulados (cotas entre 300-500m) e pouco a muito pouco ondulados (cotas abaixo de 300m), sendo os principais cursos d'água pertencentes à bacia do rio Jaguaribe, pela margem esquerda.

O quadro geotectônico é desenhado, especialmente, por conjuntos rochosos gerados e retrabalhados no Proterozóico, que preenchem um espaço da Faixa (Sistema) de Dobramentos Jaguaribeana, da Província Borborema (Nordeste do Brasil), onde foram reconhecidas as seguintes unidades-compartimentos de crosta continental emersa:

1) Terrenos de Embasamento Arqueano (isócrona de 2.387 ± 294m.a.) - Domínio preferencialmente ortoderivado, com litótipos ortognáissicos de composições que oscilam de granítica a diorítica (subordinadamente anfibolitos), representado pela Unidade Mombaça.

2) Terrenos Supracrustais e de Infra-Estrutura das Faixas de Dobramentos do Proterozóico Inferior (idades em torno de 2.350m.a. e 1.800m.a.). Conjuntos de litótipos incluídos nos complexos Ceará (especialmente quartzitos, micaxistos e paragnaisses, em parte migmatíticos) e Gnáissico-Migmatítico (gnaisses diversos e migmatitos, subordinando micaxistos, quartzitos, rochas calcissilicáticas, metacalcários, metamáfico-ultramáficas e metagranitóides) e Unidade Serra do Papagaio (matagranitóides/ortognaisses, localmente associados a parametamorfitos do tipo Ceará e exibindo intrusões máfico-ultramáficas metamorfizadas).

3) Terrenos Supracrustais das Faixas de Dobramento do Proterozóico Médio/Superior - Domínio vulcanos-sedimentar representado pelo Grupo Orós com plutonovulcanismo eoproterozóico médio), sendo constituído por muscovita-biotita-xistos, turmalina-muscovita-quartzitos, rochas calcissilicáticas, filitos, metassiltitos, metachertes (?) e metavulcânicas félsicas.

4) Rochas Plutônicas - Conjunto de granitóides diversos de *emplacements* pré-, cedo-, sin- e tardi- a pós-regime de transcorrência brasiliano (Proterozóico Superior/Eopalezóico), que foram classificados nos campos granítico, granodiorítico, adamelítico, monzonítico, diorítico, tonalítico e sienítico, com tipologias palingenéticas de tendência alcalina e granitóides das séries andesítica e latítica.

Completando a arquitetura estratigráfica, ocorrem diques ácidos e hiperácidos filiados às manifestações magmáticas do Proterozóico Superior-Eopaleozóico, e básicos (diabásios e gabros) mesozóicos, além de coberturas eluviais laterizadas tércio-quaternárias e aluviais cenozóicas.

O tratamento dos mapas aerogeofísicos e dos dados de geofísica terrestre apontam a existência de várias zonas de cisalhamento importantes, além de corpos graníticos e diques básicos, com a gravimetria delineando um "embasamento" de rochas mais densas, do tipo Mombaça.

A organização estrutural é marcada por arranjos elaborados por seis fases deformacionais (D_{n-1}, Dn, D_{n+1}, Dn+2, D_{n+3} e D_{n+4}), além daquelas pós-ordovicianas que, em termos da área, ficaram sublinhadas por sistemas de fraturas, parcialmente preenchidas por diques básicos mesozóicos, de direção NE. Macroscopicamente, os elementos estruturais que mais realçam são devidos à fase D_{n+3}, responsável por amplas dobras e intensas e extensivas zonas de cisalhamento dúctil, de direção NNE e NE, preferencialmente.

Os produtos da prospecção geoquímica mostram-se mais favoráveis para ocorrências de minerais de estanho, nióbio e berílio, ligados a corpos pegmatíticos, com potenciais de cromita e scheelita, nas porções noroeste e sul da área. Ocorrências de sulfetos são previstas para sítios ao norte da vila São Paulo.

O estudo metalogenético envolvendo uma análise multitemática, com dados estratigráficos, petrológicos, tectonostruturais, geofísicos e geoquímicos, além daqueles de cadastramento mineral , delimitou várias áreas potenciais para jazimentos economicamente exploráveis de cromita, scheelita, calcários cristalinos, talco, ametista, berilo e cristal de rocha (quartzo).

ABSTRACT

This explanatory text comprehends the results of the multidisciplinary work carried out during the geological mapping of the Catarina Sheet (SB.24-Y-B-II), in 1:100.000 scale, in an area of approximately 3.025 square km, comprising part of the municipalities of Catarina, Acopiara, Jucás, Saboeiro, Mombaça, Arneiroz and Tauá in the state of Ceará, delimited by the coordinates 6°30'S and 39°30'–40°00'W.

The relief presents mountainous divisions (residual reliefs and isolated table-lands) very rippled (from 300 up to 500m) and small to very small ripples (elevation under 300m) the main water-courses belong to the Jaguaribe river Basin, on the left bank.

The geotectonic frame exhibits mainly groups of rocks originated and reworked in the Proterozoic which fill a space of Jaguaribeana Fold System, of the Borborema Province (Northeast of Brazil), where the following division-units of the emerged continental crust were identified:

1) Archean Basement Terrains(2.387±294m.a.) – Domain predominantely orthoderivated with orthogneissic lithotypes which varies between granitic and dioritic composition (subordinately amphibolites) represented by the Mombaça Unit.

2) Supracrustal Terrains and Lower Proterozoic Fold Belt Infrastructure (ages around 2.350m.a. and 1.800m.a.). suites of lithotypes comprised in the Ceará Complex (especially quartzites, micaschists and paragneisses part of which migmatitic) and Gneissic-Migmatitic Complex (gneisses and migmatites, subordinating micaschists, quartzites, calcisilicatic rocks, metalimestone, metamafic-ultramafic and metagranitoids and the Serra do Papagaio Unit (metagranitoids/ortogneisses, locally associated to parametamorphites of the Ceará type and showing metamorphosed mafic-ultramafic intrusions).

3) Supracrustal Terrains of Upper/Medium Proterozoic Fold Belt – Volcanosedimentary Domain, represented by the Orós Group with medium Eoproterozoic plutonovolcanism) constituted by muscovite-biotite schists, tourmaline-muscovite-quartzites, calcsilicatic rocks, phyllites, metasiltites, metacherts, and felsic metavolcanics.

4) Plutonic Rocks: Suites of various granitoids from emplacements pre-early - sin- and late to post Brasiliano Transcurrency (upper Proterozoic/Eopaleozoic), which are classified in the granite, granodiorite, adamellite, monzonite, diorite, tonalite and syenite fields with palingenetic typologies of alkaline and granitoid tendency and granitoids of andesitic and latitic series.

To complete the stratigraphic column occur acid and hyperacid dikes genetically related to the magmatic events of the upper - Proterozoic Eopaleozoic, and basic rocks (diabases and gabbros) of Mesozoic age further to laterized Tertio-Quarternary elluvial covers and Cenozoic alluvial covers.

The processing of air borne geophysical charts and of the ground geophysical data indicate the existence of several important shear zones besides granitic bodies and basic dikes. Gravimetry outlines a "basement" of denser rocks, of the Mombaça type.

The structural feature is characterized by arrangements elaborated by six deformation phases (Dn-1, Dn, Dn + 1, Dn + 2, Dn + 3, Dn + 4) further to those pos-Ordovician which, as for as the area is concerned, are underlined by fracture systems, partially filled by basic Mesozoic dikes, striking NE.

Macroscopically the outstanding structural elements are due to phase Dn + 3, responsible for wide and intense folds and extensive ductile shear zones, striking NNE and NE, preferentially.

The geochemical prospection results show the occurrence of tin, niobium and beryl minerals, associated to pegmatitic bodies, with some chromite and scheelite in the northeast and south parts of the area. Sulfides occurrences are foreseen for places in the north of vila São Paulo.

The metallogenetic study involving a multi-thematic analysis, of stratigraphic, petrological, tectono-structural, geophysical and geochemical data, further to that from the mineral inventory, delimited several potential areas for deposits economically exploitable for chromite, scheelite crystalline limestones, talc, amethyst, beryl and quartz.

PARTE I

INTRODUÇÃO

Capítulo 1
Introdução

Por
José Carvalho Cavalcante (subitens 1.1, 1.2, 1.3 e 1.10)
Sérgio João Frizzo, José Carlos Rodrigues e Inácio de Medeiros Delgado (subitem 1.3)
Ebenézer Moreno de Souza (subitens 1.4 a 1.9)

1.1 Histórico

A seleção das folhas Catarina (SB.24-Y-B-II) e Mombaça (SB.24-V-D-V), como objeto de cartografia geológica-metalogenética, na escala 1:100.000, surgiu de um estudo efetuado, nos primeiros meses de 1985, pela Residência de Fortaleza-REFO, da Superintendência Regional de Recife - SUREG/RE, com base nos mapas metalogenéticos e previsionais das folhas Iguatu e Quixeramobim, e no "Programa 1985" do 10º Distrito do Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, que havia sugerido o mapeamento geológico, na escala 1:50.000, de parte da região de Pedra Branca (CE), além dos interesses econômicos e científicos demonstrados por companhias de mineração e universidades, respectivamente, sobre a área compreendida entre as cidades Pedra Branca, Mombaça e Tauá.

Com a consolidação do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil-PLGB, no segundo semestre de 1985, e após uma consulta efetuada pelo sistema DNPM/CPRM junto as comunidades geológicas do Ceará, Maranhão e Piauí, representadas por especialistas da Universidade Federal do Ceará-UFC e da Universidade de Fortaleza-UNIFOR, da Sociedade Brasileira de Geologia-SBG, da COMDEPI e da CEMINAS, foi aprovado o Projeto Catarina-Mombaça, incluindo as duas folhas supracitadas. De início, a equipe técnica de mapeamento geológico-metalogenético foi constituída pelos geólogos Marcelo de Freitas Medeiros (Chefe de Equipe e responsável pela Folha Catarina), Felicíssimo Melo e José Farias de Oliveira (responsável pela Folha Mombaça). O segundo, foi desligado do projeto, em dezembro de 1986, para ser incorporado à equipe do Projeto Riacho do Pontal II.

Em agosto de 1987, a responsabilidade técnica da Folha Catarina passou ao geólogo Ebenézer Moreno de Souza (técnico da NUCLEBRÁS, cedido por empréstimo à CPRM).

As coordenações locais de geoquímica e geofísica foram entregues aos especialistas Sérgio João Frizzo e José Carlos Rodrigues, respectivamente. Enquanto isto, a coordenação do PLGB, na REFO, ficou a cargo do geólogo José Carvalho Cavalcante, sendo subordinada à Coordenação Regional da SUREG/RE, ocupada pelo geólogo Marinho Alves da Silva Filho.

Os estudos petrográficos foram executados, preferencialmente, pelos professores da UNIFOR, Sérgio Neves e Marcos B. Hartmann, e pela geóloga Iaponira de Oliveira Paiva (CPRM-REFO), ficando a elaboração da maioria dos gráficos da litogeoquímica a cargo do geólogo José Alberto Ribeiro (CPRM-REFO).

O levantamento gravimétrico ocorreu na primeira fase do Projeto, sendo efetuado por um técnico do Observatório Nacional - ON, acompanhado pelo técnico de nível médio Luiz da Silva Coelho, da REFO. Este trabalho foi desenvolvido de acordo com o convênio firmado entre a CPRM e o ON. Ainda, nessa fase, a atividade de geofísica teve a participação da geofísica Maria Laura Vereza de Azevedo (CPRM-ERJ) que efetuou a interpretação qualitativa dos mapas aeromagnéticos e cintilométricos.

Nos meses de julho de 1986 e maio de 1987, os resultados das atividades de mapeamento geológico, prospecção geoquímica e de levantamento geofísico foram apresentados à comunidade geológica da área de atuação do 10º. Distrito do DNPM, para efeito de avaliação e de sugestões quanto à abordagem dos vários temas. Ainda no mês de maio de 1987 foi executada uma auditoria interna, de natureza técnico-científica, pelos geÓlogos Walter José Marques (Coordenador Geral do PLGB), Marinho Alves da Silva Filho (Coordenador Regional do PLGB na SUREG-RE), Edilton José dos Santos (Coordenador Temático de Petrologia, na SUREG/RE) e Helton H. Falcão Torres (Coordenador Temático de Geologia Estrutural, na SUREG/RE).

As diversas atividades previstas, salvo alguns percalços próprios de trabalhos de campo, se desenvolveram normalmente, excetuando-se a amostragem para estudos litogeoquímicos, já que esta foi deixada para o mês de julho de 1988, tempo em que as etapas de campo foram encerradas.

Tal fato levou à utilização de exemplares amostrados para fins de estudos petrográficos.

As determinações cronorradiométricas não foram solicitadas em virtude dos seguintes acontecimentos: 1) congestionamento de pedidos no Laboratório de Geocronologia da Universidade de São Paulo; 2) os ortognaisses granitóides das unidades Mombaça, Pedra Branca e Cedro já apresentavam tratamentos isocrônicos, mesmo que sujeitos a revisões; 3) falta de bons exemplares dos xistos e gnaisses do Complexo Ceará; 4) em outras áreas do Estado do Ceará, os granitóides dos tipos Quixeramobim e Cangati terem fornecido idades isocrônicas brasilianas; 5) inexistência, na época, de laboratórios que executassem determinações pelo método Sm/Nd; e 6) aparecimento de um trabalho versando sobre a geocronologia da "Seqüência Orós".

O início das atividades, mesmo de forma tímida, se deu no final de outubro de 1985, a partir da solicitação de serviço nº 25A/85, emitida pelo Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, em 16 de outubro de 1985, exibindo fundamento legal no convênio celebrado entre essa entidade e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, em 11/06/1985, publicado no Diário Oficial da União em 19/06/1985, e Termo Aditivo de 04/10/1985.

Os meses de novembro e dezembro de 1985 foram gastos na formação das equipes técnicas, levantamento bibliográfico (10%), interpretação de imagens aéreas (2%), confecção do Anteprojeto Preliminar e em cursos de treinamentos. Dessas atividades, as duas últimas ocuparam a maior parte do tempo. Por isso, e pelo período de férias de janeiro de 1986, o início operacional do Projeto ficou formalizado para o mês de fevereiro de 1986, marcando-se um intervalo de execução de 30 meses, com término previsto em julho de 1988. Mais adiante, com a elaboração do Anteprojeto Definitivo, em agosto de 1986, verificou-se que o cronograma preliminar não contemplava os períodos de cursos de treinamento, propiciando uma reformulação com intervalo fechado no mês de setembro de 1988. Mesmo assim, em decorrência das dificuldades impostas pela complexidade geológica e vias de acesso (mormente nos dois primeiros meses subseqüentes ao período chuvoso) da área, verificou-se um atraso no levantamento de certas seções geológicas importantes. Por isso, efetuou-se, em janeiro de 1988, um redimensionamento do tempo de execução, ficando o término previsto para dezembro de 1988.

A fase de confecção do Texto Explicativo se desenvolveu entre setembro de 1988 e julho de 1989, tendo a participação como mostrada nos créditos de autores de uma equipe técnica multidisciplinar composta de especialistas da SUREG/RE, do Escritório Rio de Janeiro e da SUREG/SA, além daqueles pertencentes à REFO. Nessa fase, solicitou-se fortemente o instrumental eletrônico do Centro Distribuído de Informática (CDI) da REFO, supervisionado pelo geólogo Homero C. Benevides, onde o tratamento gráfico dos dados litogeoquímicos ficou a cargo dos geólogos José Alberto Ribeiro, Carlos Alberto Cavalcanti Lins e Emiliano Cornélio de Souza.

1.2 Objetivos

Em termos gerais, os trabalhos executados na Folha Catarina foram norteados pelo objetivo do Projeto Catarina-Mombaça, ou seja, o conhecimento geológico da área a nível da escala 1:100.000, dando ênfase aos seguintes temas: - a caracterização petrogenética dos litótipos, mormente os de natureza magmática; - o posicionamento estratigráfico e a definição das diversas unidades rochosas e sua correlação com similares de outras áreas nacionais e internacionais; - o exame mais detalhado das rochas máficas e ultramáficas, e metassedimentares associadas, da "Seqüência de Tróia" (mapeamento das especializações metalogenéticas: Au, Cr, Ni etc.); - a elucidação da natureza e implicações estratigráficas dos litotipos ortoderivados e sua caracterização em unidades distintas; - a elaboração de uma "estratigrafia" das suítes magmáticas, especialmente granitóides; - as análises macro, meso e microestruturais, visando formulações estratigráficas e tectônicas; - o significado das zonas de cisalhamento dúctil (ex: "Falha" de Senador Pompeu) e sua importância na geração e colocação de diversos corpos graníticos; - o estudo para definição da existência ou não de terrenos do tipo "greenstone"; - os estudos estratégico-orientativos para a descoberta de depósitos de níquel, cobalto e outros bens minerais ligados às rochas máficas e ultramáficas; e - a descoberta de pequenos e médios depósitos de Au, Cu e Cr, especialmente ligados a terrenos metavulcanossedimentares do tipo Tróia.

1.3 Metodologia

1.3.1 Metodologia geral do PLGB

A retomada dos levantamentos geológicos básicos em 1985, após um longo período de paralisação coincidiu, em parte, com um visível progresso das ciências geológicas, refletido, principalmente, em inovações metodológicas, no avanço dos métodos quantitativos, no melhor entendimento da geologia do Arqueano e Proterozóico, e na melhoria das ferramentas analíticas e computacionais.

Para executar o PLGB em níveis de qualidade compatíveis com as expectativas e necessidades do setor mineral, a CPRM, com o apoio das entidades especializadas do País, reformulou seus procedimentos, técnicas e métodos, tanto em nível de gerência técnico-científica, como nos seus níveis operacionais.

Estas modificações, responsáveis pelo atual nível de qualidade dos produtos do Programa, foram:

a – novo modelo de gestão, baseado numa estrutura descentralizada, com coordenações técnico-temáticas, nacionais e regionais, visando a uma maior descentralização e valorização das culturas geológicas locais;

b – assimilação e intercâmbio de conhecimentos com o meio externo, através de contratação de consultorias es-

pecializadas, de convênios com universidades e outras instituições de pesquisa;

c – gestão moderna da informação, visando a sua aquisição, preservação, processamento e distribuição, através da criação de um Sistema Nacional de Informação Geológica (SIGA), da montagem de um parque de processamento científico de alto nível, e da criação de um Sistema de Informações em Recursos Naturais (SIR), com elevada capacidade de processamento digital de documentos cartográficos, além da instalação de Centros Distribuídos de Informática (CDI's) nas unidades regionais da CPRM;

d – criação de um sistema de edições técnicas, voltado para a divulgação ampla dos resultados do PLGB e de outros produtos de interesse para a geologia brasileira;

e – realização de investimentos de grande porte na formação de recursos humanos especializados, conduzidos através de um Plano Diretor de Treinamento (PDT), para atender o treinamento de pessoal em todos os níveis de necessidade do Programa, com destaque para a criação dos Centros Integrados de Estudos Geológicos (CIEG's) - estrutura de ensino sediadas em áreas de interesse e com condições geológicas especiais para o treinamento básico e avançado.

Estas modificações metodológicas tiveram reflexo imediato na qualidade dos resultados do programa e na definição de novos caminhos técnico-científicos para a sua execução.

No que diz respeito ao mapeamento geológico, métodos e técnicas referem-se à incorporação do treinamento como uma atividade dos projetos de mapeamento, à valorização dos métodos quantitativos e de técnicas correspondentes, à integração, em tempo real, das várias disciplinas e métodos que participam do mapeamento e, finalmente, da incorporação às equipes executoras da capacitação técnica disponível no meio externo, através de convênios e consultorias.

Em paralelo, foi atribuída às gerências regionais do PLGB a definição dos procedimentos técnicos a serem adotados para cada área a ser mapeada, bem como a indicação dos prazos básicos de execução de cada mapeamento, variável em função das características da área a ser cartografada, das dificuldades técnicas previstas e da capacitação das equipes executoras.

1.3.2 Aspectos e procedimentos das atividades

Os procedimentos técnicos dotados para a execução do levantamento geológico da Folha Catarina, calcado nas diretrizes metodológicas do PLGB, foram equacionados para atender os objetivos da obra, segundo nove atividades maiores, como sejam: 1) Documentação e análise bibliográfica; 2) Fotointerpretação geológica; 3) Mapeamento geológico (trabalhos de campo); 4) Prospecção geoquímica; 5) Levantamento geofísico; 6) Análises laboratoriais diversas; 7) Processamento eletrônico de dados; 8) Interpretação e consolidação de dados finais; 9) Elaboração do relatório final (Texto Explicativo). Ainda, como atividade importante, foi adicionada aquela denominada de Treinamento técnico-científico das equipes.

Para um melhor controle operacional, os trabalhos foram desenvolvidos em nove etapas.

Na etapa inicial, efetuou-se a formação das equipes técnicas, ministramentos de cursos de reciclagem (especialmente versando sobre Petrologia, Geologia Estrutural e Petrografia Mesoscópica), aquisição e análise da documentação básica (bibliografia, cartas topográficas, fotografias aéreas e imagens TM - LANDSAT e de radar), além de feitura de um quadro sobre as condições de apoio logístico. Para a documentação bibliográfica, foram consultadas bibliotecas domésticas e externas, sendo estas de entidades governamentais (ex: universidades, Petrobrás, Nuclebrás, Cia. Vale do Rio Doce, DNPM e SUDENE) e, em menor número, de particulares.

Em seguida, partindo-se dos documentos existentes, foram obtidos os seguintes produtos: mapas, índices de levantamentos geológicos, geoquímicos, geofísicos, de coberturas cartográficas e fotográficas, além de cartas de pontos (com simbologias específicas para estações descritas, amostradas e analisadas), geológica, geoquímica, geofísica e de ocorrências minerais, compiladas (cartas de serviço). A etapa seguinte ficou caracterizada maiormente, pela atividade de "Fotointerpretação geológica" (uso de fotografias aéreas convencionais na escala 1:70.000, imagens TM-LANDSAT e mosaico de radar, ambos na escala de 1:100.000), onde utilizando-se os elementos do processo e informes de trabalhos anteriores, delineou-se os principais compartimentos litológicos e traços estruturais (foliação, zonas de cisalhamentos, etc.), concluindo-se sobre o nível de conhecimento da área e a seleção das seções geológicas e pontos a serem levantados, além da individualização de "áreas-chave" (áreas admitidas como portadoras de caracteres litoestruturais de mais fácil reconhecimento para elucidação de problemas estratigráficos e/ou áreas potencialmente portadoras de jazimentos minerais importantes, as quais foram apontadas para estudos mais detalhados).

Em continuidade, efetuou-se o reconhecimento de campo (20 dias) de uma "área piloto" e de algumas seções previamente selecionadas, obedecendo-se às condições de fácil acesso, de postura transversal às macroestruturas e de diversidade litológica. Neste trabalho, foram discutidos os critérios básicos para descrição de afloramentos *versus* preenchimento das cadernetas de campo, ressaltando-se questões sobre localização dos pontos em imagens e cartas topográficas, diagnóstico mesopetrográfico-estrutural, minerais índices de metamorfismo, caracterização cinemática das zonas de cisalhamentos, desenhos esquemáticos e fotografias de afloramentos (visões gerais e específicas) e estratigrafia da região. Essa fase visou, mais de perto, um treinamento das equipes de campo, uma avaliação parcial da Carta Geológica Preliminar I e o estabelecimento de

parâmetros uniformes para a coleta de dados.

Posteriormente, as novas informações, incluindo alguns resultados de análises micropetrográficas, ensejaram uma revisão fotogeológica e, em conseqüência, da já mencionada Carta Geológica Preliminar I.

O "Mapeamento geológico" (atividade de campo) foi executado em duas etapas de aproximadamente três meses cada, intercaladas por períodos de integração e compatibilização parciais de dados, além de seleção e envio de amostras para análises laboratoriais diversas e atualização bibliográfica. Num intervalo de tempo mediano, elaborou-se uma Carta Geológica Preliminar II e um Relatório de Progresso.

O procedimento adotado para descrições de afloramentos procurou obedecer os critérios salientados quando da etapa de reconhecimento, contemplando um maior número possível de caracteres estruturais e petrográficos e, por tratar-se dominantemente de terrenos gnáissico-migmatíticos, a amostragem recebeu atenção especial.

Ainda, nessas etapas de campo, foi efetuado um cadastramento mineral parcial, procurando-se informações sobre sítios mineralizados a serem visitados posteriormente pela equipe de Geologia Econômica.

Por sua vez, a atividade de "Integração e consolidação finais de dados", relacionada à atividade anterior, constou dos seguintes trabalhos: 1) atualização dos elementos fotointerpretados (agora, também, com o uso de imagens de satélite LANDSAT 5 - TM - Canais 3 e 4), escala aproximada de 1:120.000); 2) integração de dados geológicos e geofísicos; 3) elaboração da Carta Geológica Final; 4) tratamento dos informes coligidos e feitura de ilustrações. Nessa fase, efetuou-se um reestudo das ocorrências minerais cadastradas e o cadastramento de outros sítios mineralizados, além da revisão de seções geológicas importantes.

Das atividades paralelas, a Prospecção geoquímica, o Levantamento geofísico e a Cartografia metalogenética foram executadas segundo os termos que seguem:

a – Prospecção geoquímica

a.1 – Planejamento

O planejamento das estações de amostragem de sedimentos de corrente, na rede hidrográfica da Folha Mombaça, obedeceu aos critérios genéricos estabelecidos para o PLGB: cobertura sistemática relativamente homogênea da área pesquisada, com adensamentos nas faixas geologicamente mais propícias a conterem jazimentos minerais.

As áreas de captação foram estabelecidas em torno de 5 km^2 nas regiões noroeste e sudeste - domínio dos granitóides- e de 5 a 7 km^2 nas faixas das unidades Pedra Branca e Ceará.

A distribuição das estações para a coleta de concentrados de minerais pesados não foi sistemática, sendo locadas, preferencialmente, em terrenos graníticos e onde se necessitava detectar dispersões clásticas, em auxílio às possíveis dispersões obtidas pelas determinações analíticas efetuadas nos sedimentos de corrente.

a.2 – Amostragem

Os sedimentos foram coletados de maneira composta na calha das drenagens de segunda e terceira ordens. Deu-se preferência ao material fino - areia fina a silte - peneirado no próprio local de amostragem, para separar porções inferiores a 28 ou 32 *mesh*, e a seguir acondicionado em saco plástico. Os concentrados foram obtidos pelo bateamento de 12 litros do material ocorrente em concentradores naturais, no local designado para a amostragem.

Em cada estação foram descritas as características do material amostrado e os parâmetros ambientais mais importantes, com a utilização da Ficha de Campo da CPRM. Cada local e seu acesso foi marcado com tinta vermelha, para controle da atividade de amostragem.

A presença de pequenas barragens artificiais nos riachos, por vezes em distância relativamente curta uma da outra, bem como o frequente espraiamento (ou falta de definição do leito) da drenagem nos locais designados para a amostragem constituíram-se em problemas dessa etapa, sendo mencionados nos casos em que se constituam em fatores influentes para a interpretação dos dados.

Foram coletadas, na Folha Catarina, 435 amostras de sedimentos de corrente de rotina, mais 31 replicatas de campo e 96 amostras de concentrados de bateia.

a.3 – Preparação e análises

As atividades de preparação das amostras e determinações analíticas foram desenvolvidas no Laboratório de Análises Minerais - LAMIN, no Rio de Janeiro.

As amostras de sedimentos de corrente, após serem secadas em estufa, foram peneiradas para separar a fração menor que 80 *mesh*, sendo a seguir pulverizadas a menos 150 *mesh*. A fração grossa (28 ou 32 a 80 *mesh*) foi estocada para eventuais determinações posteriores. Os concentrados foram inicialmente apurados com bromofórmio, e a seguir, quando nãosolicitada análise mineralógica, pulverizados a menos 150 *mesh*.

Os sedimentos foram analisados por técnicas semiquantitativas: espectrografia de emissão (EE) - padrão de 30 elementos - e espectrometria de absorção atômica (AA), digestão com HNO_3 concentrado a quente, para Cu, Pb, Zn, Ni, Ag, Fe e Mn.

Parte dos concentrados de batéia foi submetida à EE para 30 elementos (71 amostras) e ainda análise mineralógica semiquantitativa (em 13 amostras) e espectrometria de AA para Cu, Pb, Zn, Ni, Ag (seis amostras), Cu, Co, Ni, Cr (em três amostras, com extração total por ácidos fortes).

a.4 – Processamento estatístico

Todo o processamento dos resultados analíticos dos sedimentos de corrente foi efetuado utilizando-se microcomputador e o sistema GEOQUANT, desenvolvido pela CPRM. De um arquivo geral, contendo os resultados de Cu, Pb, Zn, Ni, Fe, Mn (AA) e Fe, Mg, Ca, Mn, B, Ba, Co, Cr, Cu, La, Nb, Ni, Pb, Sc, Sr, V, Y, Zr (EE) foram gerados quatro subarquivos ou populações, em função da litologia ou sequência dominante na área de captação de cada amostra. Para cada população e para os elementos citados foram processados programas de estatísticas básicas e teste de distribuição (SUMEST), curvas de frequência acumulada - probabilidade (PROB) e análise de agrupamento - correlações entre variáveis (CLUSTER).

Os parâmetros determinados foram sumarizados em tabela específica. Os limiares foram estabelecidos em função do cálculo estatístico, distribuição de frequência e escala de representação dos resultados analíticos. Como alto *background* são considerados os valores mais elevados, sem contudo igualar ao limiar, situados na parte superior (em geral acima de 84%) da curva de frequência acumulada.

Os resultados analíticos dos concentrados de bateia foram avaliados visualmente, devido ao caráter não-sistemático de sua amostragem.

b – Levantamento geofísico

Para este tema, o procedimento técnico adotado obedeceu às seguintes fases:

b.1 – Interpretação qualitativa dos mapas originais de gamaespectrometria (canal de contagem total) e de magnetometria (campo magnético residual) do Projeto Aerogeofísico Iguatu, confeccionados pela NUCLEBRÁS (1977). Nessa primeira fase, gerou-se informações para trabalhos de campo.

b.2 – Levantamento de geofísica terrestre, utilizando os métodos de magnetometria, gravimetria e cintilometria, sobre perfis selecionados a partir das cartas geológicas preliminares do projeto, com o objetivo de fornecer subsídios à solução de problemas relativos à compartimentação tectonostrutural entre segmentos crustais de rochas de distintos graus metamórficos e à definição de contatos/diferenciações litológicos e estruturas tectônicas.

b.3 – Reprocessamento dos dados e confecção de mapas gamaespectrométricos dos canais de contagem total, potássio, urânio, tório, das razões U/Th, U/K e Th/K, bem como do mapa de campo magnético residual, na escala 1:100.000.

b.4 – Interpretação desses mapas e sua integração com os dados geológicos.

c – Concepção da Carta Metalogenético-Previsional, escala 1:100.000

Os dados coligidos sobre mineralizações, estratigrafia, petrologia, estrutura, geomorfologia, geoquímica e geofísica foram integrados e hierarquizados em uma única carta, provisoriamente denominada Carta Metalogenético-Previsional, marcando um novo estágio no tratamento de informações multidisciplinares, através do PLGB, com o objetivo de delimitar, na escala de 1:100.000, as áreas com indícios de mineralização, prioritárias para prospecção e exploração mineral.

A metodologia aplicada, fundamentada nos princípios de Orlova & Shatalov (1960) e consolidada no conhecimento adquirido durante a execução do Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais, escala 1:250.000, através do Convênio DNPM/CPRM, implantado a partir de 1982, constitui a base para elaboração das novas cartas, na escala 1:100.000.

A concepção da legenda resultou, em parte, de adaptações na simbologia gráfica utilizada nacional e internacionalmente, segundo critérios de legibilidade e procedência, sendo ajustada à escala 1:100.000 tendo em vista:

- a necessidade de especialização do fundo geológico para torná-lo metalogeneticamente significativo;
- a importância de se representar o máximo de informações metalogenéticas sobre jazimentos minerais, de forma clara e legível;
- a conveniência de se estabelecer a distinção entre os dados econômicos e metalogenéticos;
- a valorização dos indícios indiretos de mineralização, visando à sua representação cartográfica.

Dentro do acervo bibliográfico consultado, merecem destaque: as Cartas Metalogenéticas e de Previsão de Recursos Minerais do Brasil, escala 1:250.000 (Siqueira & Dalton de Sousa, 1982 e Siqueira, 1984); o Mapa Metalogenético da Espanha, escala 1:200.000 (Espanha - PNIM, 1972); o Mapa Metalogenético da Austrália, escala 1:250.000 (Bowman & Stevens, 1978; Bowman, 1977, Gilligan, 1975; Matson, 1975); a Carta Metalogenética dos Maciços de Vosges e Floresta Negra, escala 1:400.000 (BRGM, 1975); e a Carta Metalogenética da Europa, escala 1:250.000 (BRGM - UNESCO, 1968-1970). Também foram examinadas as legendas do Mapa Metalogenético da Bahia, escala 1:1.000.000 (Sá, 1983), do Mapa Metalogenético do Brasil (Suszczynski, 1973) e do Mapa da América do Norte (Guild, 1981), escala 1:5.000.000. A Carta Metalogenético-Previsional foi elaborada sobre uma base geológica especializada, dependente do nível de conhecimento da área. Essa especialização contempla a distinção cronológica e/ou espacial das unidades litostratigráficas de maior categoria como complexos, supergrupos e grupos, bem como associações magmáticas. São também realçados os litotipos especiais que, em parte, constituem metalotectos prováveis e possíveis, enquanto as unidades de menor categoria, tais como formação, membro e seus equivalentes, sem realce metalogenético, são identificadas apenas

pelo uso de letras-símbolo. Os elementos estruturais da Carta Geológica são integralmente preservados e eventualmente acrescidos de informações geofísicas, como lineamentos, profundidades e contorno do substrato das coberturas.

Na representação dos jazimentos minerais, estabeleceu-se a distinção entre os caracteres metalogenéticos e os econômicos. Os primeiros constituem a parte interna do símbolo de dimensão constante e de forma geométrica variável, em função da morfologia. Os dados econômicos são representados por uma circunferência independente, concêntrica ao símbolo morfológico, de acordo com a forma de representação adotada no Mapa Metalogenético da Espanha, escala 1:200.000 (Espanha - PNIM, 1972).

A simbologia representativa dos caracteres metalogenéticos abrange os dados sobre jazimentos minerais, como a textura do minério, morfologia, orientação do(s) corpo(s) mineralizado(s), quimismo e associação mineralógica. Adicionalmente, contém informações sobre as classes do jazimento, procurando-se adotar uma classificação para as concentrações minerais mais geológica do que genética, adaptadas das propostas de Wacrenier & Rouveyrol (1977), Stanton (1972) e Routhier (1963). Essa classificação aproxima-se da utilizada para os depósitos minerais do Brasil (Branco, 1984).

Os dados econômicos dos jazimentos que têm sido objeto de pesquisa e lavra mineral são representados por uma circunferência externa, onde constam informações quanto à situação atual: ativo, inativo ou intermitente. O diâmetro, graduado em três dimensões, expressa a importância econômica do jazimento em três categorias - pequeno, médio e grande. A base para o estabelecimento dos limites dessas categorias é a mesma utilizada no Mapa Geológico do Brasil, escala 1:2.500.000 (Branco, 1983). Um traço colocado acima, abaixo, à direita ou à esquerda dessa circunferência indica a situação atual do jazimento: mina, garimpo, jazida ou depósito, respectivamente.

Os indícios indiretos de mineralização, a partir de indicações geoquímicas, geofísicas ou zonas de alterações, de origem exógena ou endógena, foram submetidos a tratamento cartográfico específico, visando a um maior realce.

A integração dos dados multidisciplinares permitiu reconhecer os metalotectos comprovados, prováveis e possíveis, dependendo de as relações entre eles e os indícios de mineralização terem sido obtidas por ligação direta, estatística ou de analogia ao contexto geológico-metalogenético, propiciando a delimitação de áreas mineralizadas prováveis, possíveis e potenciais, de acordo com critérios explícitos na própria carta.

A atividade de "Relatório final" (Texto Explicativo) refere-se, basicamente, à redação do texto e confecção dos demais elementos que compõem o presente documento (obs: informações adicionais a respeito, tais como fichas de descrições de afloramentos e boletins analíticos, encontram-se disponíveis para consulta e uso no Sistema de Informações Geológicas do Brasil - SIGA, desenvolvido pela CPRM para o DNPM, de uso público e acessível, por meio de consulta à distância, em terminais de microcomputadores, via rede telefônica e no Sistema de Informações em Recursos Naturais - SIR, na CPRM, onde, além dos dados já citados, é possível o processamento adicional e recuperação de documentos cartográficos armazenados sob a forma digital). Em seu andamento, foram executadas diversas ilustrações e finalizadas e revisadas as cartas geológica, geoquímica e metalogenética. Aqui, como na atividade anterior, envolvendo os diversos temas abordados, os trabalhos de processamento eletrônico de dados se desenvolveram em paralelo.

Quanto à litogeoquímica, alguns aspectos metodológicos serão citados no subitem referente à mesma.

1.4 Localização e acesso

A Folha Catarina (SB.24-Y-B-II) localiza-se na região centro-sul do estado do Ceará, abrangendo parte dos municípios de Catarina (único com sede na área), Acopiara, Jucás, Saboeiro, Mombaça, Arneiroz e Tauá, sendo delimitada pelas coordenadas geográficas de 6°00'- 6°30', de latitude Sul, e 39°30' - 40°00', de longitude Oeste, com uma área total de aproximadamente 3.025km^2 (figuras I.1.1 e I.1.2).

O principal acesso rodoviário, a partir de Fortaleza, faz-se através da rodovia BR-116 até Chorozinho (Triângulo de Quixadá), rumando em seguida pela Rodovia do

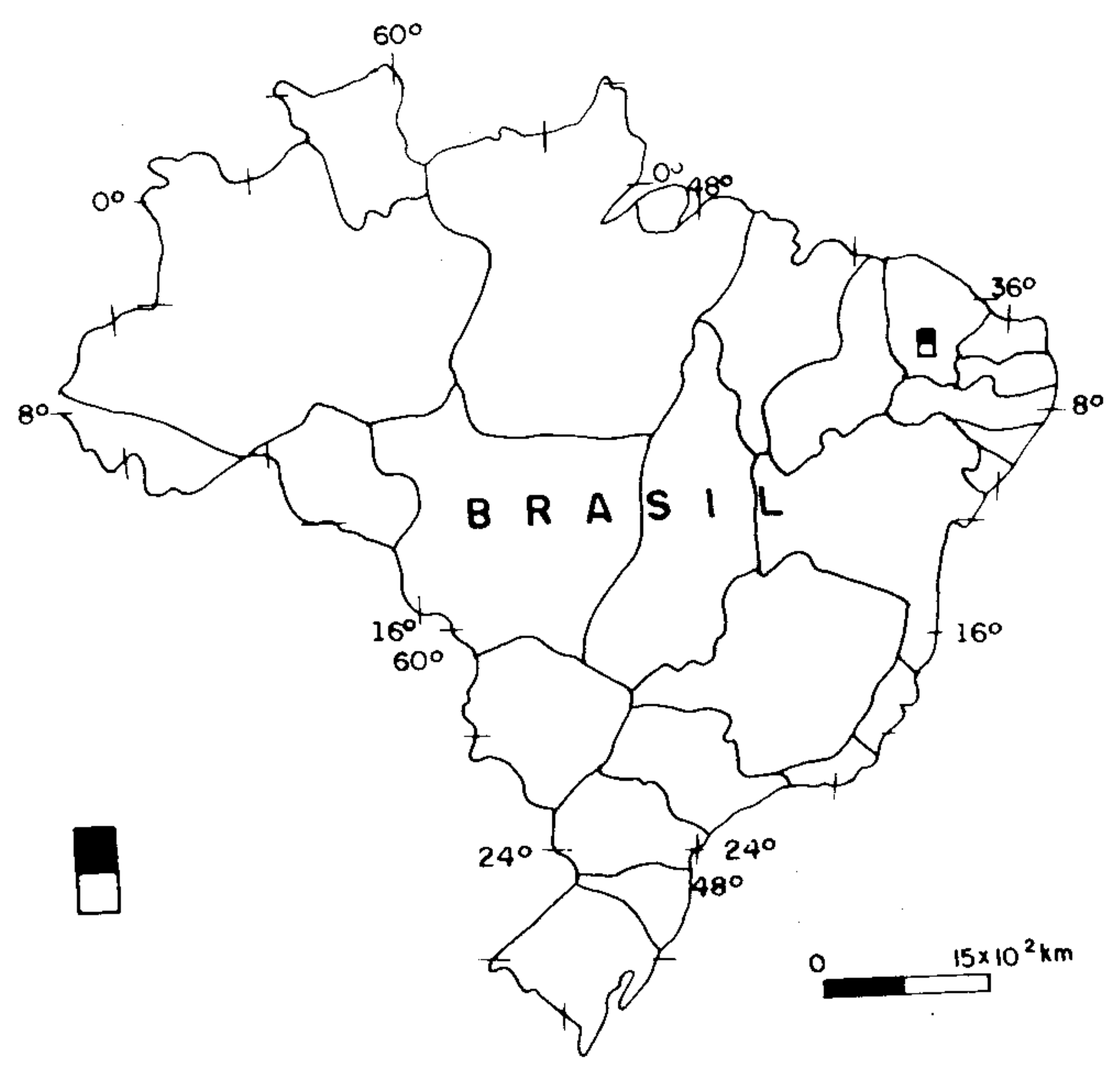


Figura I.1.1 – Mapa de localização.

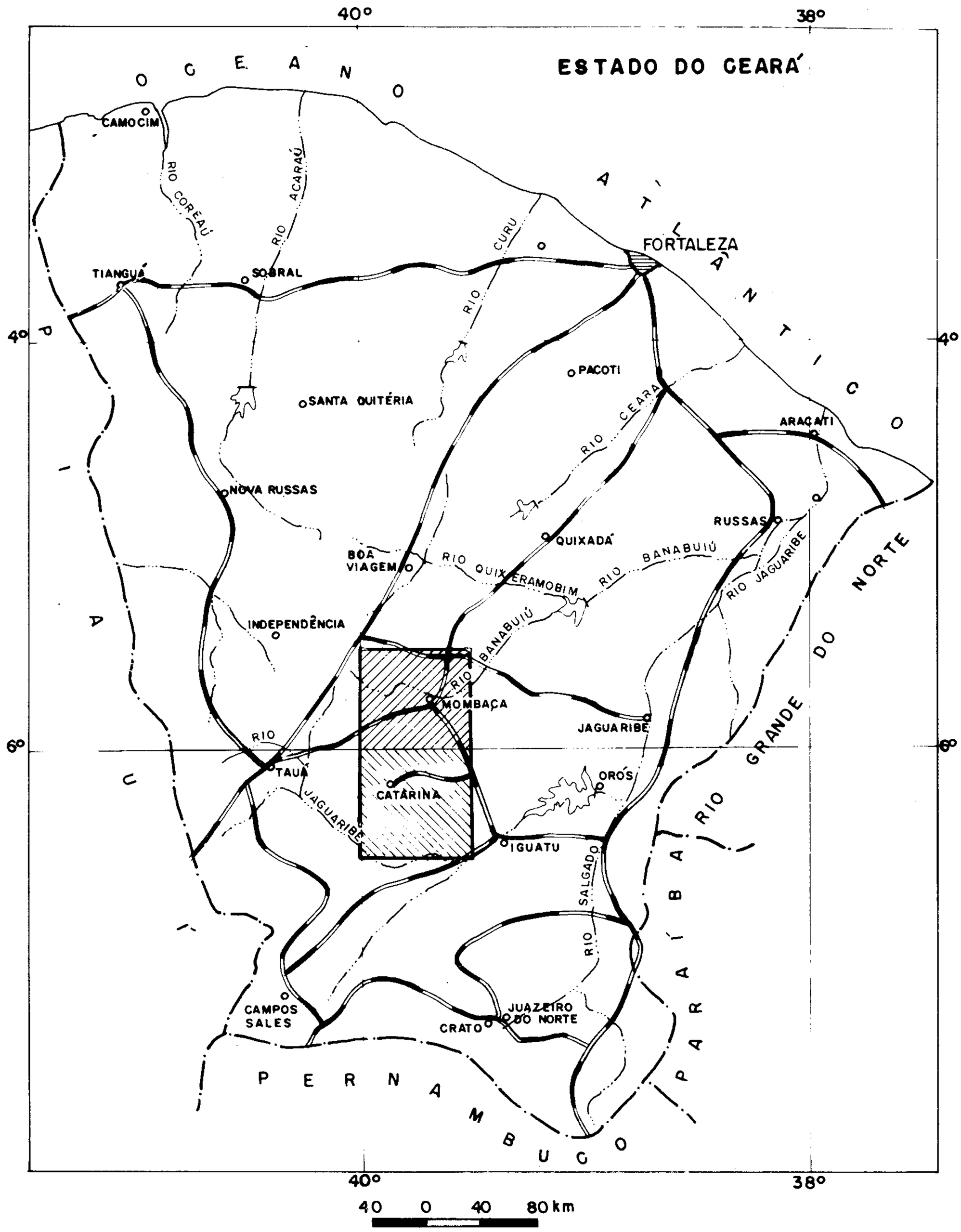


Figura I.1.2 – Mapa de situação.

Algodão (CE-013/021) até a cidade de Acopiara, de onde se parte em direção a Catarina pela CE-170, num percurso total de aproximadamente 390km, em rodovias pavimentadas, ainda que com trechos onde o asfalto exibe uma má conservação (figuras I.1.2 e I.1.3).

A malha viária entre Catarina e as demais cidades (exceto Acopiara) e vilas é feita por estradas de terra com razoáveis condições de transitabilidade nos períodos secos (figura I.1.3). Já as estradas secundárias, ligando os sítios e fazendas, são normalmente ruins, principalmente no período das chuvas e em terrenos acidentados.

Por via aérea, o deslocamento para a área pode ser efetuado em aeronaves de pequeno porte, pois existem campos de pouso, com pistas de terra em boas condições, na cidade de Catarina e na vila São Gonçalo (açude Rivaldo de Carvalho), bem como nos municípios vizinhos como Acopiara, Jucás, Saboeiro e Arneiroz.

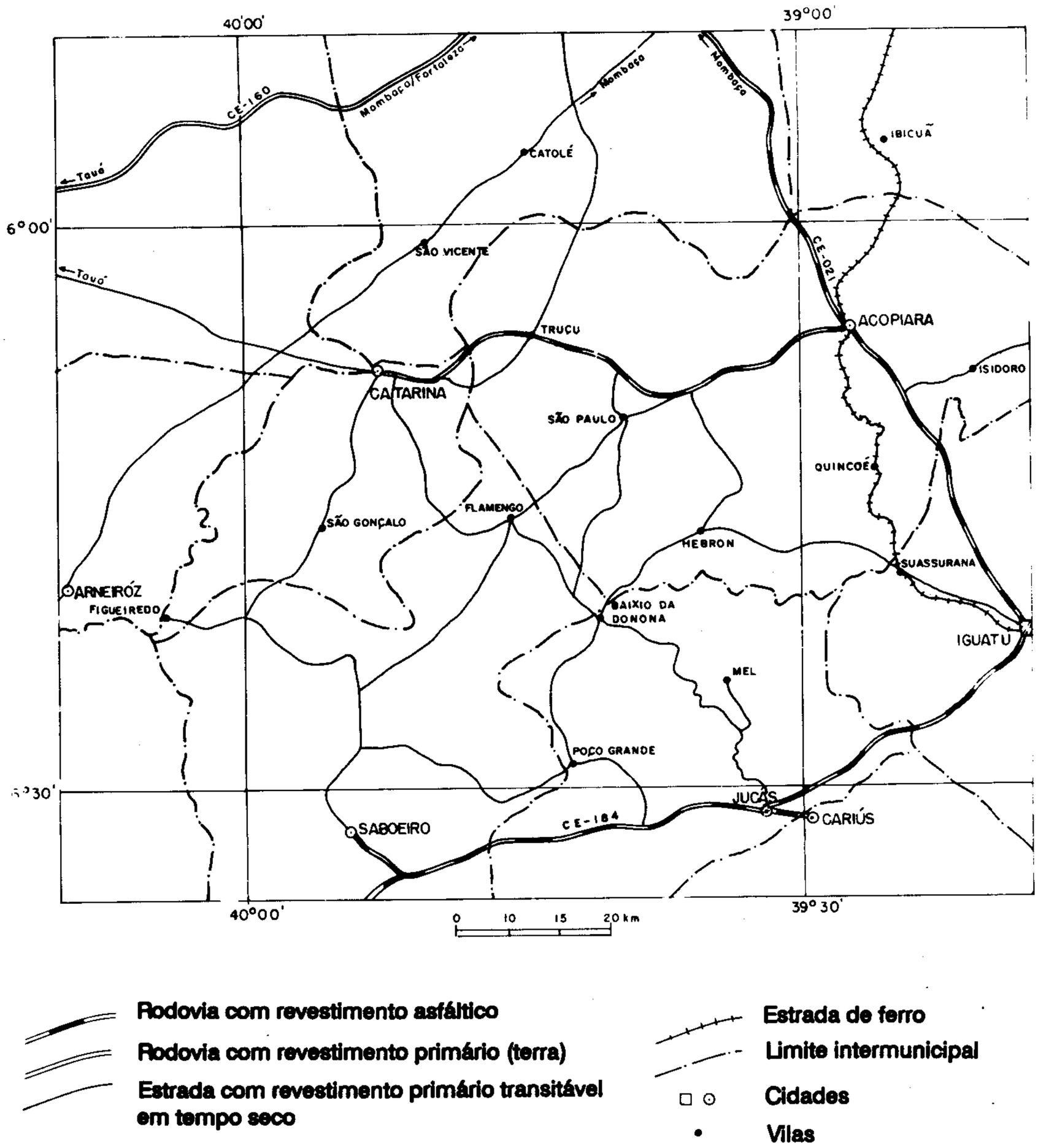


Figura I.1.3 – Quadro intermunicipal e principais acessos rodoviários.

1.5 Aspectos socioeconômicos

A área está inserida no Sertão Cearense, mais precisamente nos domínios das microrregiões homogêneas dos Inhamuns e de Iguatu (Martins et al., 1986), com seus aspectos socioeconômicos intrinsecamente vinculados às adversidades do fator climático, que apresenta temperaturas elevadas, chuvas escassas e mal distribuídas e, por via de regra, seca inclemente.

É nessa paisagem do semi-árido que o elemento humano nativo, antes de se abater, agiganta-se, colocando no labor e no amor à terra a força de seu braço, conformando o que dele disse Euclides da Cunha: "O sertanejo é antes de tudo um forte" (Os Sertões, p. 101).

O binômio agricultura-pecuária caracteriza a economia básica da região, com uma ligeira diferenciação na cidade de Iguatu (fora dos limites da área, mas nas proximidades), onde pequenos núcleos industriais começam a se desenvolver. A agricultura ainda é explorada de modo rudimentar, subordinada às condições climáticas, destacando-se o plantio de algodão, bem como as culturas de subsistência como feijão, milho, mandioca, melancia e arroz (estes nas baixadas). A pecuária apresenta grande importância na economia, suplantando, às vezes, a agricultura (Souza & Braga, op. cit.). A criação de bovinos e suínos é feita em caráter extensivo, principalmente para o abate nas cidades ou vilas. Quando muito, há uma rudimentar venda de leite bovino e um ou outro abate de ovinos.

A atividade extrativista mineral é praticamente nula ou pouco significativa, resumindo-se a pequenas escavações, onde se garimpou ametista (região nordeste), e pequenos fornos onde se calcina calcário cristalino para o fabrico de cal, com distribuição por toda a área. Ocorre ainda uma mina de magnesita, já fora da área mapeada, porém no seu limite sudeste, pertencente à Magnesium do Brasil, e atualmente paralisada.

Algumas indústrias de pequeno porte, principalmente de beneficiamento de couro, leite, algodão, arroz e extração de óleos vegetais, e fabricação de móveis, encontram-se instaladas na região, mormente em Iguatu, Acopiara e Jucás.

A cidade de Catarina, a única na folha homônima, apresenta um quadro populacional urbano da ordem de 10.000 habitantes, com uma infra-estrutura ainda incipiente, mas

servida por luz elétrica (COELCE), água tratada oriunda de poços tubulares (CAGECE), seviços de comunicações por intermédio dos Correios e Telégrafos, bem como telefonia através de uma pequena rede local (gerenciada pela Prefeitura) e posto de telecomunicações da TELECEARÁ, com ligações intermunicipais e interestaduais pelo sistema DDD.

No transporte rodoviário, é servida por uma linha diária para Fortaleza (partida/chegada), uma para Iguatu e outra para Mombaça, todas elas via Acopiara. Apresenta, ainda, um campo de pouso com pista de chão batido para descidas de aeronaves de pequeno porte.

Em relação à saúde, Catarina conta com um pequeno hospital, uma maternidade, e pequenos postos de saúde, em grande parte fechados e situados na zona rural. O aspecto sanitário é uma lástima, pois grande parte da população compra água de açude distribuídas em carros-pipas e não conta com serviços de esgoto; porém, a Fundação SESP implantou milhares de fossas sépticas na cidade e região. O calçamento é precário, em torno de dez ruas, sem galerias para águas pluviais, interligando quatro praças, um Centro Social Urbano e dois clubes sociais.

O mesmo quadro desolador pode ser estimado para a educação, onde a rede escolar é constituída de oito escolas de primeiro grau maior, e em torno de uma centena de pequenas salas de aulas para primeiro grau menor, distribuídas nas vilas e sítios.

Os serviços bancários estão presentes através de um banco oficial e outro privado. Somam-se, ainda, serviços de abastecimento de combustíveis (gasolina, óleo diesel, álcool e gás de cozinha), pequenas pensões, matadouro, mercado público e oficinas mecânicas.

As vilas de Truçu, São Paulo, Flamengo, Mel e São Gonçalo são as mais evoluídas, contando com eletrificação COELCE/CHESF, posto de saúde (geralmente sem médicos), chafarizes (geralmente com águas salgadas), agência dos Correios e Telégrafos e rádios VHF, escolas de primeiro grau menor, linhas de ônibus diárias para Acopiara ou Iguatu e população entre 1.000-2.500 habitantes. Em Truçu, há subprefeitura, posto telefônico, escola de primeiro grau maior, delegacia de polícia e rodovia asfaltada (Acopiara-Catarina), sendo a única transitável no inverno. Na vila São Gonçalo, o destaque é o açude Rivaldo de Carvalho, do DNOCS.

As vilas de Vicente, Hebron, Baixio da Donana e Poço Grande, com população em torno de 500 habitantes, possuem energia da eletrificação rural, e contam com pequenas escolas (duas salas) para a educação básica (alfabetização), além de agência dos Correios e Telégrafos, postos de saúde abandonados, chafarizes com água salgada, estação de rádio VHF, e ficam ilhadas no período de chuva, pois as estradas de terra estão em péssimas condições.

Na região, algumas cidades são polos de "microrregião de desenvolvimento" (como Iguatu, a leste da folha mapeada), mas algumas estão bem próximas dos limites da área e são bem desenvolvidas, como Acopiara e Jucás (Mombaça um pouco mais distante) e outras menores, do mesmo diapasão de Catarina, como Saboeiro e Arneiroz (figura I.1.3).

1.6 Clima e vegetação

A folha estudada está inserida no contexto do sertão cearense, na zona de predominância dos climas tipos Bsw'h' e Aw' (figura I.1.4) da classificação de Koppen que, de um modo geral, apresenta clima quente, semi-árido, com chuvas prolongando-se até o outono (Bsw'h') e clima tropical chuvoso, quente e úmido, com chuvas de verão e

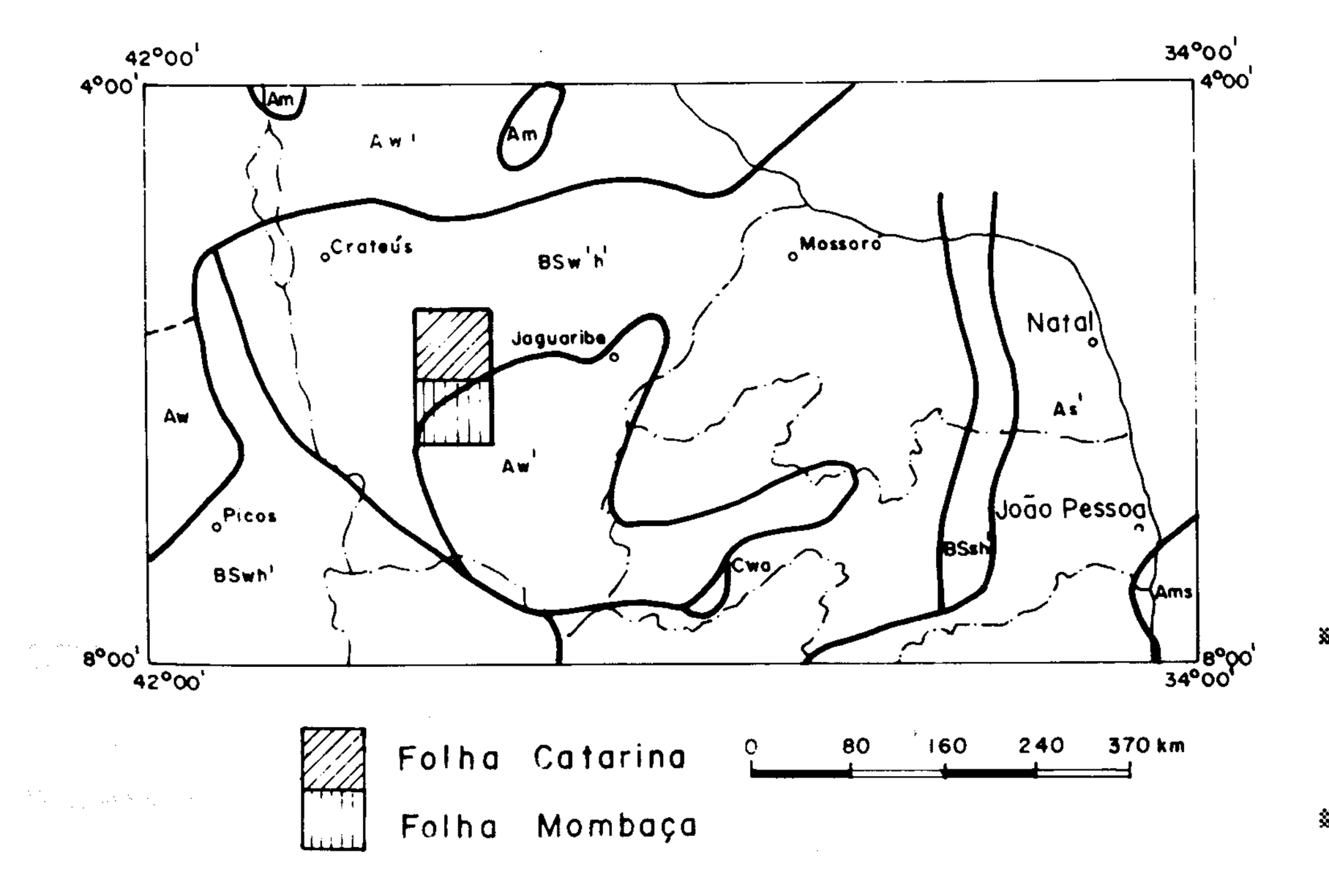


Figura I.1.4 – Tipos de climas segundo a classificação de Koppen. Fonte: Atlas climatológico do Brasil (1969; apud: Souza et al., 1981).

máximas precipitações no outono (Gomes et al., 1981). As taxas anuais de evaporação são maiores que as de precipitação, com períodos das chuvas iniciando-se em janeiro e prolongando-se até abril.

Outra característica da região é a irregularidade das precipitações pluviométricas que, além de escassas, são mal distribuídas, com médias anuais em torno de 600mm, distribuindo-se entre janeiro e março, período considerado de "inverno", podendo excepcionalmente chegar a junho (Souza & Braga, 1984).

As temperaturas são elevadas, com médias mensais da ordem de 25 a 26C, no mês considerado mais frio, e entre 30 e 35C, no mês mais quente. De modo geral, a variação da temperatura raramente ultrapassa a amplitude de 5C, mantendo-se, assim, quase constante, às vezes por até 9 ou 10 meses, nos períodos de seca inclemente. Porém, o comum é uma média anual em torno dos 27,5 a 28C, ao longo de todo o "verão", ou estação seca, onde a região apresenta uma elevada taxa de evaporação da água acumulada nos rios, riachos e açudes, durante o período chuvoso.

Na área serrana de Catarina, as temperaturas são mais amenas, principalmente à noite, devido ao fenômeno orográfico e à direção do vento (Azevedo & Moreira, 1981).

A vegetação nativa é fundamentalmente influenciada pelo clima e, assim, condicionada pela desigualdade das precipitações pluviométricas e pelos solos, resultando daí uma vegetação típica do semi-árido, com predomínio da caatinga xerofítica de pequeno a médio porte, representada por cactáceas e tipos arbustivo-arbóreos. Dentre as arbustivo-arbóreas encontram-se aroeira (Anacardinácea sp.), angico (Piptadenia oblíqua Macbr.), juazeiro (Ziziphus joazeiro Mart.), catingueira (Caesalpinia pyramidalis), pereiro (Aspidosperma pyrifolium Mart.), jurema (Mimosa sp.), mofumbo (Combretum leprosum), marmeleiro (Maprounca brasiliensis), oiticica (Licania rigida Benth.), pau-branco (Auxemma oncocalix), macambira (Bromalia laciniosa, Mart.), velame (Croton argyrophytoides Muell., Arg.) e canafístula (Pithecellobium sp.). Além desses, tem-se como cactáceas mais comuns o mandacaru (Cereus jamacaru), o xique-xique (Opuntia brasiliensis), o facheiro (Pilosocereus piauhyensis, Gurke, Byl et Towl.) e a coroa-de-frade (Melocactus bahiensis Werd.). Dentre as espécies vegetais consideradas como culturas de subsistência, encontram-se algodão, milho, feijão e arroz (Torres et al., 1973; e Gomes et al., op. cit.).

1.7 Solos

Na região investigada os solos refletem duas condicionantes principais: as condições climáticas e as litologias das quais derivam. Segundo Leite & Marques (1986), na área de interesse são encontrados solos podzólicos Vermelho-Amarelo Eutrófico, entre Jucás e Flamengo, Saboeiro e São Gonçalo, a noroeste de Catarina e entre as serras do Maia e de Flamengo, os quais são moderadamente profundos a profundos, com textura média, normalmente apresentando elementos estruturais, exibindo ainda coloração avermelhada ou amarelada e bom potencial agrícola para culturas de subsistência. Entre Catarina-Chatinho-Chapada, Truçu-Flamengo-Baixio da Donona e São Paulo-Hebron-Mel-Acopiara, ocorrem geralmente solos LitÓlicos, rasos, normalmente pedregulhosos e quase que assentados sobre a rocha, exibindo uma textura variando entre arenosa e siltosa, bem drenados, porém susceptíveis à erosão, e bons para o plantio de milho, feijão e algodão.

Já Souza et al. (1981) reconhecem na mesma área, solos tipo Vertissolos nas regiões de rochas básicas e calcários; Latossolos Vermelho-Amarelo nas regiões onde ocorrem as pequenas coberturas; e solos Aluviais, originados de sedimentos fluviais recentes, principalmente ao longo dos rios Jaguaribe e Truçu.

1.8 Hidrografia

As adversidades climáticas refletem diretamente nas condições hidrográficas da região, impondo aos rios e riachos regimes intermitentes, fluindo somente durante a época das chuvas.

A área é coberta por uma rede de drenagem que pertence a duas bacias hidrográficas (figura I.1.5) - a do alto Jaguaribe e a do alto Banabuiú (este, em termos regionais, também incluído na bacia hidrográfica do rio Jaguaribe) - separadas, grosso modo, pela serrania de Catarina que serve como divisor de águas. A bacia do alto Banabuiú localiza-se na porção NW e tem como maior tributário o riacho Cacondé, que corre no sentido SW-NE, com uma drenagem controlada pela Zona de Cisalhamento Dúctil de Senador Pompeu (ZCSP). Os afluentes do Cacondé já são de 3ª. e 4ª. ordens, não tendo mais nenhum destaque.

Na bacia do alto Jaguaribe, merecem destaques o próprio rio Jaguaribe, que corre ao sul da área mapeada, e o rio Truçu, que flui na região norte-centro-leste da área. O rio Jaguaribe representa o nível de base regional, penetrando na área pelo extremo-sudoeste, descendo até Saboeiro (fora da folha Catarina), e voltando a aparecer na região de Poço Grande, formando um pequeno semicírculo, e saindo da área em direção a Jucás; porém, nunca se afastando do limite meridional da folha. Nesse trecho, seus principais tributários, pela margem esquerda, são os riachos Tamanduá, Gangorra, do Saco, da Viúva e do Eusébio, bem como seus afluentes, que correm, grosseiramente, de norte para sul.

Na porção ocidental, praticamente todas as drenagens convergem para o açude Rivaldo de Carvalho, destacando-se alguns tributários de 3ª. ordem, como os riachos Condado, com nascentes a sul de Catarina, Fundão e Caiçaras, com nascentes a oeste de Flamengo, que após se juntarem para formar o açude, continuam sob a denominação de Condado, correndo para oeste até Arneiroz, onde deságua num afluente de 1ª. ordem, pela margem esquerda, do rio

Jaguaribe (figura I.1.5).

O rio Truçu tem nascente a NE de Catarina, próxima à vila São Vicente, descendo da região serrana em direção à planície de Truçu e daí até a vila Saõ Paulo, numa direção aproximada de noroeste-sudeste, dissecando todo o relevo e recebendo tributários, à esquerda e à direita. Após São Paulo, exibe uma postura grosseiramente leste-sudeste em direção a Suassurana e ao rio Jaguaribe, a norte de Iguatu. Seus maiores tributários pela margem esquerda, são os riachos Timbaúba, Sabonete e Ramalhete-Maia, correndo de norte para sul, e, pela margem direita, os riachos Saco Grande, Varjota, Cachoeira, Cajazeiras e Quincolé, fluindo aproximadamente de sudoeste para noroeste. Os riachos Queimadas, dos Cavalos e Suassurana formam o rio Areré, que corre para leste e é afluente, pela margem direita, do rio Truçu, já fora dos limites da área (figura I.1.5).

No geral, o padrão de drenagem é dendrítico, com expressões locais de padrão retilíneo-retangular, em decorrência de uma evolução controlada por estruturas tectônicas. O relevo dissecado por esses rios e riachos exibe tendência a formar um nível de base inferior à cota de 300m, ficando os tratos serranos de Catarina, São Domingos e Flamengo com cotas acima dos 500m. Enquanto isto, as cristas quartzíticas, representadas pelas serras do Maia, da Moca, do Flamengo, da Maior, do Imbrejado, do Mota, da Penha e da Estrela, podem chegar a cotas entre 600-700m, que, juntamente com outros acidentes topográficos, funcionam como divisores d'águas.

1.9 Compartimentos e formas de relevo

A área investigada está encravada no sertão sul do Ceará e, como tal, assentada sobre terrenos constituídos de rochas cristalinas predominantemente metamórficas. Para Souza (1986), a modelagem do relevo da região apresenta características que tiveram como condicionante a influência de fatores geológico-estruturais, paleoclimáticos e de drenagem.

Segundo o "Mapa Geomorfológico das Folhas Jaguaribe/Natal" (RADAMBRASIL, 1981), a região em epígrafe situa-se no Planalto Sertanejo, que se comporta como um patamar intermediário entre as superfícies cimeiras e os pediplanos. Ramalho (In: Cavalcante et al., 1983) a inclui nos domínios morfológicos dos "Planaltos Isolados" e "Relevos Residuais", os quais se sobressaem, na superfície dissecada, em cristas estruturais e vales alongados. No

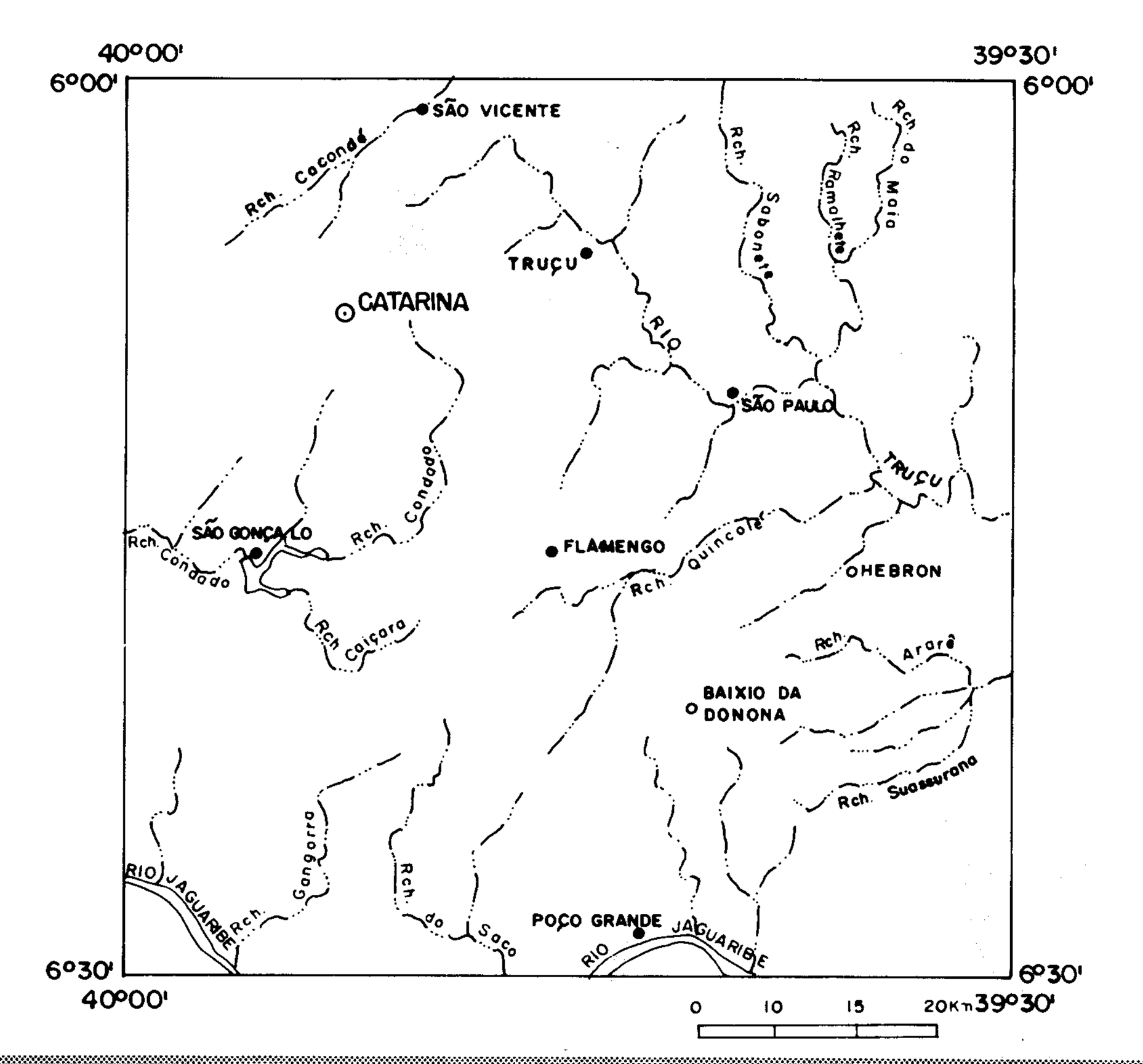


Figura I.1.5 – Principais cursos d'água.

Atlas do Ceará, Souza (op. cit.) apresenta a região como pertencendo à "Depressão Periférica Interplanáltica", submetida a processos de pedimentação, e aos "Maciços Residuais" dissecados.

Os terrenos cristalinos da área são bastante antigos, arqueanos e proterozóicos, incluindo litologias variadas como gnaisses, migmatitos, xistos, quartzitos e calcários cristalinos, bem como uma ampla distribuição de magmáticas granitóides, composicionalmente de natureza diversa, metamorfizadas ou não; mostrando, no conjunto, feições morfoestruturais bem distintas, exemplificadas nas cristas quartzíticas. A esculturação do relevo também teve sua evolução comandada ao sabor de um regime climático semi-árido, que envolve a degradação de uma superfície por uma morfogênese mecânica com a coalescência da rede de drenagem controlada pelas estruturas tectônicas.

As clássicas subdivisões das superfícies de aplainamento não são reconhecidas na região. Apenas podem ser tomadas como referenciais as superfícies da Ibiapaba-Borborema (800-1.000m) e Sertaneja (80-400m) de Ab'Saber (1969). Em consonância com as observações de campo e das imagens aéreas (radargramétricas e de satélite), bem como de análise do Mapa Altimétrico Simplificado (figura I.1.6) da Folha Catarina (SB.24-Y-B-II), achou-se de bom alvitre adotar como base para o estudo do relevo da área a subdivisão apresentada pelo Mapa Morfológico da Folha Iguatu (SUDENE-SCET, 1967; figura I.1.7), com ligeiras modificações. Partindo-se deste, foram marcados, para a Folha Catarina, três grandes conjuntos morfológicos, a saber: 1 - Zona Muito Pouco a Pouco Ondulada; 2 - Zona Muito Ondulada; 3 - Zona Serrana.

A Zona Serrana (figura I.1.7) corresponde aos relevos mais elevados da área, com altitudes superiores a 500m, culminando com cotas próximas aos 800m nas serras do Flamengo, do Maia, da Penha etc. Sua distribuição ocorre na porção nordeste, centro-sul e noroeste-ocidental, abrangendo feições de "maciços residuais dissecados" (Souza, op. cit.) com feições de cristas, colinas e "altiplanos". As cristas têm como suporte rochas quartzíticas, geralmente com formas de *hogback*, linearmente orientadas no sentido norte-sul e nordeste-sudoeste, destacando-se muito na paisagem (foto 1). As formas colinosas são constituídas de rochas granitóides e/ou ortognáissicas como na serra do Marruás e entre Catarina e a Vila Vicente, bem como na região de Saõ Domingos, ao sul da vila São Gonçalo (açude Rivaldo de Carvalho). Os pequenos planaltos residuais são característicos de uma região elevada, com cotas acima dos 500m, que abrange toda a área aos arredores da cidade de Catarina, começando a oeste de Truçu e estendendo-se até a Zona de Cisalhamento de

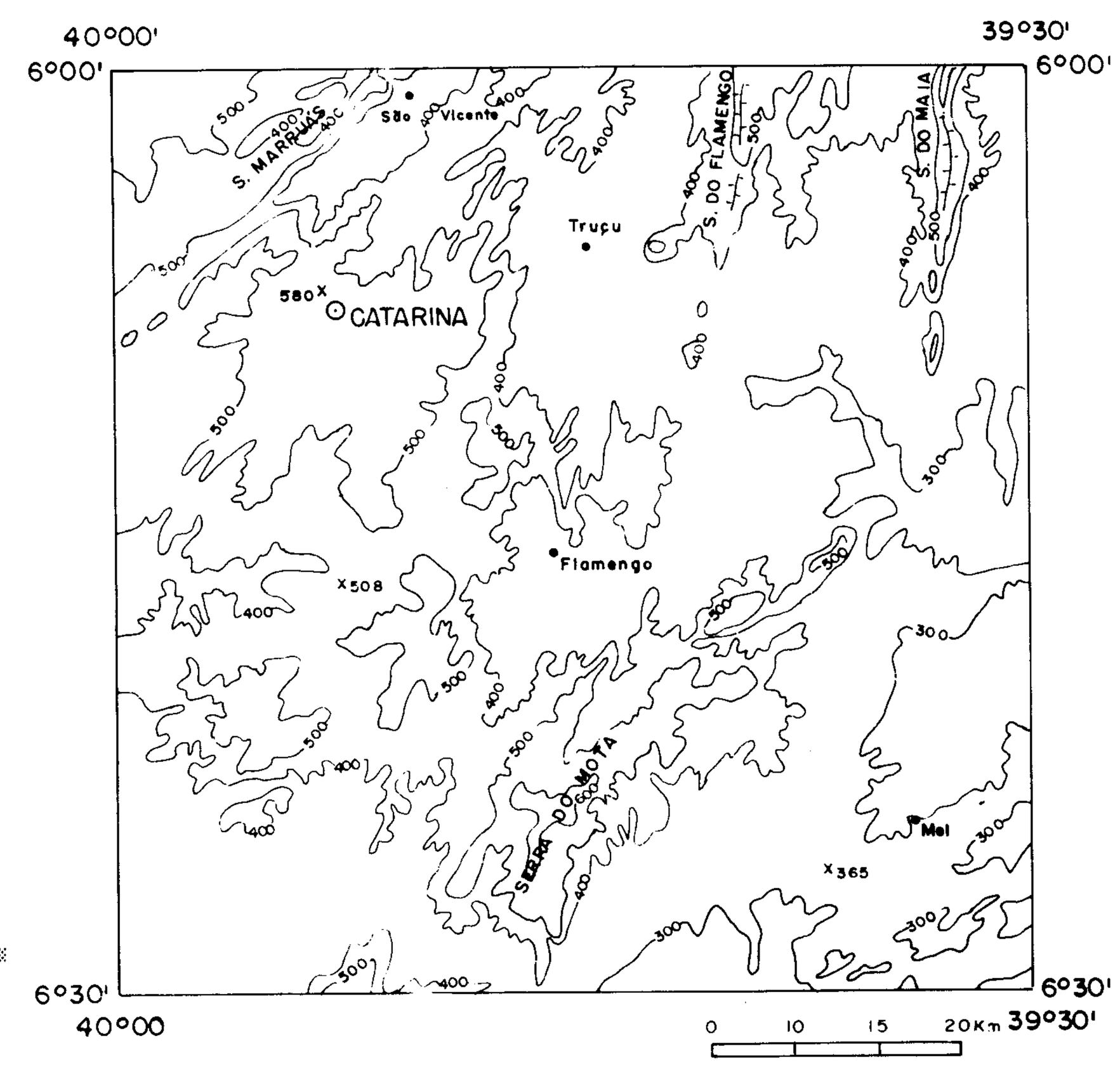
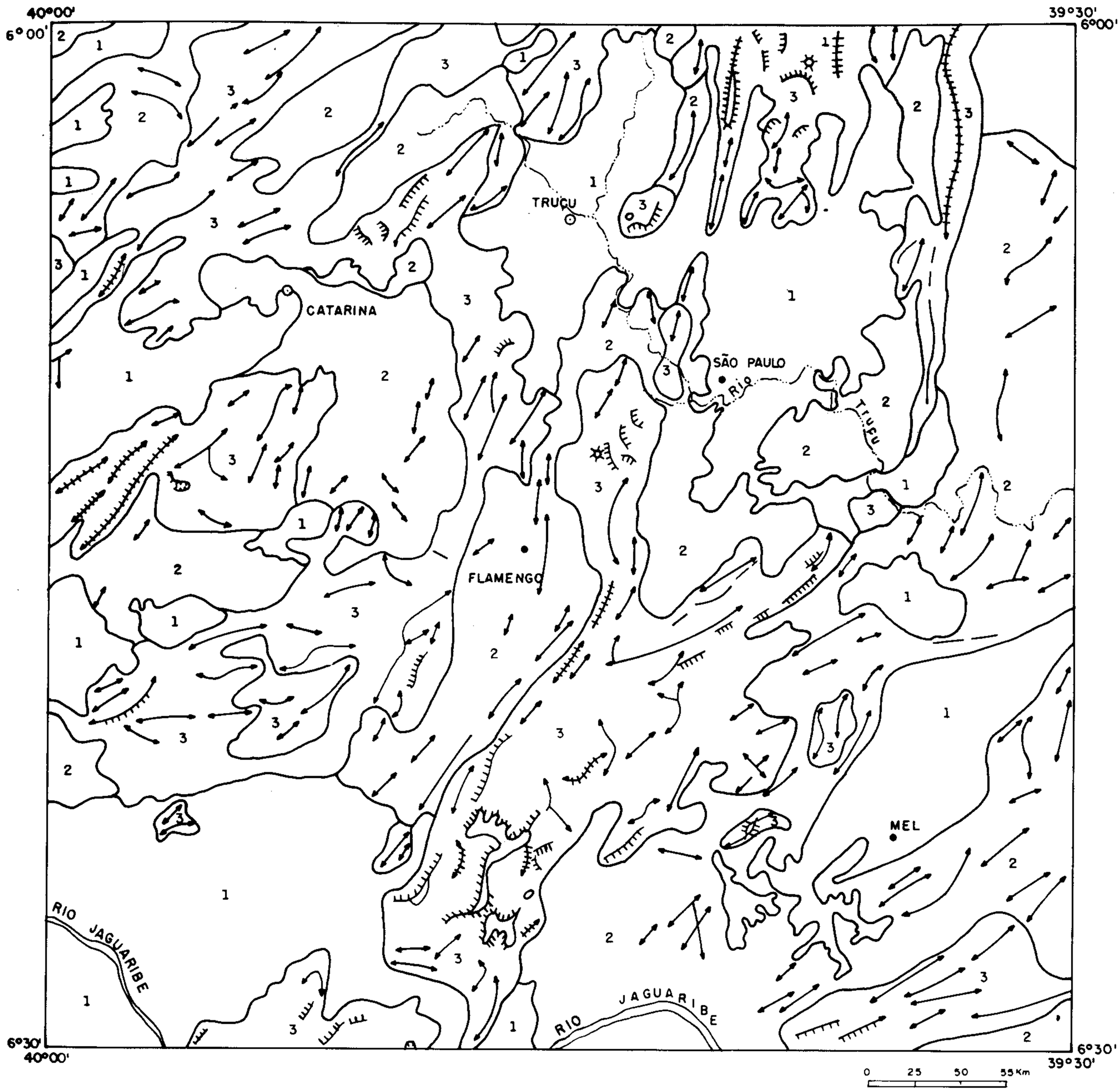


Figura I.1.6 – Mapa topográfico simplificado. Curvas de nível de 100 em 100m.



Escarpas

Alinhamento de cristas

Testemunho

Limite entre zonas de relevo

Figura I.1.7 – Compartimento de relevo. 1 Zona muito pouco a pouco ondulada (pedimentos em via de rejuvenescimento), em parte ao nível da chamada "Depressão Sertaneja". 2 Zona muito ondulada, com interflúvios colinosos e em cristas. 3 Zona serrana (restos de planaltos).

Senador Pompeu ou até às proximidades de São Gonçalo (porção ocidental), formando uma singular feição homogênea, com algumas serras em destaque, onde as cotas podem chegar aos 600-650m, como nas serras da Baixa Verde (foto 2), da Impueira, da Catarina, da Catingueira, do Funil e do Riacho Seco. Nesse conjunto morfológico impõem-se, também, fatores litológicos e estruturais de direção sudoeste-nordeste, onde as rochas são de natureza diversa como gnaisses, migmatitos, granitos, quartzitos. A dissecação fluvial é marcada por uma drenagem ora dendrítica divergente, ora retilínea, e controlada por estruturas tectônicas, formando vales apertados ou em "V".

A denominada Zona Muito Ondulada (figura I.1.7) corresponde à região onde os valores altimétricos variam entre os 350-500m, ocupando quase 40% da área mapeada e distribuindo-se por todos os seus quadrantes. O controle

estrutural continua bastante forte, grosseiramente sublinhado por um arranjo dos litótipos segundo a direção sudoeste-nordeste; porém, aqui, o entalhamento já está em grau mais avançado - os vales já têm tendência a uma forma de "U" - e a drenagem já se apresenta, em sua maior parte, com padrão dendrítico. A litologia é dominantemente gnáissico-migmatítica, com relevos mais colinosos bordejando os compartimentos serranos, como no extremo-noroeste e toda porção norte-ocidental, ou seja, toda uma superfície elevada e ondulada entre 400-500m. Entre 300-400m, as formas de relevo ainda podem ser consideradas do tipo muito ondulado, porém já são mais dissecadas e apresentam os topos mais planos, com drenagem dendrítica e vales de fundos achatados ou em "U", com litologias maiormente gnáissico-migmatíticas, tendo as vilas de Truçu, Flamengo, São Paulo, Mel e todo o extremo-sudoeste assentados neste domínio morfológico. Vale salientar que os rios principais, Jaguaribe e Truçu, correm nesse domínio, dissecando-o e ensejando o aparecimento de cotas abaixo dos 300m, já pertencentes à Zona Pouco Ondulada ou Depressão Sertaneja (Prates et al., 1981).

A terceira subdivisão, denominada Zona Pouco a Muito Pouco Ondulada (figura I.1.7), ocorre na porção E-SE e está representada por cotas abaixo dos 300m, formando superfícies deprimidas e aplainadas, dissecadas por vales bem abertos, de fundos planos e consideradas como depressões interplanálticas da Depressão Sertaneja (Ab'-Saber, op. cit.), cujo nível de base regional é o rio Jaguaribe na bacia de Iguatu, vizinha a leste. As rochas são indistintamente arrasadas, mantendo formas de relevos levemente onduladas, com alguns alinhamentos discretos e vales com aluviões e terraços fluviais bem desenvolvidos.

1.10 Trabalhos anteriores

O nível dos conhecimentos geológicos sobre a área estudada, estabelece-se, preferencialmente, em trabalhos fotogeológicos e de mapeamento geológico em escalas de reconhecimento e de síntese (1:250.000, 1:500.000 e 1:1.000.000).

As primeiras referências sobre a estratigrafia do estado do Ceará devem-se a Crandall (1910), que reconheceu, em diversos compartimentos geológicos do Nordeste brasileiro (estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará), um "Complexo Fundamental" constituído de "gnaisses e outros xistos cristalinos" e a "Série Ceará", de idade paleozóica, e formada de "antigos xistos argilosos com quartzitos, arenitos e calcários, sendo esses últimos transformados em mármores". Logo após esse trabalho, Mindello (apud Oliveira & Leonardos, 1943) salientou a semelhança das rochas da "Série Ceará" com as da "Série Minas", inseridas no Algonquiano. Enquanto isso, Moraes (1924) coloca os metamorfitos da "zona de Orós" na "Série Ceará", considerando-a correlacionável à "Série Minas", do Proterozóico (Algonquiano).

Na década de 60, aparecem os trabalhos de Moraes et al. (1962), Kegel (1965) e Suszczynski (1966), com o primeiro versando sobre o reconhecimento fotogeológico da Região Nordeste do Brasil (sendo de interesse, para o estudo em questão, as folhas Quixeramobime Iguatu), e os outros dois envolvendo temas estratigráficos, estruturais e tectônicos, relativos à mesma região. Ainda, dessa década, é o estudo de Barreto (1967), que descreve a "Série Ceará", na área de Independência (CE), como constituída pelos grupos Cruzeta, Independência e Ematuba, e os da Escola de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco (Fonseca, 1969; Andrade, 1969; e Granja de Andrade, 1969), que reconhecem o conjunto rochoso da região de Tróia (CE) como formado de litótipos do Arqueano Inferior e Superior, e do Proterozóico (Parte II - Capítulo 1).

Já na década de 70, os trabalhos são sobretudo, de cunho regional, destacando-se os de Brito Neves (1975) e Campos et al. (1976), tendo-se em área contígua, pelo lado ocidental, a obra de Oliveira et al. (1974). O primeiro, direcionado à "Regionalização Geotectônica do Pré-Cambriano do Nordeste", classifica e caracteriza, nos mais amplos e diferentes aspectos - estruturais, petrológicos, litostratigráficos e geocronológicos -, os diversos compartimentos geológicos do Nordeste brasileiro; sendo formulada uma divisão em maciços medianos e faixas de dobramentos, relacionados ao Ciclo Brasiliano. O segundo, tratando-se de um mapeamento geológico na escala 1:250.000, reparte as rochas pré-cambrianas da Folha Catarina entre "Complexo Caicó, Grupo Ceará" e "Rochas Plutônicas Granulares". Anteriormente, Brasil (1971) e Santos (1972), este especialmente baseado em informações prestadas pelo levantamento hidrogeológico das folhas Jaguaribe SW (Cruz & França, 1971) e Jaguaribe SE (Albuquerque, 1971), na escala 1:500.000, já havia colocado as faixas xistosas da porção meridional do Ceará no grupo homônimo (Parte II - Capítulo 1).

Gomes et al. (1981) modificam a coluna estratigráfica proposta por Campos et al. (op. cit.), criando os complexos Nordestino e Itatira, para abarcar expressivos tratos gnáissico-migmatíticos e quartzito-xisto-gnáissicos, antes relacionados aos complexos Caicó e Tamboril-Santa Quitéria e ao Grupo Ceará (somado a frações do Complexo Independência), respectivamente. Os mesmos autores estabelecem o Complexo Pedra Branca para incluir a maior parte do Complexo Independência, sublinhado por uma "sequencia" preferencialmente ortoderivada.

Schobbenhaus et al. (1981; 1984), Cavalcante et al. (1983), em mapas geológicos de síntese, mostram algumas variações para a litostratigrafia do estado do Ceará, mormente no que tange ao Grupo Ceará.

Por seu turno, Pessoa & Archanjo (1984) sugerem para a área de Tróia e vizinhanças uma divisão litostratigráfica informal representada pelas unidades A, B, C e D (Parte II - Capítulo 1), e descrevem sobre três fases deformacionais e de um arranjo estrutural identificado ao estilo *Thrust Nappes*, relacionado à segunda fase; além de recon-

hecerem, na presença de sedimentos de fácies profunda e precipitados químicos interacamados com derrames basálticos, com possíveis estruturas *pillow*, indicadores de "uma evolução a partir de um ambiente tipo crosta oceânica". Essa mesma área, somada a outras contíguas pelos diversos lados, foi trabalhada por Gomes et al. (1984), em escala de semidetalhe, para pesquisa do potencial mineral de alvos geoquimicamente anômalos, sendo adotada uma coluna estratigráfica que mescla aquela aplicada por Gomes et al. (op. cit.) com as de Campos et al. (op. cit.), apontando uma evolução geológica onde a estruturação em *nappes* é relacionada à primeira fase deformacional.

Em 1986, Pessoa et al., em artigo sobre "Contribuição ao Estudo da Evolução Geocronológica do Maciço de Tróia", mostram e apreciam os resultados de 49 determinações radiométricas, posicionando as unidades paraestratigráficas desse maciço, especialmente no Arqueano, estando o Proterozóico Inferior (Ciclo Transamazônico) representado por granitos, veios hidrotermais e migmatitos. Nesse mesmo ano, Caby & Arthaud (1986) esquematizam e simplificam a geologia do estado do Ceará, exibindo a área da Folha Catarina como de afloramentos do Grupo Ceará (Proterozóico Superior) e de Embasamento Arqueano. Enquanto isso, Brito Neves (1986) apresenta uma expansão do "Maciço" de Tróia até a Zona de Cisalhamento Senador Pompeu (ZCSP), além de fazer considerações sobre a evolução proterozóica superior da região nordestina.

Macedo et al. (1988) exibem um estudo a respeito da sequência vulcanossedimentar de Orós, onde são reconhecidas idades do Proterozóico Médio para os componentes metadacíticos e metarriolíticos.

Aos estudos que envolvem problemas de deformação e metamorfismo, adicionam-se os de Hartmann et al. (1988), Arthaud & Hartmann (1986), Arthaud (1986) e Arthaud et al. (1988), tendo-se nos trabalhos de Feitosa Neto & Camelo (1983), Filgueira & Castro Neto (1983), Silva Filho & Domingos (1983) e Torres et al. (1988) informes de geologia geral que interessam especialmente à porção setentrional da Folha Mombaça.

Inerente aos temas metalogênese e recursos minerais, destacam-se os trabalhos executados por Benevides (1983-84) para as folhas Quixeramobim e Iguatu, além dos de Moraes & Campos (1971) e Moraes & Prado (1974).

No campo da geofísica, tem-se os levantamentos cintilométrico e aeromagnetométrico-gamaespectrométrico efetuados por Lopes Júnior (1973) e NUCLEBRÁS (1977), respectivamente.

PARTE II

GEOLOGIA DA FOLHA CATARINA

Capítulo 1
Geologia Regional

por
José Carvalho Cavalcante

1.1 Considerações iniciais

Numa visão regional, a área cartografada representa um pequeno trato do amplo domínio da Região de Dobramentos Nordeste (Brito Neves, 1975; Almeida et al., 1976) ou Província Borborema (Almeida et al., 1977; figura II.1.1), que ocupa uma superfície aproximada de 380.000km^2 do Nordeste brasileiro, onde afloram conjuntos rochosos de intrincada evolução geológica em tempos arqueano-proterozóicos; mostrando limites, a norte e leste, com a Província Costeira, a sul, com a Província (cráton) São Francisco (onde os limites são admitidos de configuração brasiliana), e a oeste, com a Província (Sinéclise) Parnaíba (figura II.1.2).

Nessa Província Borborema, os aspectos mais importantes, em termos de estruturas e plutonismo granitóide, são frequentemente relacionados ao desenvolvimento do Ciclo Brasiliano (Proterozóico Superior-Eopaleozóico), com espaço geodinâmico entre os blocos cratônicos de São Luís (extensão do Cráton Oeste Africano) e do São Francisco (continuidade do Cráton do Congo), a noroeste e sul, respectivamente.

Seus expressivos cinturões de xistos, mormente aqueles que constituem os grupos Seridó e Cachoeirinha-Salgueiro, além do Complexo Casa Nova, têm sido, no Último decênio, motivos de calorosas e promissoras controvérsias, especialmente no que tange ao assunto deformações polifásicas versus mono e policiclismo orogenético. Sob esse clima, Jardim de Sá & Hackspacher (1980), Souza et al. (1979) e Jardim de Sá (1984; 1986; e 1987) defendem para essas faixas uma idade proterozóica inferior, tanto no concernente à vulcanossedimentação como às fases metamórficas e deformacionais principais. Por outro lado, encontram-se os que advogam uma evolução completa no Ciclo Brasiliano (Brito Neves, op. cit.; Almeida et al., op. cit.), além de uma terceira vertente diferenciada da anterior por admitir a existência de sequências plataformais do Proterozóico Inferior, sotopostas às do Proterozóico Superior, deformadas e metamorfizadas, conjuntamente, nesse ciclo (ex: Grupo Jucurutu versus Grupo Seridó, na Faixa de Dobramentos Seridó; Caby, 1984; 1985 - apud Jardim de Sá, 1987; Arcanjo & Salim, 1986). Mesmo assim, os defensores da "Escola Brasiliana" já se inclinam a admitir como verdades geológicas do Proterozóico Superior - Eopaleozóico, inerentes ao tema sedimentação-deformação/metamorfismo, as denominadas faixas de dobramentos marginais Sergipana (grupos Vaza Barris e Estância) e médio rio Acaraú (Grupo Ubajara), adicionadas às sequências molássicas do tipo Palmares e Jaibaras, além do vasto e diversificado plutonismo granitóide de cronologia radiométrica (Rb/Sr e K/Ar) entre 520 e 650m.a (Brito Neves, 1981).

Separando as várias faixas de dobramentos, encontram-se, na Província Borborema, extensos "Maciços" Gnáissico-Migmatíticos-Graníticos, de idades radiométricas (Rb/Sr) distribuídas entre os tempos arqueanos e do Proterozóico Inferior, mostrando retrabalhamento no ProterozÓico Superior.

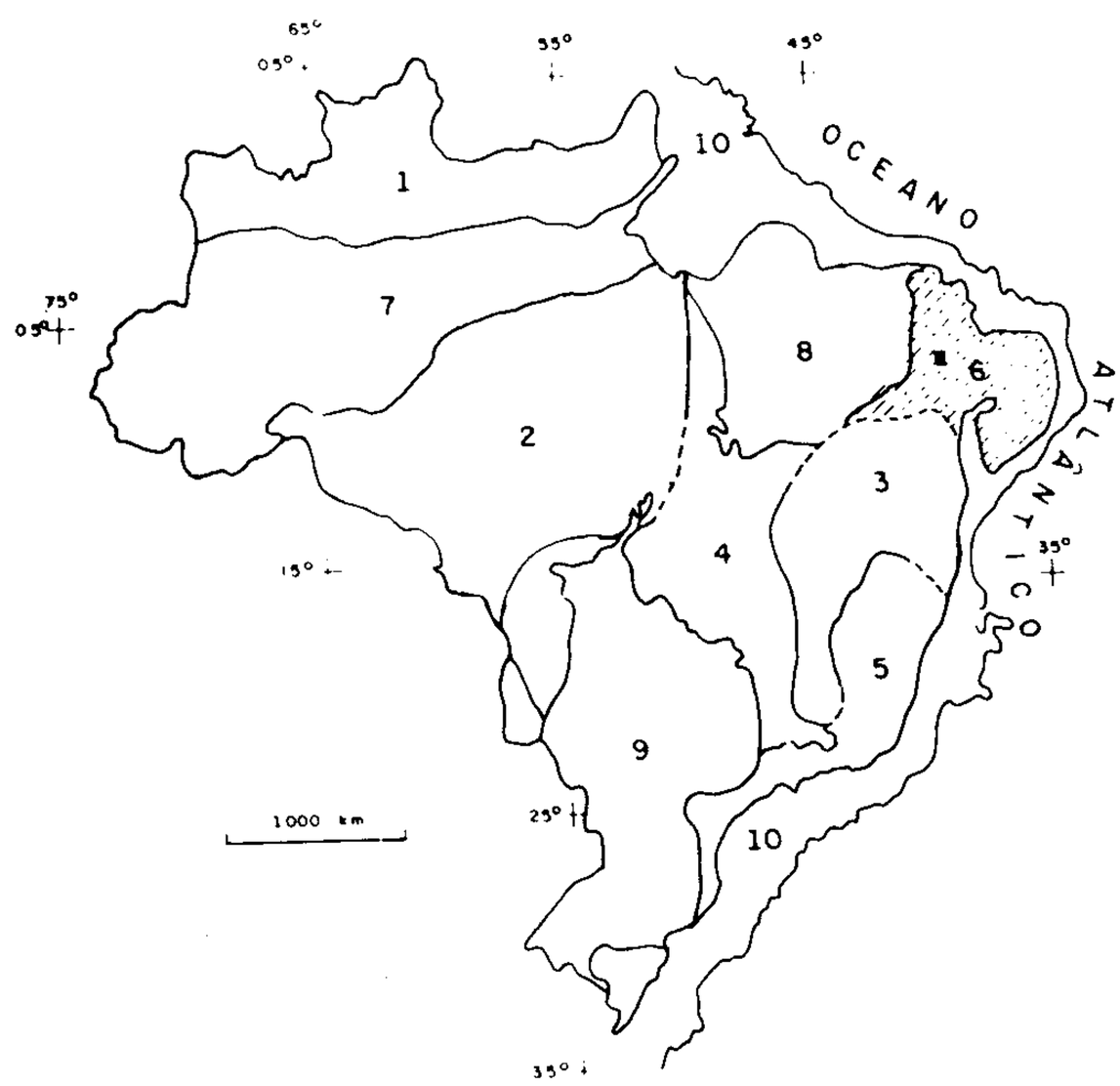


Figura II.1.1 – Províncias estruturais do Brasil Rio Branco, 2 Tapajós, 3 São Francisco, 4 Tocantins, 5 Borborema, 7 Amazônica, 8 Parnaíba, 9 Paraná, 10 Província Costeira c Margem Continental. Localização do Projeto Caratina-Mombaça. (Fonte: Almeida et al., 1977).

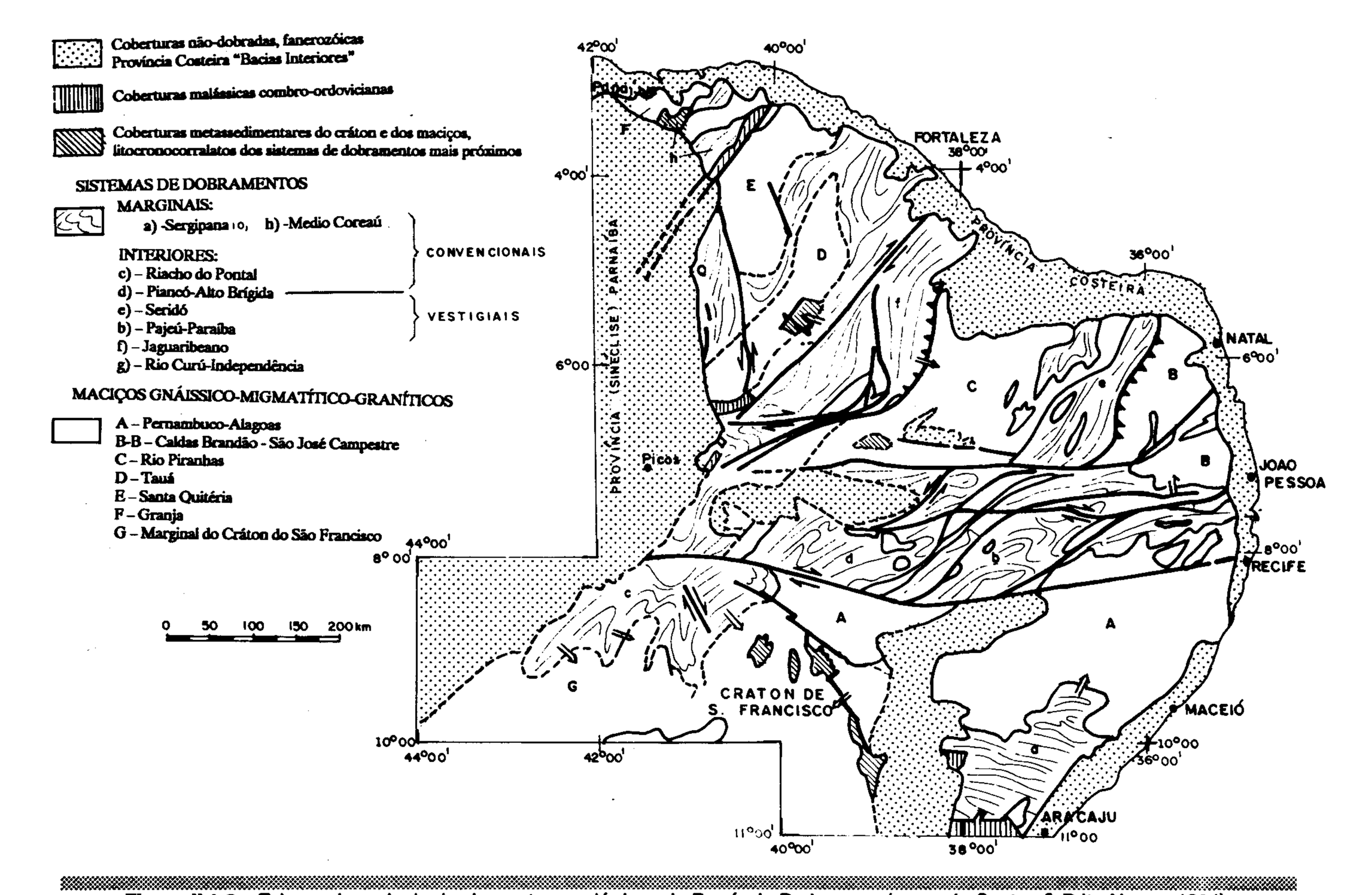


Figura II.1.2 – Esboço dos principais elementos geológicos da Província Borborema (segundo Santos & Brito Neves, 1984).

Dentre as entidades geotectônicas dessa província, as que interessam às folhas Catarina e Mombaça, dizem respeito à Faixa de Dobramentos Jaguaribeana e ao "Maciço" (Geoanticlinal) de Tróia, cujos aspectos mais importantes serão apresentados a seguir.

1.2 O Maciço de Tróia

Trata-se de um segmento de crosta continental emersa representado na esquematização tectono-orogenética de Suszczynski (1966) como "Geoanticlinal do Ceará", posteriormente rebatizada (Suszczynski, 1968; 1972 - apud Gomes et al., 1981) de "Núcleo Antigo do Ceará Central" e "Núcleo Antigo do Pré- Brasilides". Materializa, também, uma significativa fração dos terrenos incluídos por Kegel (1965) no "Bloco Orogenético Santa Quitéria".

Por sua vez, Brito Neves (op. cit.), em seu trabalho sobre a "Regionalização GeotectÔnica do Pré-Cambriano Nordestino", insere os agrupamentos litológicos do centro-oeste cearense, distribuídos numa forma irregular entre Parambu, a sudoeste, e vizinhanças de General Sampaio, a nordeste, numa entidade do tipo maciço mediano ("Maciço Mediano de Tróia"), relacionada ao desenvolvimento da Faixa de Dobramentos Jaguaribeana (incluindo a "Subfaixa" Rio Curú-Independência).

Estudos mais modernos, como o de Santos & Brito Neves (1984; figura II.1.2) e Brito Neves (1986; figura II.1.3), procuram evitar uma assinatura com fortes conotações paleogeográfico-geotectônicas para o "Maciço" de Tróia (Tauá), colocando-o na legenda dos "Maciços" Gnáissico-Migmatítico-Graníticos ou, simplesmente, de "Maciços" (rochas de alto grau, diversamente retrabalhadas no Ciclo Brasiliano; figura II.1.3).

Em tempos recentes, verifica-se que o "Maciço" de Tróia vem perdendo seus atributos conceituais, como aplicados originalmente por Brito Neves (1975), chegando tanto a ser diluído no contexto das rochas arqueanas do embasamento do Grupo Ceará (Caby & Arthaud, op. cit.; figura II.1.4) como expandido às dimensões que incorporam segmentos das faixas supracrustais, antes cartografadas como desse grupo (Pessoa et al., op. cit.; figura II.1.5).

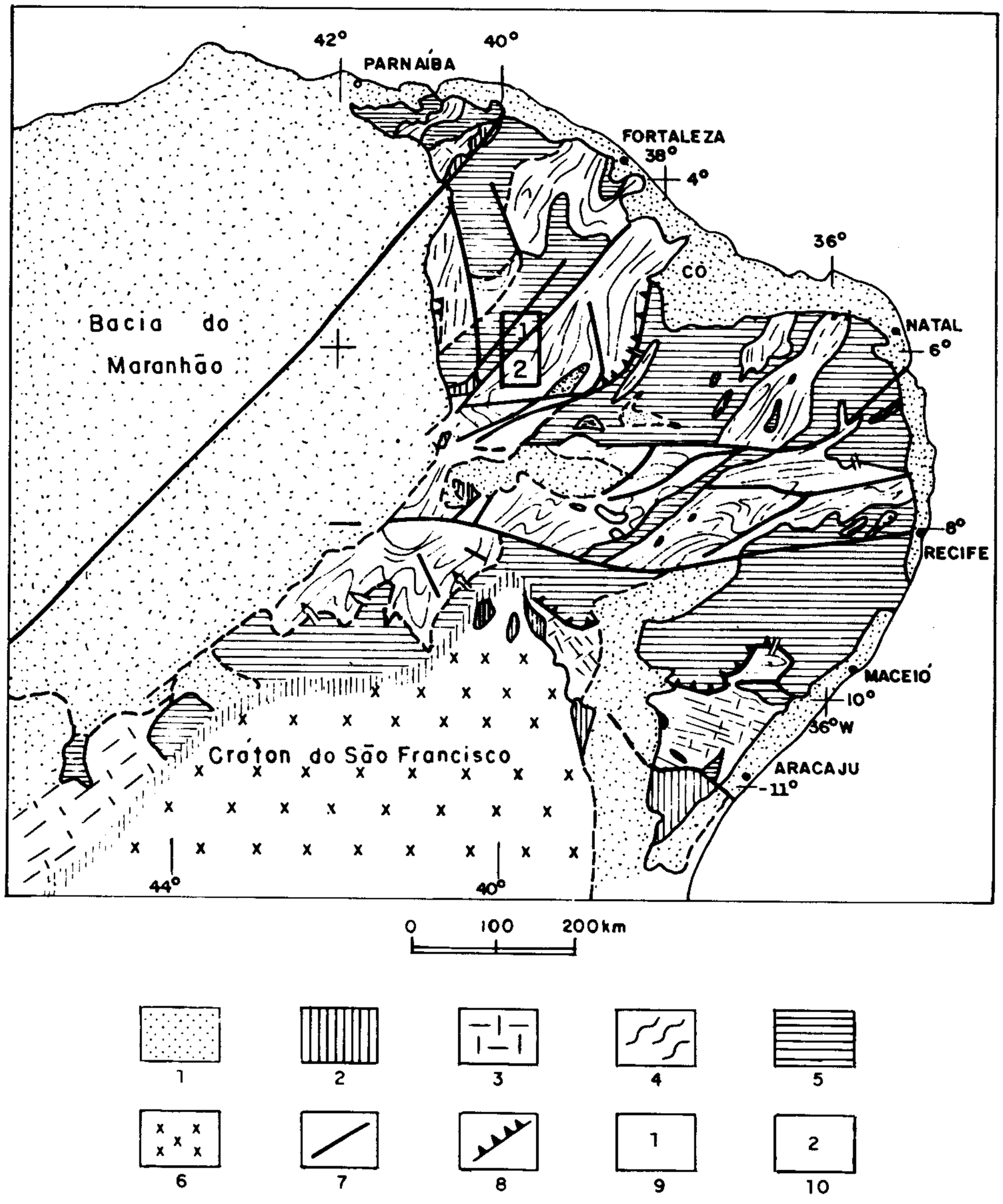


Figura II.1.3 – Mapa geotectônico esquemático e simplificado do nordeste do Brasil Província Borborema; evolução proteróica superior (seg. Brito Neves, 1986). 1 Coberturas fanerozóicas; 2 Bacias molássicas associadas com a evolução das faixas de dobramentos; 3 Faixas de dobramentos marginais (miogeosinclíneos): Associações pelitocarbonáticas, de rochas de baixo grau; 4 Faixas de dobramentos interiores; associações vulcanossedimentares polideformadas e lineares; 5 Maciços: rochas de alto grau, diversamente retrabalhadas durante o ciclo Brasiliano; 6 Cráton do São Francisco: Núcleo cratônico s-n-brasiliano; 7 Megafalha, zona de cisalhamento; 8 Thrusts maiores; 9 Folha Mombaça; 10 Folha Catarina.

Admitindo-se os seus limites como apresentados na figura II.1.3, a sua estratigrafia interna é denunciada, basicamente, pelo Complexo Pedra Branca e parte do Nordestino (Gomes et al., op. cit.; figura II.I.6), além de uma suíte magmática (tipo Tauá-Quixeramobim, de provável idade proterozó

ica inferior) (Pessoa et al., op. cit), e restos de supracrustais relacionadas ao Grupo Ceará (Campos et al., op. cit.) ou ao Complexo Itatira (Gomes et al., op. cit.). Uma outra compleição estratigráfica é extraída do trabalho de Pessoa et al. (op. cit.), que exibem uma compartimentação do "Maciço" de Tróia, na "Sequência de Tróia" (ou Grupo Cruzeta - Barreto, 1967), e nas unidades graníticas de Cedro, Pedra Branca e Mombaça (figura II.1.7).

A sua geocronologia radiométrica (Rb/Sr), com base em rochas gnáissicas das unidades Tróia e Pedra Branca, tem fornecido valores (isócronas de referência) de 2888 ±96m.a. (R_o=0,70022 ± 0,0051), e 2540 ± 60m.a. (R_o=0,70199 ± 0,00023), sendo essa última considerada "de qualidade excepcional, em se tratando de amostras não-cogenéticas" (Pessoa et al., op. cit.). Enquanto isso, atestando uma granitogênese Proterozóica Inferior, são

conhecidas figuras isocrônicas de 2008 ± 45m.a. (gnaisse granítico, augengnaisse e migmatitos) e convencionais entre 1700 e 2100 m.a.(muscovita-granada-granito,muscovita-biotita-granada-granito, granito róseo e muscovita-granito, relacionadas à Unidade Granítica de Cedro).

Por sua vez, a cronorradiometria K/Ar fornece valores compreendidos entre 500 e 700m.a., que sublinham a atuação do tectonotermalismo do Proterozóico Superior e Eopaleozóico, no âmbito do "Maciço" de Tróia. Brito Neves (op. cit.) identifica nas idades K/Ar "uma certa dispersão de valores, mas com um agrupamento importante no intervalo de 800 ± 1200m.a., e um valor mais elevado de 1994 ± 40m.a., obtido em piroxênio (augita)".

Quanto ao arranjo estrutural, os principais traços de foliação/bandamento gnáissico e eixos de dobras, se alinham segundo as tendências SW-NE e SSW-NNE, que balizam, também, importantes zonas de cisalhamento dúctil, tanto marginais como internas (figuras II.1.3, 4 e 6).

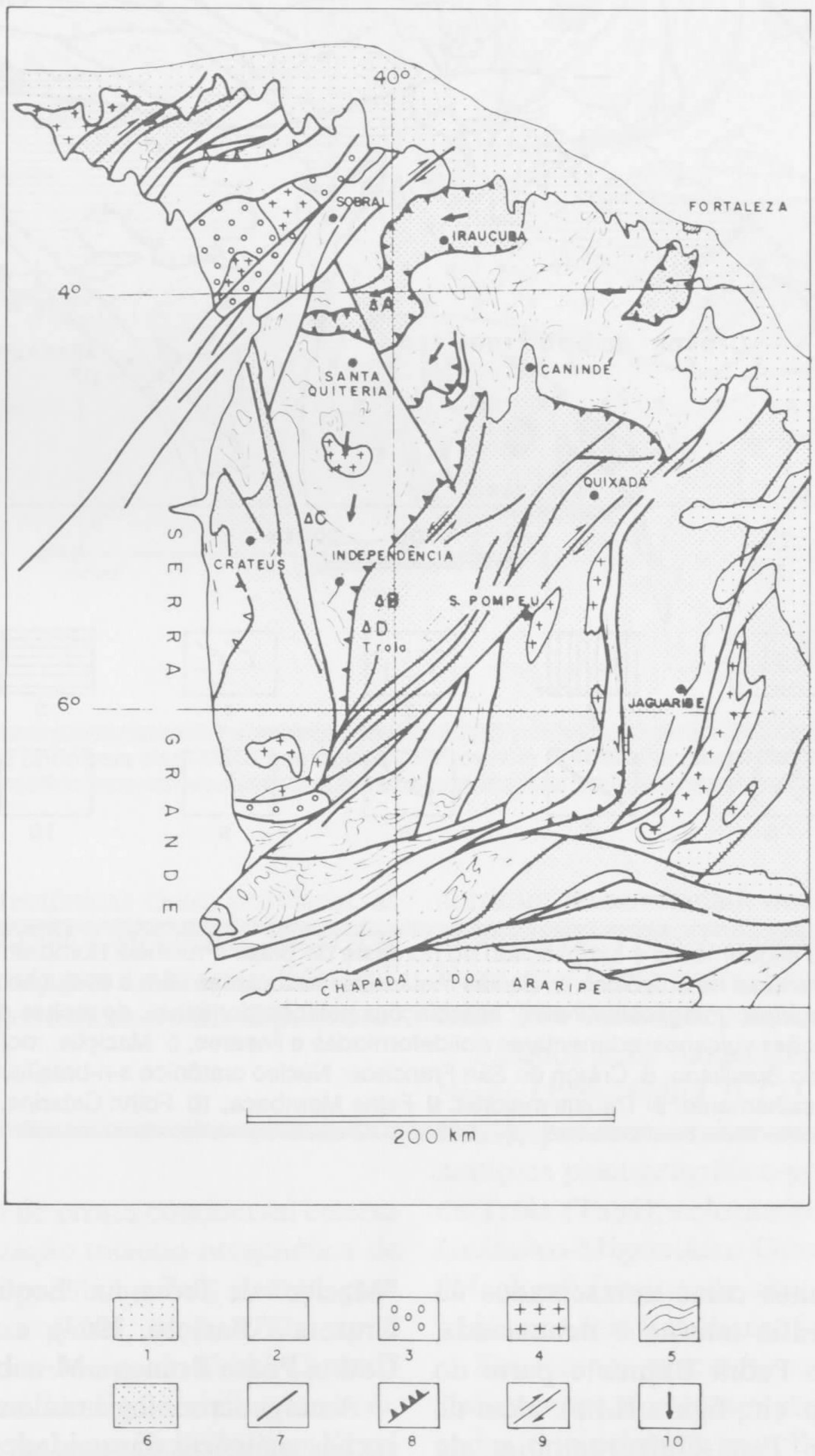


Figura II.1.4 – Esboço do mapa geológico do estado do Ceará e áreas adjacentes (seg. Cavalcante et al., 1983, modificado por Caby & Arthaud, 1986). 1 Mesozóico e Terciário; 2 Paleozóico da bacia do Maranhão; 3 Molassa tardibrasiliana; 4 principais granitos brasilianos; 5 Grupo Ceará (Proterozóico); 6 rochas do embasamento arqueano; 7 zona de cisalhamento; 8 falha transcorrente; 10 direção de movimentos de nappes. Letras A-B e C-D indicam as linhas das seções mostradas nas figuras II.1.11 e II.1.12.

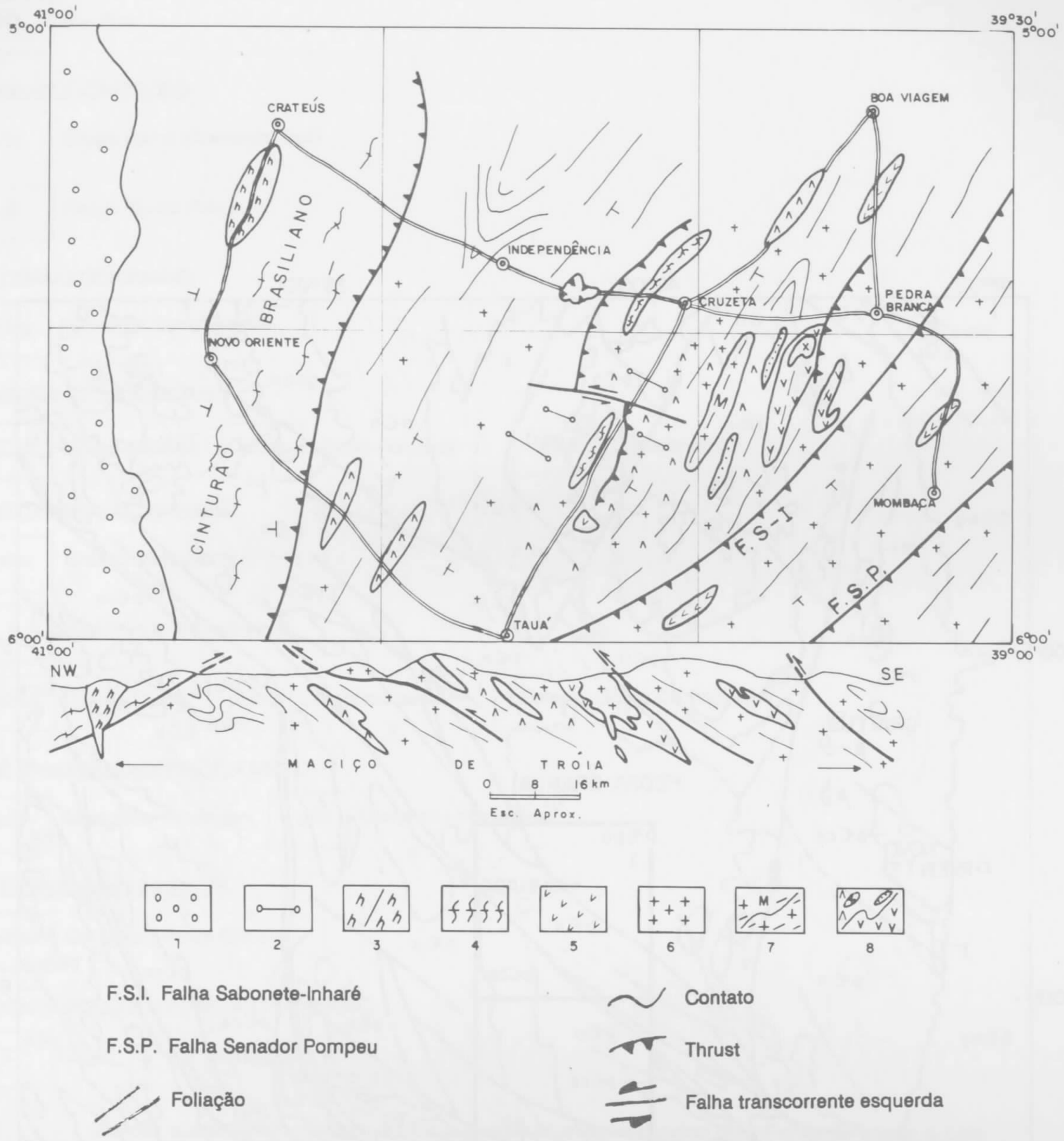


Figura II.1.5 – Esboço litoestrutural de parte do "maciço" de Tróia-CE (compilado de Pessoa et al., 1986) 1 sedimentos paleozóicos; 2 diques de dacito e riodacito; 3 ortognaisse granítico-pórfiro pouco deformado; 4 metassiltito, quartzito a sericita, filito, granada-xisto; 5 **stock** de gabro-anortosito pouco deformado; 6 granada-muscovita-leucogranito foliado; 7 ortognaisse quartzo-dorítico, trondhjemítico, granítico, localmente migmatitos (M); 8 seqüência vulcanossedimentar: metabasaltos, xistos ultramáficos, cianita-granada-xistos grafitosos, chertes, quartzitos; seqüência plutônica acamadada: gabros, meladioritos, anortositos, piroxenitos, serpentinitos, cromitos.

Para a região de Tróia e cercanias, Pessoa & Arcanjo (op. cit.) assinalam, para a seqüência homônima, três fases deformacionais, sendo a primeira responsável pelo aparecimento de um bandamento gnáissico de caráter penetrativo, e o paralelismo entre as estruturas primárias S_0 (contatos sedimento-sedimento, sedimento-vulcânicas e *bedding* magmático) e S_1, além de responder por um metamorfismo que atingiu a fácies anfibolito. Já a fase D_2, também penetrativa, marca o desenvolvimento das estruturas de *nappes* (estas foram relacionadas por Gomes et al., 1984 - a primeira fase) e dobras recumbentes, isoclinais invertidas e apertadas com foliação S_2 de plano axial. À essa fase D_2 é relacionado o retrometamorfismo à facies xisto-verde. As dobras da fase D_3, para os mesmos autores, são normais, suaves e abertas, localmente exibindo uma clivagem plano-axial espaçada e irregular (S3), mostrando, em diversas situações, tendência orientacional para nordeste.

Ainda, Arthaud & Hartmann (1986) registram, na área de Boa Viagem, duas fases metamórficas da fácies anfibolito, associadas ao aparecimento de duas foliações secantes.

A vergência das dobras de D_2 e da tectônica de *nappes* é orientada para noroeste, com lineações de estiramento (l2) geralmente de mergulho sudeste materializando este comportamento. Uma geometria de sentido contrário é assinalada nas áreas próximas aos contatos tectônicos com as supracrustais proterozóicas da "subfaixa" Rio Curu-Independência (v. adiante).

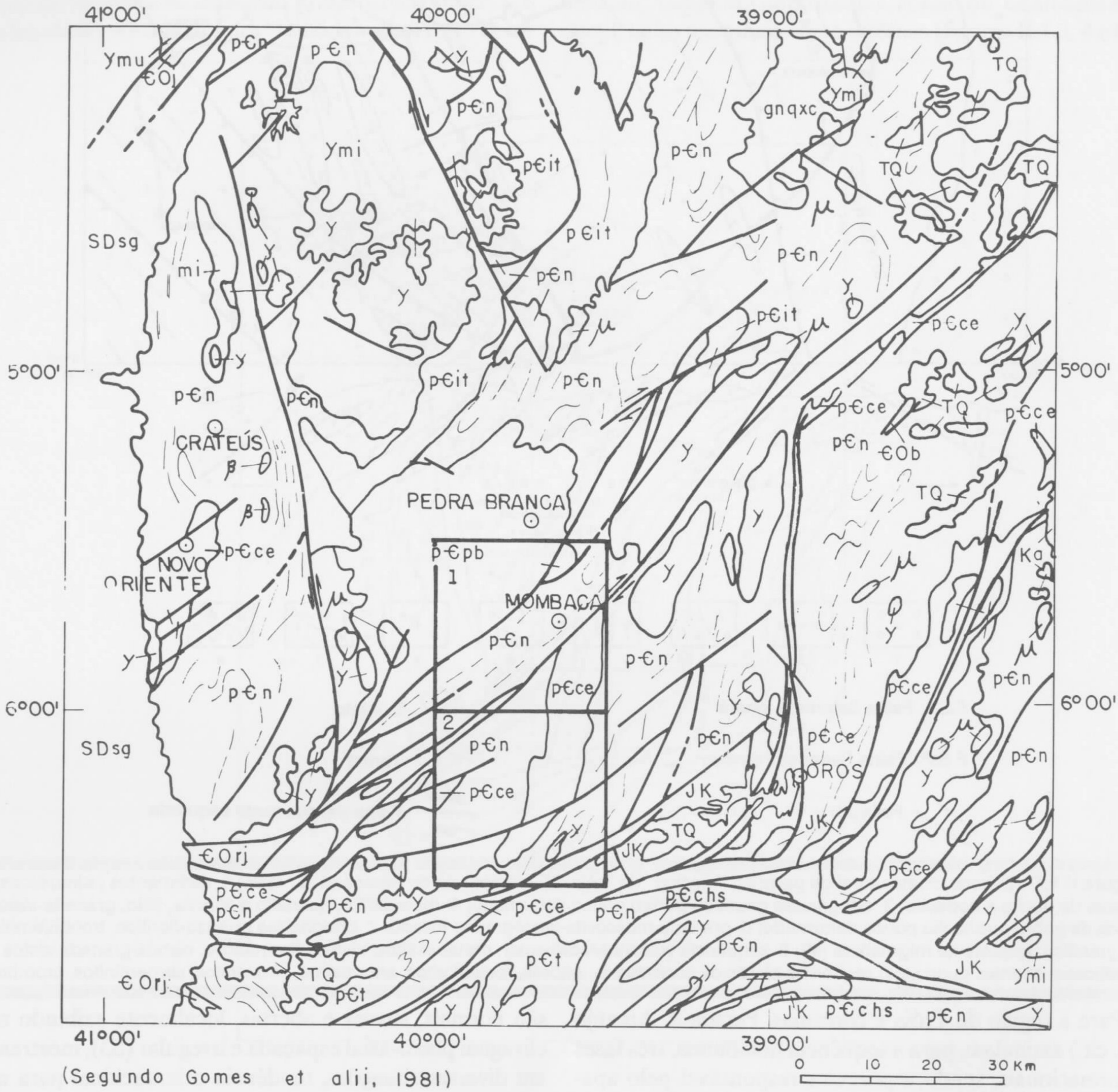


Figura II.1.6 – Geologia do centro-oeste cearense.

TERCI-QUATERNÁRIO

TQ	Aluviões

JURÁSSICO-CRETÁCEO

Ka	Grupo Apodi (Formação Açú)
JK	Grupo Rio do Peixe

SILURIANO-DEVONIANO

SOsg	Formação Serra Grande

CAMBRIANO ORDOVICIANO

EOj	Grupo Jaibaras	EOrc	Grupo Rio Jucá	EOb	Unidade Basal

PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR

γmu	Granito Mucambo
γ	Granitos e Granodioritos

pEce	Grupo Ceará	pEit	Complexo Itatira	pEchs	Grupo Cachoeirinha

PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR A MÉDIO

pEt	Compleco Trindade	pEn	Complexo Nordestino

PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR

pEpb	Complexo Pedra Branca

ROCHAS DE POSICIONAMENTO DUVIDOSO

β	Gabro	μ	Diorito

TQ – Aluvioes quaternários e coberturas tércio-quaternárias representadas pela Formação Moura e pelo Grupo Barreiras, além das coberturas colúvio-eluviais areno-sílto-argilosas, localmente larerizadas.

Ka – Grupo Apodi (Formação Açu): Arenitos conglomeráticos, com intercalações de folhelhos e siltitos na base, gradando para folhelhos com intercalações de calcarenitos.

JK – Grupo Rio do Peixe: Arenitos, siltitos, folhelhos, e níveis carbonáticos fossilíferos; argilitos intercalados com calcários, margas, arenitos, camadas fossilíferas, brechas, conglomerados e arenitos arcoseanos.

Sdsg – Formação Serra Grande: Arenitos conglomeráticos, conglomerados, com leitos de siltitos e folhelhos vermelhos, no topo.

EOJ – Conglomerados, brechas, arenitos, grauvacas, e vulcânicas ácidas e básicas.

EOrc – Conglomerados, brechas, arenitos, siltitos, folhelhos.

EOb – Conglomerados e arenitos grosseiros silicifados.

pEce – Xistos, filitos e gnaisses, com lentes de magnesita; intercalações de calcários metamórficos e quartzitos.

pEit – Gnaisses variados, com intercalações de xistos, calcários metamórficos e quartzitos.

pEchs – Filitos, ardósias, intercalações de calcissilicáticas, calcários metamórficos, metavulcânicas, e quartzitos.

pEt – Gnaisses variados; granitos gnaissificados; intercalações de anfibolitos ortoderivados, metabasitos, quartzitos, calcários metamórficos, e mármores.

pEn – Migmatitos homogêneos, gnaisses variados; zonas de intensa migmatização, com núcleos granitóides e migmatitos homogêneos - Ymi; gnaisses, quartzitos, xistos e calcários cristalinos - gqxc. Inclui ainda; anfibolitos, xistos, metabasitos, quartzitos e calcários metamórficos, calcissilicáticas e ultrabásicas.

PEn – Gnaisses variados, com intensa participação de rochas ortoderivadas, representadas por xistos básicos, serpentinitos, anfibolitos, hornblenda-gnaisses, peridotitos, gabros, e anortositos, subordinadamente migmatitos e quartzitos.

Andrade; Fonseca & Andrade, 1969 (Região de Tróia)		Pessoa & Archanjo, 1984 (Região de Tróia)	Pessoa et al, 1986 (Porção Meridional do Maciço de Tróia)	
Proterozóico	Pegmatitos e granitos.	Unidade D: Ortognaisses graníticos a muscovita, granada e, freqüentemente, pontuações de magnetita; e ortognaisses granodioríticos com biotita e pouca hornblenda.	Proterozóico Inferior (?)	Unidade Tauá: Gabros, anortositos, dioritos, granodioritos e granitos.
				Unidade Granítica de Cedro: Leuco-ortognaisses graníticos.
Arqueano Superior	Gondito, mármores dolomíticos e *hornfels*.	Unidade C: Seqüência vulcanossedimentar representada por metabasaltos, *sills* máficos e ultramáficos, xistos grafitosos, chertes e calcário.	Arqueano	Unidade Mombaça: Ortognaisses graníticos e gnaisses extremamente bandados de feições migmatíticas, localmente com fácies diatexíticas.
		Unidade B: Rochas granulares plutônicas de natureza máfico-ultramáfica (predomínio de metagabro diferenciado a termos dioríticos e tonalíticos).		Unidade Pedra Branca: Rochas gnáissicas ortoderivadas, de composições graníticas, granodioríticas e quartzodioríticas.
Arqueano Inferior	Hornblenda-biotita-gnaisses, quartzofelds-pato-fels, biotita-gnaisses, ultrabasitos, tonalito gnaissificado.	Unidade A (Embasamento): Biotita-gnaisses, hornblenda-biotita-gnaisses, migmatitos heterogêneos e nebulíticos.		Seqüência Tróia ou Grupo Cruzeta: a) Rochas granulares plutônicas de natureza máfico-ultramáfica (gabros, dioritos, anortositos, serpentinitos, piroxenitos e níveis de cromititos estratificados); b) Seqüência vulcanossedimentar (metabasaltos, *sills* máficos e ultramáficos, biotita-xistos grafitosos, calcários, quartzitos e metachertes); c) Migmatitos localizados.

Figura II.1.7 – Algumas colunas estratigráficas dos terrenos pré-cambrianos que interessam especialmente ao "maciço" de Tróia.

1.3 O Sistema de Dobramentos Jaguaribeano

Na compartimentação tectônica proposta por Brito Neves (op. cit.) e Almeida et al. (op. cit.), o Sistema (Faixa) de Dobramentos Jaguaribeano, incluindo a "Subfaixa" Rio Curu-Independência (figura II.1.2), encontra-se, quase literalmente, inserida no estado do Ceará, ficando parcelas restritas no leste-sudeste piauiense e oeste pernambucano. Tem sua principal área de distribuição ladeada pelos "maciços" Rio Piranhas, a leste, e Tróia a oeste; marcando-se os tratos que se desenvolvem entre as regiões de São Luís do Curu e Crateús, passando por Independência e emoldurando o Maciço de Santa Quitéria, como da "Subfaixa" (ou Sistema) Rio Curu-Independência.

Trata-se da entidade de maior expressão em área e complexidade geológico-estratigráfico-estrutural da Província Borborema, como, também, a menos estudada em escalas de detalhe e semidetalhe.

No nível dos informes bibliográficos, mormente advindos de estudos de reconhecimento geológico (envolvendo ou não geoquímica, geofísica e geocronologia radiométrica), exibe um quadro estratigráfico bastante contraditório e marcado pelos seguintes caracteres:

Terrenos gnáissico-migmatíticos

Ocupam amplos tratos do Sistema de Dobramentos Jaguaribeano, constituindo-se, basicamente, de biotita-gnaisses para e ortoderivados, com ou sem anfibólio, granada e sillimanita, migmatitos de estruturas diversas (por vezes ostentando uma predominância de paleossoma-mesossoma anfibolítico e/ou anfibólio gnáissico) e jazimentos de dimensões variadas de quartzitos, metacarbonatos, ortoanfibolitos, metaultramafitos e rochas calcissilicáticas e grafitosas, que têm sido correlacionadas ou colocadas no "Complexo Fundamental" (Crandall, op. cit) ou Complexo Nordestino (Gomes et al., op. cit.), bem como no Complexo Trindade (Gomes et al., op. cit.), quando das porções meridionais do sistema. Denominações como Complexo Gnáissico-Migmatítico e Pré-Cambriano Indiferenciado são utilizadas em algumas obras (ex.: Leal, 1970; Santos, op. cit.; Souza et al., 1986) (figuras II.1.8 a 10).

Quanto à geocronologia desses terrenos, tem-se obtido idades radiométricas (isócronas de referências) relacionadas ao Proterozóico Inferior (1900m.a., com RI = 0,705) e Médio (1150m.a., com RI = 0,705), envolvendo gnaisses migmatíticos, anfibolitos e escarnitos (Gomes et al., op. cit.), além de outras arqueanas (Benevides, op. cit.).

Santos, 1972 (Estado do Ceará)		Campos, 1976 (Projeto Rio Jaguaribe)
Pré-Cambriano a (620-900m.a.)	Filitos, sericita-clorita-xisto, biotita-muscovita-xistos, biotita-almandina-xistos, biotita-gnaisses, incluindo quartzitos, leptinitos e calcários.	Diques ácidos e hiperácidos: leucogranitos, granitos, veios de quartzo e pegmatitos.
		Grupo Ceará: muscovita-quartzitos, muscovita-biotita-granada-xistos e filitos.
Pré-Cambriano Indiviso	Eruptivas ácidas e intermediárias: granitóides e dioritos.	Complexo Independência: gnaisses leucocráticos, augengnaisses, anfibolitos, metagrauvacas, calcários cristalinos e sillimanita-granada-gnaisses.
		Complexo Tamboril-Santa Quitéria: gnaisses, migmatitos e granitóides.
p A Migmatítico e p Indiviso Rejuvenescimento no Ciclo Ceará.	Gnaisses e migmatitos dominantes.	Rochas plutônicas granulares: granitóides, granitos e granodioritos, monzonitos, sienitos e gabróides: dioritos, gabros e ultrabasitos.
Embasamento Migmatítico-Granítico Provável.	Migmatitos e granitóides dominantes.	Complexo Caicó: gnaisses, migmatitos, lentes anfibolíticas, calcissilicáticas e calcários cristalinos.

Figura II.1.8 – Algumas colunas estratigráficas que interessam ao "Maciço" de Tróia e ao Sistema de Dobramentos Jaguaribeano. (Trabalhos de síntese e reconhecimento geológico).

Leal, 1970 (Folha Jaguaribe - NO)		Cruz, França & Moura Neto, 1970 (Folha Jaguaribe - SO)		Albuquerque, 1970 (Folha Rio Jaguaribe - SE)		
Pré-Cambriano Indiferenciado	Calcários metamórficos	Pré-Cambriano	Filitos, xistos-verdes	Pré-Cambriano Superior	Grupo Seridó	Formação Cachoeirinha: filitos, xistos-verdes e quartzitos com itabiritos.
	Micaxistos		Micaxistos			Formação Seridó: micaxistos, calcários e escarnitos.
	Gnaisses		Gnaisses			Formação Equador: muscovita-quartizitos.
	Migmatitos		Migmatitos	Pré-Cambriano Inferior	Grupo Caicó	Metarcóseos, xistos, quartzitos, para-anfibolitos, gnaisses metassomáticos.
	Anatexitos		Anatexistos			
	Granitos		Granitos Intrusivos			Calcários e escarnitos.
	Dioritos		Granitos Sincinemáticos		Pré-Caicó	Embrechitos.
	Diques básicos		Granitos de anatexia	Pré-Cambriano Indiferenciado	Migmatitos	Migmatitos homogêneos e migmatitos diversos.
						Granitos diversos, granodioritos, quartzodiorito, sienito, gabro, anfibolito, basalto, dique ácido, dique básico.

Figura II.1.9 – Algumas colunas estratigráficas que interessam ao "Maciço" de Tróia e ao Sistema de Dobramentos Jaguaribeano. (Trabalhos de síntese e reconhecimento geológico).

BARRETO, 1967 (Folha Independência)		MENDONÇA et alii, 1982 (Região de Itatira – CE)			SOUZA et alii, 1986 (Região sul de Irauçuba – CE)			
SÉRIE CEARÁ	Grupo Ematuba: gnaisses migmatitos, biotita-xistos(?) e quartzitos.	Proterozóico Superior		Diques de pegmatitos, hornblenda-piroxenitos e greisens.	Proterozóico	Cambriano		Diques graníticos, riolitos, aplíticos ou pegmatíticos. Granitos.
	Grupo Independência: (quartzito) biotia-gnaisses facoidais e biotita-xistos granadíferos, e lentes de calcários.	Proterozóico Inferior	Grupo Itatiaia	Fm. Alcantil: calcário cristalino e calcissilicáticas. Fm. Barrigas: gnaisses e migmatitos. Fm. Laranjeiras: quartzitos.		Superior	Grupo Ceará	Mármores dolomíticos, calcissilicáticas, gnaisse e quartzitos associados a filitos e xistos.
	Grupo Cruzeta: gnaisses leptiníticos predominantes, intercalações de gnaisses a hornblenda e biotita, biotita-xistos, anfibólio-xistos e gnaisses graníticos	Arqueano	Complexo Tamboril Santa Quitéria	Diatexitos e metatexitos		Inferior	Complexo Gnáissico-Migmatítico	Mármores calcíticos e calcissilicáticas. Hornblenda-gnaisses de origem metassedimentar. Biotita-gnaisses, incluindo lentes de quartzitos e metacórseos. Migmatitos e granitóides, associados e biotita-gnaisses.
					Arqueano		Complexo Tamboril Santa Quitéria	Metalonitos. Diatexitos e granitóides com paleossomas básico-tonalíticos.

Figura II.1.10 – Colunas estratigráficas que interessam ao Sistema de Dobramentos Jaguaribeano, na "subfaixa" Rio Curu-Independência.

A geocronologia K/Ar exibe uma oscilação similar à anterior mas com uma maior concentração de valores no intervalo de tempo do Proterozóico Superior, especialmente quando se tratando dos gnaisses granitóides e leucossomas.

Terrenos supracrustais de baixo e alto grau

Os terrenos de médio e alto grau, ordinariamente representados por uma sequência de parametamorfitos que chegam a atingir a zona da anatexia, são incluídos, parcial ou totalmente, no Grupo Ceará; procurando atender à proposta inicial de Crandall (1910), de que deveria pertencer "à Série Ceará grande parte das rochas... incluídas nos xistos cristalinos" (Complexo Fundamental).

Na "Subfaixa" Rio Curu-Independência, em área ao sul do "Maciço" de Santa Quitéria (figura II.1.2), Barreto (1967) reconheceu para essa "Série" uma sequência parametamórfica de gnaisses migmatíticos com variadas intercalações, sendo constituída pelos grupos Cruzeta (gnaisse leptiníticos, biotita-xisto, anfibólio-xisto e gnaisse granítico), Independência (biotita-gnaisses, biotita-xistos granadíferos e lentes de calcários) e Ematuba (quartzito e migmatitos), em ordem ascendente (figura II.1.10).

Nos trabalhos de Brasil (1971) e Santos (1972), as supracrustais "xistosas" (micaxistos, paragnaisses, quartzitos e rochas carbonáticas) do Sistema de Dobramentos Jaguaribeano são incluídas no Grupo Ceará. Uma afirmativa, mais ou menos similar, é apontada a partir das colunas estratigráficas exibidas por Campos et al. (op. cit.) e Braga et al. (op. cit.).

Outras propostas estratigráficas, mais recentes, são as de Gomes et al. (op. cit., figura II.1.6; divisão dos terrenos em questão entre o Complexo Itatira e o Grupo Ceará) e de Mendonça et al. (1982; Grupo Itatiaia, para a região homônima), além daquela de Schobbenhaus (1982) e Santos et al. (1984), onde as rochas antes relacionadas ao Grupo Ceará são divididas entre o Complexo Lavras da Mangabeira e correlatos (Complexo Novo Oriente e Araicoaba), Complexo Orós e Grupo Ceará; ficando os micaxistos e filitos, do extremo sudeste do sistema, no Grupo Cachoeirinha.

Dentre as áreas com litótipos da fácies xisto-verde e anfibolito baixo (grau fraco a médio de Winkler, 1977), destaca-se a de Orós (Complexo ou Grupo Orós), que se encontra sublinhada por uma bem conservada sequência vulcanossedimentar, contendo um expressivo elenco de domínios litológicos, com características máfico-ultramáfica, vulcanofélsica, sedimentar-psamítica, sedimentar-pelítica e vulcanoclástica, vulcanoquímica e plutonofélsica (Braga & Mendonça, 1984; Mendonça & Braga, 1987). No segmento que envolve a área-tipo, Macedo et al. (1987) reduzem esses domínios a uma predominância de hornblenda-biotita-gnaisses, granada-biotita-xistos, estaurolita-xistos, biotita-gnaisses, metarritimitos, quartzitos, metarriolitos, metadacitos, mármores e carbonatos magnesianos, cortados por hornblenda-metagabros, metahornblenditos, ortognaisses porfiríticos finos e augengnaisses graníticos.

As relações de contato dessas supracrustais com os terrenos considerados de embasamento (especialmente o Complexo Nordestino, no conceito de Gomes et al., op. cit.), nem sempre são bem explicitadas. Tal fato é justificado , frequentemente, pela presença de intensas e extensas zonas miloníticas e de um quadro litológico de infraestrutura.

Quanto às idades dos terrenos relacionados ou incluídos no Grupo Ceará (conceito de Santos, op. cit.; e Dantas, 1974), como salientado anteriormente, ainda é objeto de controvérsias, sendo reportadas tanto aos tempos do Proterozóico Inferior e Médio (Jardim de Sá & Fowler, op. cit.; Jardim de Sá, 1984; Cavalcante et al., 1983; Benevides 1983/84) como ao Pré-Cambriano Superior ou A - 620 a 900m.a (Brasil, op. cit.; Gomes et al., op. cit.), além das colocações em cronologia proterozÓica ou algonquiana, sem marcas de subdivisões (Moraes, 1924; Schobbenhaus, op. cit.; Santos et al., op. cit.). Também são aplicados tratamentos do tipo Pré-Cambriano Indiferenciado (Campos et al., op. cit.; Braga et al., op cit.; Barbosa et al., 1977) e Pré-Cambriano Médio (Kegel, 1965).

As lito e cronocorrelações são feitas com diversas unidades litostratigráficas de outros sistemas de dobramentos da Província Borborema, tais como os grupos Seridó (ou Grupo Seridó + Grupo Jucurutu), Cachoeirinha, Salgueiro e Complexo Casa Nova. No mesmo tema, os trabalhos pioneiros estabelecem identidades entre as "séries" Ceará e Minas. Assim, Guimarães (1924, apud Oliveira & Leonardos, 1943) colocou a "Série" Ceará no Algonquiano Inferior.

Em termos cronorradiométricos, o único domínio mais ou menos estudado é o de Orós, com idades isocrônicas de 1707 ± 46m.a. ± 1704 ± 29m.a ± 1040 ± 102m.a., e 1762 ± 174m.a, para metadacitos, metarriolitos e metarriolitos milonitizados, respectivamente (Macedo et al., op. cit.). Aqui, os ortognaisses granodioríticos do embasamento exibem uma isócrona de 2417 ± 219m.a..

As idades em torno de 1700 m.a. são consideradas como dos tempos de cristalização e de fechamento do sistema Rb/Sr, relacionados ao período tarditransamazônico (Macedo et al., op. cit.) e indicando um evento de extrusão/intrusão magmática.

Por sua vez, os gnaisses subalcalinos, alcalinos e sieníticos de jazimentos estratiformes nos metassedimentos Ceará, foram interpretados por Caby & Arthaud (op. cit.) como pré-metamórficos (em relação ao Ciclo Brasiliano) ostentando grande similaridade com os ortognaisses do Cinturão Pan-Africano da África Oeste, datados em 1750 e 1850m.a. pelo método U/Pb em zircões.

O ambiente vulcanossedimentar de Orós tem sido, nos últimos quatro anos, interpretado como tipo rifte intracontinental (Mendonça & Braga, op. cit.; Macedo et al., op. cit.). Todavia, Mendonça & Braga (op. cit.) procuram ver nessa ambiência uma organização do tipo *greenstone*.

No que tange ao quadro estrutural, a "Subfaixa" Rio Curu-Independência, na região de Itataia, ostenta uma arquitetura de cinco fases deformacionais que, com exceção da primeira, interessam à sequência de parametamorfitos do Grupo Ceará - Itataia (Mendonça et al., op. cit.). Enquanto isso, na Folha Independência - SB.24-V-D-I, são registradas três fases principais de dobramentos, onde a foliação regional é relacionada ao Ciclo Brasiliano (Arthaud & Hartmann, 1986), sendo marcada por uma lineação de sillimanita 20Az, e uma outra de estiramento 110Az. Ainda, para esta área, é admitida a existência de uma estruturação em *nappes*, desenvolvida em tempos brasilianos (Caby & Arthaud, op. cit.; & Arthaud e Hartmann, op. cit.) (figuras II.1.11 e II.1.12) e uma zoneografia metamórfica que atinge o campo da anatexia.

Pelo lado da seqüência de Orós, Macedo et alii (op. cit.) assinalam três fases de deformação, sendo a segunda a mais importante e associada ao metamorfismo de fácies anfibolito (isógrada da estaurolita), e a primeira e terceira desenvolvidas em fácies xisto-verde; estando a última relacionada à evolução das principais zonas de cisalhamento.

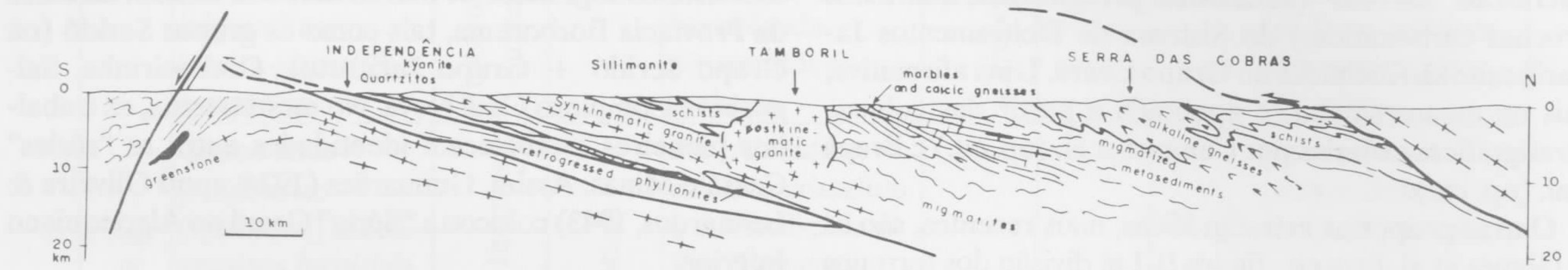


Figura II.1.11 – Seção A-B (figura II.1.4) envolvendo o Proterozóico da região de Independência (CE), interpretado como duplex com cerca de 25km de espessura entre as duas unidades arqueanas; base de **thrusts** com filonitos derivados de cianita-gnaisses não-migmatizados. Esses metassedimentos encontram-se sotopostos a um conjunto de migmatitos, ortognaisses variados e granitóides cortados por granitos pós-cinemáticos (seg. Caby & Arthaud, 1986).

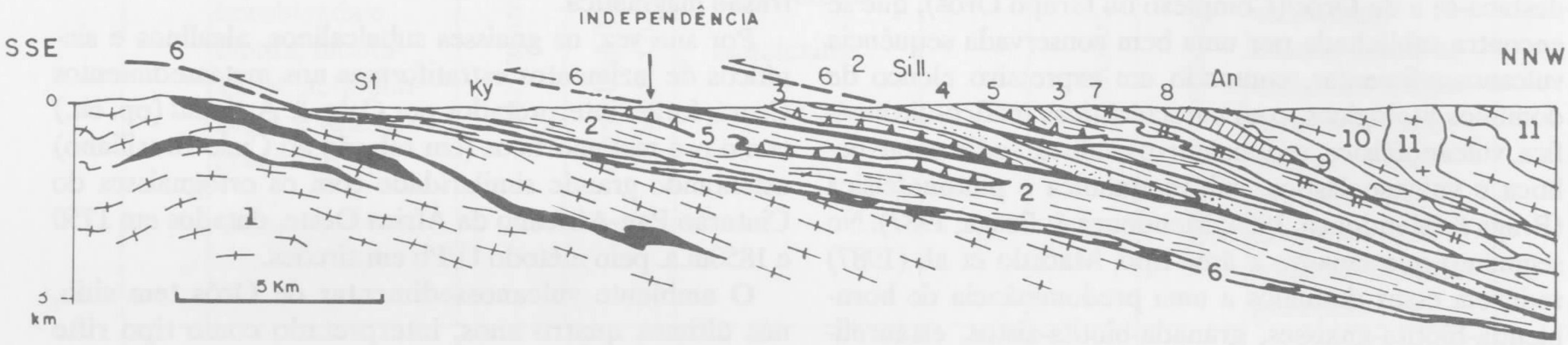


Figura II.1.12 – Seção geológica C-D (figura II.1.4) através da zona de **thrusts** em torno de Independência (não inclui a representação dos diques de riolitos pós-tectônicos). 1 ortognaisses arqueanos com **greenstones** (em preto); 2 biotita muscovita + cianita + granada-xistos; 3 quartzitos; 4 mármores e rochas calcissilicáticas; 5 ortognaisses subalcalinos bandados (ferrohastingsita ferro-augita, allanita, fluorita-variedades exibindo Na e K); 6 **thrusts** maiores, marcadas por filitos retrogressivos; 7 **sheets** de granada-granitóides, leucocráticos e aluminosos, sincinemáticos; 8 escapolita-hornblenda-cálcio-gnaisses; 9 migmatitos; 10 granitos sincinemáticos; 11 granito porfirítico tardicinemáticos. Notar que a geometria das isógradas concorda com o tipo himalaiano de metamorfismo reverso. St Estaurolita (tarde); Ky = Cianita; Sill Sillimanita (tanto fibrolítica como prismática); An = Anatexia (seg. Caby & Arthaud, 1986).

Entre São Julião (PI), Pio IX (PI) e Antonina do Norte (CE), as supracrustais de baixo grau exibem estilo estrutural complexo, envolvendo quatro fases de dobramentos (Jardim de Sá & Fowler, op. cit.).

Uma das características marcantes do Sistema de Dobramentos Jaguaribeano é a ocorrência de extensas e intensivas zonas de cisalhamento dúctil (ex: Zona de Cisalhamento Orós - ZCO; Zona de Cisalhamento Senador Pompeu - ZCSP; Zona de Cisalhamento Serra das Pipocas - ZCSPi), admitidas como de geometrias inversa e de transcorrência, por vezes interpretadas como rampas laterais e frontais. As mesmas, no que concerne à cronologia, são tanto relacionadas ao Ciclo Brasiliano quanto a tempos mais antigos e com recorrências no Proterozóico Superior-Eopaleozóico e, mesmo, no pós-Ordoviciano (ex: Juro-Cretáceo).

Um contexto particular de supracrustais de baixo grau foi descrito por Jardim de Sá & Fowler (op. cit.), na região de Fazenda Nova (SE de Cococi - CE), ocupando área restrita entre as supracrustais de alto grau e os sedimentos não a anquimetamórficos do *Graben* de Cococi. Para esses autores, trata-se de supracrustais monocíclicas, de provável idade brasiliana, exibindo duas fases de deformações (F1: dobras fechadas e apertadas, clivagem ardosiana e clivagem de fratura; e F2: *kinks* locais) e metamorfismo monofásico (recristalização de sericita e clorita).

Terrenos molássicos, batólitos e *stocks* granitóides

No âmbito do Sistema de Dobramentos Jaguaribeano são encontrados, tanto marginal como internamente, alguns depósitos sedimentares e vulcanossedimentares que têm sido considerados como molassas do Ciclo Brasiliano (figura II.1.2), especialmente estabelecidas no Eopaleozóico. Em termos de área, o mais importante é aquele que preenche o *Graben* de Cococi, posicionado na transição entre o referido sistema e o "Maciço" de Tróia.

Na região de São Julião (PI), a sequência inclui uma unidade basal dominantemente vulcânica (dacito, basalto andesítico, riolito, rochas piroclásticas, diabásio, hornblenda-gabro), capeada por ruditos argilosos, com corpos lentiformes de dacito e basalto andesítico. Essa unidade, juntamente com os arenitos e siltitos arcoseanos, sobrepostos, foram nomeados de Formação Catolé (Parente & Fuck, 1987). Nesse trato, a sequência é cortada por um corpo granítico de idade cambriana (550m.a.). Registra-se, ainda, subsequentes à fase granítica, depósitos de brechas conglomeráticas polimíticas, com fragmentos de diversos litótipos sedimentares, magmáticos e metamórficos (Unidade Tamboril de Parente & Fuck, op. cit.).

A cronologia cambro-ordoviciana dessas sequências molássicas (Grupo Rio Jucá, Grupo Jaibaras), é sempre efetuada com base nas idades radiométricas Rb/Sr e K/Ar das vulcânicas e plutônicas inseridas no ambiente sedimentar, que mostram valores entre 570 e 450m.a. Mesmo assim, é interessante ressaltar que uma idade proterozóica superior pode ser admitida para o início da vulcanossedimentação, já que determinações cronorradiométricas em rochas magmáticas (riolito, dacito, quartzo-andesito, espilito, dacito alcalino) de jazimentos diqueformes, que ocorrem nos terrenos gnáissico-migmatíticos, marginais aos *grabens*, têm exibido figura isocrônica de 697 55m.a. (Torquato et al., 1986).

Outro tipo de contexto litológico refere-se aos inúmeros batólitos e *stocks* de rochas granitóides, que são, corriqueiramente, relacionados ao Ciclo Brasiliano, nos estágios cedo- sin- tardi- e pós-tectônicos, respondendo pelas fases plutônicas de 700, 600, 580, 540 e 500 ±20m.a. (Brito Neves, 1986).

Capítulo 2
Estratigrafia, Petrografia E Litogeoquímica

por
Ebenézer Moreno de Souza, Marcelo de Freitas Medeiros, José Carvalho Cavalcante, Carlos Alberto Cavalcanti Lins (subitem 2.7.3) e Emiliano Cornélio de Souza (subitem 2.7.4)

2.1 Coluna estratigráfica

A reconstituição do quadro litostratigráfico em terrenos pré-cambrianos, como os que foram cartografados, é sempre uma tarefa difícil e, o mais das vezes, polêmica, tendo-se em vista a amplitude da superposição dos eventos tectono-migmático-metamórficos, que obliteraram os elementos que serviriam para marcar, com maior precisão, a cronologia relativa entre as unidades ou até mesmo o arcabouço das entidades geotectônicas. Tais eventos ensejam um maior labor na busca de critérios que possibilitam uma organização plausível.

Somada a essa dificuldade vem a pequena contribuição de trabalhos de detalhes, envolvendo uma programação multidisciplinar direcionada ao tema litostratigráfico. Em decorrência, atualmente, quase todo o trabalho executado é levado a desvendar o arranjo estratigráfico praticamente em clima de pioneirismo e, como tal, suscetível de revisões periódicas.

Para a área mapeada, o caráter policíclico das deformações e das fases metamórficas, aliado à litologia das associações rochosas, relacionadas ao contexto arqueano-proterozóico, não possibilitaram enquadrar a região nos termos delineados no Capítulo 1. Daí, a coluna estratigráfica proposta (figura II.2.1) procura separar cinco grandes conjuntos, considerando o tipo de terreno em relação aos níveis crustais, magmatismo/metamorfismo, ambiência de formação, associação litológica e geocronologia, a saber: 1 - Terrenos de Embasamento Arqueano Retrabalhado no Proterozóico (Unidade Mombaça); 2 - Terrenos Supracrustais e de Infra-Estrutura das Faixas de Dobramentos do Proterozóico Inferior com inclusão de segmentos crustais arqueanos(Complexo Gnáissico-Migmatítico, Unidade Serra do Papagaio e Complexo Ceará); 3 - Terrenos Supracrustais das Faixas de Dobramentos do Proterozóico Médio (*Rifte* Intracontinental de Orós); 4 - Rochas Plutônicas; e 5 - Coberturas Sedimentares Recentes.

Outrossim, abstraindo-se o magmatismo proterozóico e os sedimentos tércio-quaternários, separou-se cinco grandes domínios geológicos (figura II.2.2), que refletem os eventos geotectônicos maiores ocorridos no intervalo dos tempos arqueano e proterozÓico, nesse segmento crustal do Nordeste brasileiro.

Os Terrenos do Embasamento Arqueano Retrabalhado no Proterozóico são representados pela Unidade Mombaça, de caráter especialmente ortoderivado, com litótipos ortognáissicos de composições que variam de granítica a tonalítica (localmente trondhjemítica), parcialmente migmatizados até a diatexia, além de anfibolitos.

Nos Terrenos Supracrustais e de Infra-Estrutura das Faixas de Dobramentos do Proterozóico Inferior podem ser reconhecidos dois domínios geológicos regionais; a - Domínio dos Gnaisses Sodipotássicos, em parte derivados de sequência marinha (Complexo Gnáissico-Migmatítico) e b - Marinho-Plataformal (Complexo Ceará). No Complexo Gnáissico-Migmatítico são encontrados três subdomínios litostruturais, quais sejam:

– Subunidade Acopiara-Hebron: representada, em parte por rochas paraderivadas, evoluídas especialmente de grauvacas e pelitos, com arenitos quartzosos, calcários, margas e arenitos impuros calcíticos, subordinados;

– Subunidade Catarina-Truçu: associação de litótipos para e ortoderivados em parte migmatíticos; com evolução similar à anterior, mas com uma taxa maior de ortometamorfitos; e

– Subunidade Flamengo: essencialmente constituída de rochas de derivação sedimentar (paragnaisses, micaxistos, metacalcários e quartzitos), com meta-ígneas subordinadas (ex.: talcoxistos).

O Complexo Gnáissico-Migmatítico chega a exibir, em alguns pontos, mormente nas áreas Acopiara-Hebron e Flamengo, aspectos mesolitográficos semelhantes àqueles observados na Unidade Mombaça (obs.: Pessoa et al. (op. cit.) apresentaram o trecho abaixo da ZCSP, na Folha Mombaça, com a mesma simbologia dessa unidade) (figura II.1.5). Ainda verificam-se certas situações francamente litocorrelatas a segmentos do Complexo Ceará (ex.: secção Acopiara-serra do Maia, pró-parte). Assim, a vasta heterogeneidade litológica, com provável correspondência cronológica, propiciou a iniciativa de separação deste complexo em relação às demais unidades gnáissico-migmatíticas.

Cenozóico	Quaternário		Coberturas Aluviais		Areias puras de granulometria fina a média, areias argilosas e argilas.
			Terraços Aluviais		Sedimentos clásticos de granulometria grossa, formados de cascalhos de matriz areno-argilosa ou areno-siltosa, com seixos de quartzo e quartzito, preferencialmente.
	Terci-Quaternário		Coberturas Colúvio-Eluviais Indiferenciadas		Predomínio de elúvios areno-silto-argilosos, inconsolidados, localmente laterizados.
Mesozóico	Juro-Cretássico		Diques Básicos		Diabásio e microgabro.
Paleozóico	Cambriano		Diques Ácidos		Pegmatitos e veios de quartzo com ametista.
Proterozóico	Superior	Rochas Plutônicas	Granitóides	Tardi- a pós-transcorrência	Biotita-granito, quartzo-monzodiorito e granodiorito (PSγ4).
				Cedo- a sin-transcorrência	Granodiorito, granito e monzonito (PSγ3C).
					Granito, monzogranito, granodiorito, tonalito e sienito (PSγ3B).
					Ortognaisse granítico (PSγ3A).
	Indiferenciado			Pré-transcorrência	Granodiorito gnaissificado (PSγ2)
			Granitóides e gabróides de posicionamento duvidoso		Tonalito, granodiorito e granito, gnaissificados (Pγ); anfibolitos (Pμ).
	Médio	Terrenos Supracrustais	Grupo Orós (Domínio Vulcanossedimentar)		Predomínio de muscovita-biotita-xisto e muscovita-quartzito; tendo como litótipos subordinados rochas calcissilicáticas, metachertes (?) e metamagmatitos félsicos milonitizados.
	Inferior	Terrenos Supracrustais e de Infraestrutura das Faixas de Dobramentos do Proterozóico Inferior, com Inclusão de segmaentos crustais arqueanos	Complexo Ceará (Domínio Marinho-Plataformal)		Muscovita-quartzito, muscovita-biotita-xisto e muscovita-biotita-gnaisse, como litótipos com ou sem granada, sillimanita, turmalina e rutilo; incluindo lentes de metacalcários, rochas calcissilicáticas e talcoxistos, subordinadas.
			Unidade Serra do Papagaio		Predomínio de ortognaisses graníticos, granodioríticos, tonalíticos e dioríticos, tendo como litótipos subordinados, xistos máficos e ultramáficos, metagabros, quartzitos e micaxistos.
Arqueano/Proterozóico Inferior			Complexo Gnáissico-Migmatítico (Domínio dos Gnaisses Sódi-Potássicos	Subunidade Flamengo	Predomínio de muscovita-biotita-gnaisses, com ou sem granada e/ou sillimanita, parcialmente migmatizados e com lentes de micaxistos, quartzitos, metacalcários, rochas calcissilicáticas e talcoxisto.
				Subunidade Catarina-Truçu	Biotita-gnaisses orto e paraderivados, migmatitos de estrutura bandada ou bandada-dobrada, micaxistos granatíferos e metabásicas em jazimentos lenticulares, encerrando **sheets** de granitóides foliados e diques de metapegmatitos, além de lentes de metacalcários, rochas calcissilicáticas e talcoxisto.
				Subunidade Acopiara-Hebron	Predomínio de muscovita-biotita-gnaisses paraderivados (+ granada e sillimanita) e migmatitos, encerrando lentes de quartzito, micaxistos, metacalcários, rochas calcissilicáticas, talcoxistos e metamáficas, além de diques e **sheets** de metaleucogranitóides e metapegmatitos.
Arqueano	Embasamento Arqueano Retrabalhado		Unidade Mombaça (Domínio de Gnaisses Sódi-Potássicos.		Ortognaisses biotíticos e hornblêndicos, de composição granítica a diorítica, em parte migmatizados e associados a anfibolitos; migmatitos bandados e dobrados, com paleossoma-mesossoma básico e leucossoma granítico, envolvendo lentes de anfibolitos, talcoxistos e metaultramáficas, além de **sheets** de leuco-ortognaisses finos, localmente trondhjemíticos e metapegmatitos.

Figura II.2.1 – Coluna estratigráfica.

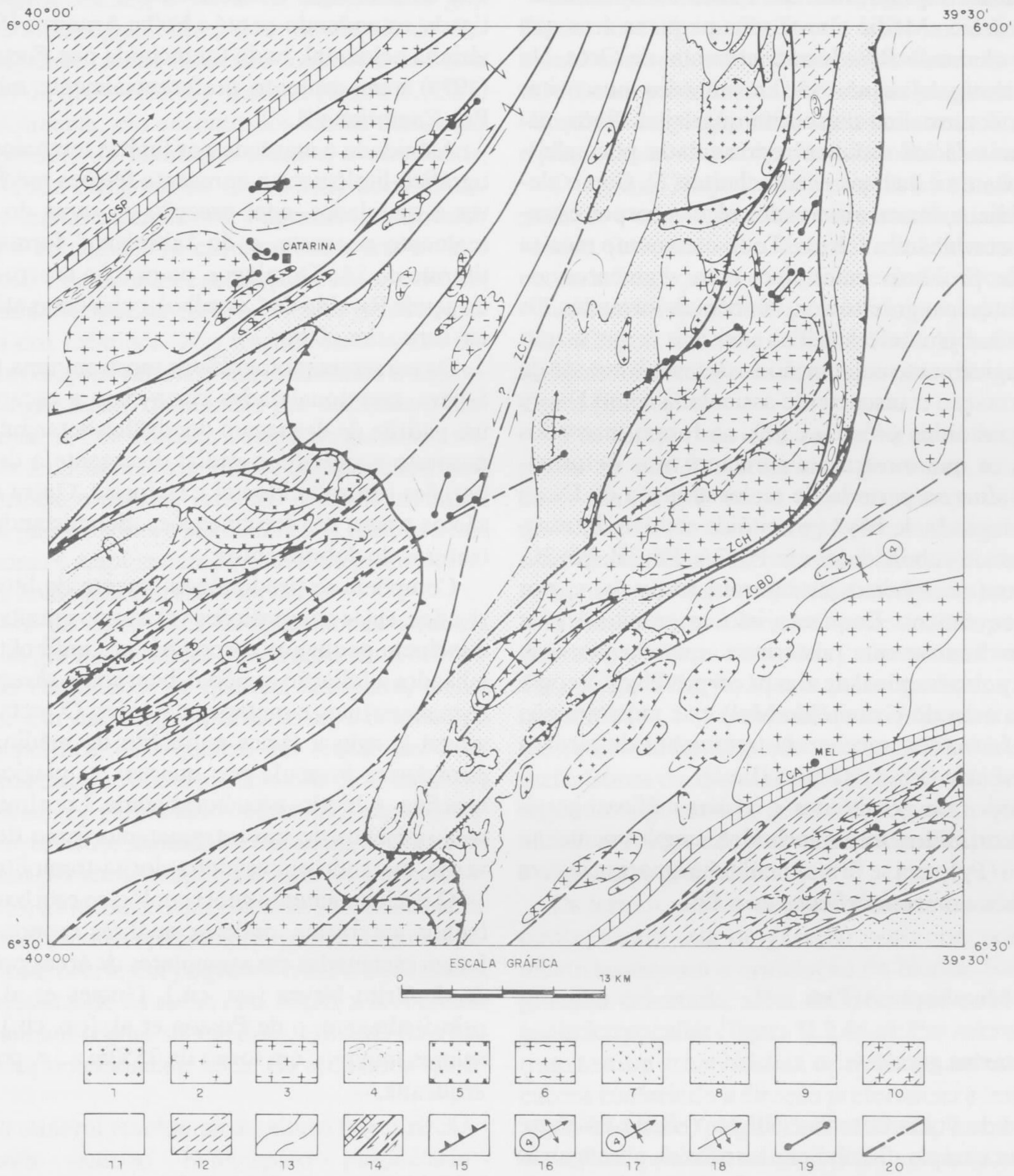


Figura II.2.2 – Distribuição geográfica e relações de contatos dos principais conjuntos rochosos cartografados. 1 granitóide tardi- a pós-transcorrência; 2, 3 e 4 granitóides sin-transcorrência; 5 granitóide pré-transcorrência; 6 e 7 granitóide e básica de posicionamento estratigráfico duvidoso; 8 Grupo Orós; 9 Complexo Ceará; 10 Unidae Serra do Papagaio; 11 Complexo Gnáissico-Migmatítico; 12 Unidade Mombaça; 13 contatos definido e aproximado; 14 zonas de cisalhamento dúctil e transcorrência com sentido de movimento indicado aproximada quando interrompida; 15 zona de cisalhamento de empurrão, transpurrão; 16 e 17 antiforme e sinforme de geração D_{n+3}; 18 Antiforme revirada; 19 dique básico; 20 fratura; zonas de cisalhamento (ZC): Senador Pompeu (SP); Flamengo (F); Hebron (H); Baixio da Donona (BD); Aiuaba (A); Jordão (J).

Ainda nesses Terrenos Supracrustais e de Infra-Estrutura das Faixas de Dobramentos do Proterozóico Inferior encontra-se um conjunto plutonovulcanossedimentar marcado por litótipos ortognáissicos com organização estratóide e composições granítica, granodiorítica, tonalítica e diorítica, incluindo corpos oftálmicos e anfibolíticos além de xistos máficos e ultramáficos, quartzitos e rochas calcissilicáticas, sendo representado pela Unidade Serra do Papagaio.

O Complexo Ceará exibe características de ambiente marinho-plataformal, com presença de psamitos, pelitos, grauvacas e precipitados químicos, refletidos em quartzitos, xistos e gnaisses associados a metacarbonatos de pequena monta.

Dos Terrenos Supracrustais das Faixas de Dobramentos do Proterozóico Médio tem-se uma pequena área que representa o chamado *Rifte* Intracontinental de Orós. No seu domínio metassedimentar são encontrados muscovita-biotita-xistos e turmalina-muscovita-quartzitos finos, associados a uma fácies química representada por calcissilicáticas bastante calcíticas e metachertes(?). Como elementos vulcânicos, foram observados alguns corpos estratóides tipo metavulcânica félsica. Todo o conjunto mostra evidências de processo milonítico, com segmentos associados a plutônicas granitóides, também deformadas. Os corpos de rochas plutônicas ácidas e básicas foram arranjados cronologicamente em relação ao desenvolvimento da fase de deformação transcorrente assinalada como D_{n+3}. Assim, os granitóides pré- D_{n+2}/D_{n+3} foram marcados como $P\gamma 2$, e os que mostravam características deformacionais mais afins ao período de maior atuação de D_{n+3} receberam a legenda de $PS\gamma 3$ (granitóide cedo- a sintranscorrência), sendo subdivididos em $PS\gamma 3A$, $PS\gamma 3B$, $PS\gamma 3C$, de acordo com os aspectos estruturais, texturais, e, por vezes, litogeoquímicos. Enquanto isso os granitóides de *emplacements* francamente posteriores, que chegam a se constituir no pulso terminal de alguns corpos $PS\gamma 3C$ (como observado na área do Granitóide Mel) e se mostram não ou pouco deformados, receberam tratamento de tardi- a pós-transcorrência ($PS\gamma 4$); (figura II.2.2).

Certos corpos de granitóides e rochas máficas, geralmente metamorfizados, foram incluídos, simplesmente, no ProterozÓico ($P\gamma$), sem se firmar nenhuma amarração com os regimes tectonometamórficos dessa Era.

2.2 Unidade Mombaça - A(P)m

2.2.1 Comentários gerais

No âmbito da Folha Catarina (SB.24-Y-B-II), essa unidade apresenta ampla distribuição territorial, abrangendo segmentos dos extremos noroeste, sudoeste e sudeste, com domínio de ortognaisses de composição granítica a diorítica, e, na porção centro-ocidental, com predomínio de ortognaisses migmatizados e migmatitos (figura II.2.2).

Nos últimos trabalhos de mapeamento geológico, como os de Campos et al. (op. cit.) e Gomes et al. (op. cit), a área de ocorrência da Unidade Mombaça foi referida como pertencendo aos complexos Caicó e Nordestino, respectivamente. No Mapa Geológico do Ceará, elaborado por Cavalcante et al. (op. cit.), a região é identificada como pertencente ao Proterozóico Inferior e ao Pré-Cambriano Não-Diferenciado, retrabalhada no Brasiliano, sem no entanto receber uma denominação formal, mas constituída de um variado cartel de litologias onde dominam gnaisses e migmatitos, com metacalcários, anfibolitos, rochas calcissilicáticas e quartzitos, subordinados.

Corresponde à Unidade Mombaça de Pessoa et al. (op. cit.) reconhecida na folha homônima, vizinha setentrional, que se prolonga, continuamente, até a folha ora investigada, estendendo-se até a Folha Arneiroz (SB.24-Y-B-I), vizinha ocidental, onde foi incluída por Fortes & Oliveira (1974) num conjunto preferencialmente migmatítico do Pré-Cambriano B.

A unidade é marcada por limites tectônicos e/ou estratigráfico-litológicos e apresenta feições morfológicas suaves a onduladas, com exceção da serra do Marruás, no segmento noroeste, e do "altiplano" formado pela Antiforme de São Domingos, na porção centro-oeste (ao sul do açude Rivaldo de Carvalho), cujas cotas atingem valores em torno dos 600m.

Os caracteres fotográficos mostram uma textura fina a áspera, com tonalidades cinza-clara a escura, bem como um padrão de drenagem dendrítico-retangular, nos tratos noroeste e sudeste, e radial divergente a dendrítico, nas porções centro-ocidental e sudoeste. Outra característica são os traços das fotolineações, denunciando grandes estruturas de dobramentos.

Compõem-se predominantemente de litótipos ortoderivados, cujas composições variam de granítica a diorítica, e incluem pequenos corpos básicos anfibolitizados, paralelizados à foliação regional, bem como *sheets* de leuco-ortognaisses finos e metapegmatóides. O metamorfismo regional atingiu a fácies anfibolito de médio grau, com a paragênese formada por quartzo + plagioclásio + microclina + biotita e/ou hornblenda. Localmente, observa-se a presença de um retrometamorfismo de fácies xisto-verde, marcado por epidoto-clorita-tremolita-actinolita.

O posicionamento geocronológico está baseado nos trabalhos anteriores, onde as análises cronorradiométricas foram executadas em exemplares de áreas próximas, como os de Brito Neves (op. cit.), Gomes et al. (op. cit.) e, principalmente, o de Pessoa et al. (op. cit.) que indicam valores mínimos em torno de 2550m.a., e, portanto, idade arqueana.

2.2.2 Litótipos predominantes

2.2.2.1 Área São Gonçalo-São Domingos

Esta ocupa ampla porção do centro-ocidental da folha, apresentando duas feições distintas, sendo uma mais homogênea, na região de Antiforme de São Domingos e outra mais heterogênea, bordejando essa estrutura e seguindo em direção norte até a serra da Catarina.

No primeiro conjunto, são ressaltados os ortognaisses graníticos (foto 3) e nebulíticos, com ostensiva participação de metaplutonitos de composição provável granodiorítica, cartografáveis ou não na escala deste trabalho, e de corpos básicos metamorfizados apresentando-se como lentes de talcoxistos, anfibolitos e corpos tabulares em conformidade com a foliação $S_n//S_{n+1}$ das ortoderivadas leucocráticas (fotos 4 e 5 e figura II.2.3c). Também são freqüentes os xenólitos básicos estirados, de pequenas

dimensões (figura II.2.3a), e *sheets* de ortognaisses graníticos finos e metapegmatóides, além de diques de diabásios e microgabros, sendo estes não-foliados e de idade bem mais nova do que a referida unidade (figura II.2.3b).

Mesoscopicamente, são encontrados biotita-ortognaisses finos e grossos, de coloração cinza a avermelhada, biotita-hornblenda-ortognaisses tonalíticos, hornblenda-gnaisses finos creme-esverdeados, migmatitos estromáticos dobrados e nebulitos. Apresentam estruturas onde o arranjo bandado é finamente repetido, ou é tênue e difuso, formando bandamento claro-escuro, e trama granular orientada, típica dos nebulitos. Nas frações escuras são encontradas composições variando entre diorítica e anfibolítica, mineralogicamente dominadas por anfibólio e biotita, com granulação fina a média, e estrutura gnáissico-xistosa. As partes leucossomáticas são de composição granítico-granodiorítica, e exibem variação textural/estrutural para granítica, gnáissica fina e pegmatóide. A relação neossoma/paleossoma é amplamente favorável ao primeiro, resultando daí a homogeneização observada.

Em amostra de mão, esses litótipos mostram textura equigranular de grã fina a média e coloração cinza-esbranquiçada, sendo constituídos de quartzo, feldspatos, biotita e/ou anfibólio. Em microscopia, observa-se o domínio da textura hipidiomórfica, com quartzo em cristais anedrais, intersticiais, com extinção ondulante, lamelas de deformação e contatos suturados; o plagioclásio é albita-oligoclásio (An8-10), geralmente maclados segundo a lei da albita, às vezes com linhas de geminação encurvadas, e alterado para sericita + clorita; o K-feldspato é a microlina, exibindo intercrescimento pertítico e cristais anédricos; a biotita, em porcentagem superior à hornblenda, ocorre em pequenos cristais cloritizados, orientados e ressaltando na rocha essa feição; a hornblenda ocorre em pequenos cristais subeuedrais, exibindo dois planos de clivagens, e associada à mica. Os acessórios são irrelevantes.

A sucessão mineral revelou as seguintes fases: zircão - apatita - titanita - quartzo - K-feldspato - plagioclásio - biotita - anfibólio.

Os paleossomas, mais precisamente aqueles de composição anfibolítica, apresentam-se conforme a foliação dos biotita-gnaisses (figura II.2.4) e com tonalidade cinza-clara a esverdeada, grã média, xistosidade proeminente, uma constituição essencial a anfibólio, feldspato e quartzo, e em porcentagem subordinada a biotita e epidoto. Em escala microscópica, exibem textura nematoblástica-hipidioblástica, com hornblenda, tremolita-actinolita, plagioclásio, microlina e quartzo, formando aproximadamente 95% da rocha. Os anfibólios ocorrem com 50% do total, onde a hornblenda aparece em maior porcentagem do que a tremolita, gerada por ela, que por sua vez mostra-se alterada para epidoto, tendo como subproduto a sílica residual (quartzo), dentro das hornblendas e associadas ao epidoto. O plagioclásio é a andesina (An32-40) em cristais maclados, com extinção ondulante e, às vezes, associados a alguma microlina.

Esses paleossomas são meta-ígneas básicas metamorfizadas na fácies anfibolito de baixo a médio grau, localmente apresentando retrometamorfismo na fácies xisto-verde, com paragênese formada por plagioclásio - quartzo - hornblenda; plagioclásio - quartzo - tremolita - actinolita; e plagioclásio - hornblenda - tremolita - actinolita.

O segundo conjunto de litologias é formado por biotita-gnaisses e migmatitos com estrutura bandada bem desenvolvida (estromática e dobrada de Mehnert, 1968), que ocorrem bordejando a Antiforme de São Domingos, desde o limite sudoeste da folha, passando pelo açude Rivaldo de Carvalho, até as serras do Riacho Seco e da Catarina, onde faz limite tectônico com os parametamorfitos do Complexo Ceará (foto 6).

Em campo, são comuns os biotita-ortognaisses bandados ou não, texturalmente grosseiros, com coloração cinza-clara e grã média a grossa, composição granítico-granodiorítica e mais ou menos associados a migmatitos com desarmonias estruturais e texturais características, como mesodobras complexas (anisópacas) e assimétricas, com flanco normal longo e inverso curto, representando dobras parasíticas associadas a uma antiforme maior de D_{n+2} (figura II.2.4c,d), com presença de uma foliação bem marcante (S_{n+1}) redobrada, e com *boudins* de ortognaisses posicionados segundo os eixos "b". São também característicos os corpos anfibolíticos estratóides e dobrados segundo a geometria geral do conjunto, bem como xenólitos estirados e de pequenas dimensões, distribuídos nos ortognaisses granitóides.

Os termos gnáissicos podem conter hornblenda e muscovita, sendo esta de geração posterior, pois frequentemente seccionam a orientação da biotita. Exibem textura granular orientada, além de variedade com bandamento gnáissico peculiar (figura II.2.4d,e). Em microscopia, mostram textura granoblástica orientada, com os minerais micáceos conferindo a direção preferencial e tendo no quartzo, K-feldspato, plagioclásio e biotita, os minerais essenciais. Esse primeiro mineral pode aparecer em grãos anédricos sublinhados por figuras de recuperação em subgrãos; o K-feldspato, em menor proporção que o plagioclásio, é representado por ortoclásio e microclina; o plagioclásio, por sua vez, é o oligoclásio em grãos anédricos e geminados, com alteração do tipo saussuritização e argilização. A biotita exibe cristais alongados, com pleocroísmo marrom-esverdeado, alterando-se para muscovita e clorita. Os acessórios são insignificantes.

Alguns mesossomas, onde os máficos predominantes são a hornblenda e a biotita, apresentam coloração cinza-escura a esverdeada, grã média e xistosidade fina. Em seção delgada, exibem textura lepido-grano-nematoblástica, com orientação dada pelos minerais máficos, acompanhados de feldspato e quartzo. O anfibólio e a biotita, alternando suas proporções de acordo com a composição mais diorítica ou mais anfibolítica, mostram pleocroísmo verde, cristais alongados e textura poiquilítica, e palhetas alongadas com pleocroísmo marrom, respectivamente. O quartzo é

anédrico, ocorrendo como inclusões no feldspato e anfibólio, enquanto o plagioclásio é a andesina, que pode exibir geminação encurvada por efeitos tectônicos. Nesses termos a paragênese é formada por plagioclásio-anfibólio-quartzo (ou biotita), e as rochas apresentam características de ortoderivadas (maiores detalhes, In:.Oliveira & Cavalcante, 1991 - Folha Mombaça), com metamorfismo na fácies anfibolito.

Uma lente de rocha metaultrabásica (mub) ocorre no sítio Manga e outras duas de talco-xisto (mtxt), afloram no riacho São Felipe e no sítio Maracanã, respectivamente.

2.2.2.2 Áreas Belém e Queimadas

Estas representam dois segmentos da Unidade Mombaça, sendo um localizado na porção sudeste da Folha, e outro na sudoeste. São ocupadas por rochas gnáissicas ortoderivadas, com composição variando de granítica a tonalítica e, petrograficamente, representadas por ortognaisses biotíticos com ou sem hornblenda. Em alguns locais, os gnaisses são fracamente migmatizados, gradando até migmatitos plenos. Corpos básicos xistificados (anfibolitizados) com formas variadas, bem como *sheets* de leuco-ortognaisses e metapegmatitos, estão presentes.

Em campo, os biotita-ortognaisses apresentam coloração cinza-clara, estrutura bandada, onde os leitos variam de milímetros até 20cm de espessura, marcados pela alternância entre bandas biotíticas (escuras) e quartzofeldspáticas (claras). Em escala microscópica, esses litótipos exibem textura granoblástica, com certo bandamento composicional, onde os minerais encontram-se alongados segundo uma direção preferencial. Essencialmente, compõem-se de feldspatos (K-feldspato e plagioclásio), quartzo e biotita. Os minerais denunciam processos tectônicos fortes, alteração hidrotermal e retrometamorfismo com presença de clorita, sericita e epidoto.

Nos afloramentos onde dominam os hornblenda-ortognaisses e biotita-hornblenda-ortognaisses (foto 7) de coloração cinza-esverdeada e grã fina a média, observa-se uma estrutura bandada grossa e outra mais fina; esta observada no interior de cada "banda" onde predomina o paleossoma, sendo materializada por um arranjo repetitivo de leitos escuros com hornblenda ou hornblenda mais biotita, e leitos quartzofeldspáticos descontínuos, às vezes mesodobrados. A composição geral é tonalítica, com variação de diorítica a anfibolítica, nas frações escuras, e granítico-granodiorítica, nas frações claras.

Em nível microscópico, mostram textura granoblástica, com bandamento composicional caracterizado por faixas de minerais prismáticos (anfibólios) levemente orientados e dispostos paralelamente, e faixas de minerais quartzofeldspáticos. Os fedspatos são microlina e oligoclásio, com pertitas e mirmequitas.

Os termos migmatíticos ocorrem, mais profusamente, nas proximidades dos corpos granitóides/ortognaisses graníticos, das regiões de Timbaúba, Olho d'Água do Euzébio, Caldeirão e Currais, no segmento sudeste; e riachos Queimadas, Gangorra e Santa Cruz, na porção sudoeste. Os afloramentos mais preservados estão nos leitos dos riachos ou nas vertentes das pequenas serras, exibindo estruturas diversas como dobrada, estromática, ptigmática, *schlieren* e nebulítica, às vezes coexistindo em um mesmo afloramento ou em exposições muito próximas. O material granítico mais novo chega a exibir formas xenolíticas do antigo gnaisse migmatítico (foto 8), mormente nos domínios de aspecto nebulítico.

Apresentam melanossomas geralmente biotíticos e neossomas graníticos e/ou quartzo-feldspáticos, em mobilizados com formas variadas, exibindo coloração cinza-clara e granulação média. Ao microscópio, apresentam texturas variando de granoblástica, lepidoblástica a nematoblástica, ao sabor da fração clara/escura e/ou do tipo de estrutura migmatítica, onde se processe a análise.

Nos gnaisses e migmatitos estão presentes, com relativa abundância, corpos básicos estratóides e anfibolitizados, além de *sheets* de ortognaisses graníticos e metapegmatóides boudinados (foto 9). Os leuco-ortognaisses de jazimentos estratóides são de coloração clara finamente orientados, graníticos, e com espessuras de até 30cm em média (foto 10).

Os segmentos exemplificados pela foto 9 são francamente litocorrelatos a partes da Unidade Tróia, onde representada por ortoderivadas de composição básica (ortoanfibolitos) intrusionadas por *sheets* da Unidade Cedro (leucogranitóides), mapeadas na Folha Mombaça.

Um raro tipo petrográfico ocorre na área de influência da Zona de Cisalhamento de Jordão (ZCJ), representado por gnaisse milonítico e noduloso caracterizado como rocha hololeucocrática, cinza clara, bastante silicificada, milonítica, formada por uma matriz quartzosa englobando nódulos estirados de feldspato-muscovita-quartzossillimanita (foto 11). Em microscopia, apresenta textura milonítica (fotomicrografia 1), de matriz quartzosa fina, caracterizada microestruturalmente pelos planos "S-C" de cisalhamento, com alguns porfiroclastos de feldspato em forma de sigmóides e finas lentes alongadas de quartzo, sillimanita e muscovita-sericita (fotomicrografia 2), orientadas segundo a foliação principal. Os feldspatos presentes, plagioclásio e microclina, ocorrem em grandes cristais ou porfiroclastos arredondados e rotacionados, mostrando pertitas e extinção ondulante. O quartzo ocorre em pequeníssimos cristais ou porfiroclastos com extinção ondulante e com inclusões aciculares de sillimanita. A biotita, em pequenas palhetas tabulares, exibe alteração para muscovita, e a sillimanita, do tipo fribolita, foi formada a partir da decomposição da biotita e da muscovita.

O metamorfismo foi do tipo regional, que alcançou a fácies anfibolito de médio grau, apresentando evidências de posterior retrometamorfismo na facies xisto- verde.

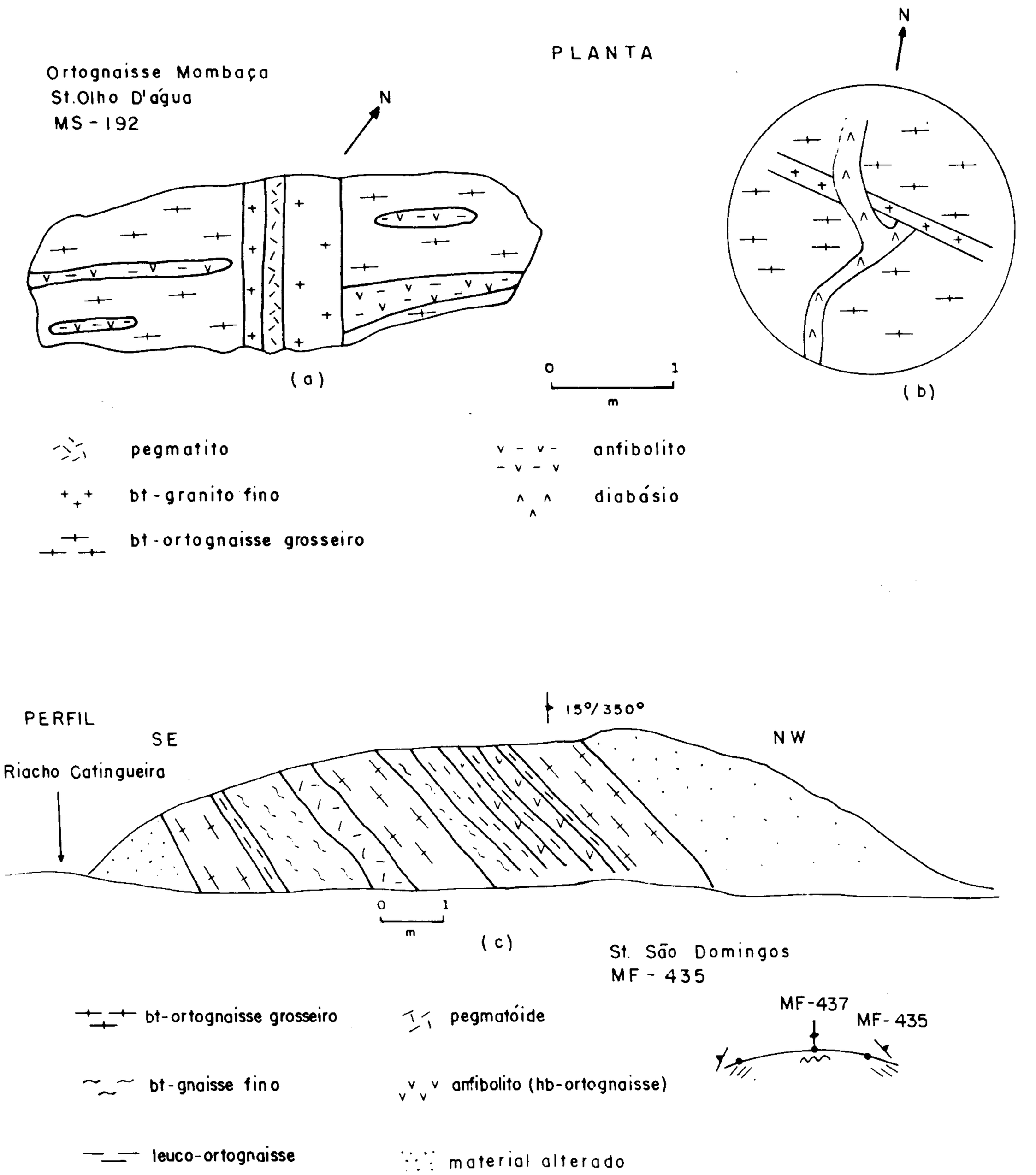


Figura II.2.3 – Aspectos locais da Unidade Mombaça na antiforme de São Domingos. a) Estrutura xenolítica em ortognaisse granitóide cortado por dique de biotita-granito; b) dique de diabásio intrusivo em ortognaisse e biotita-granito fino; c) diversidade dos litótipos gnáissicos.

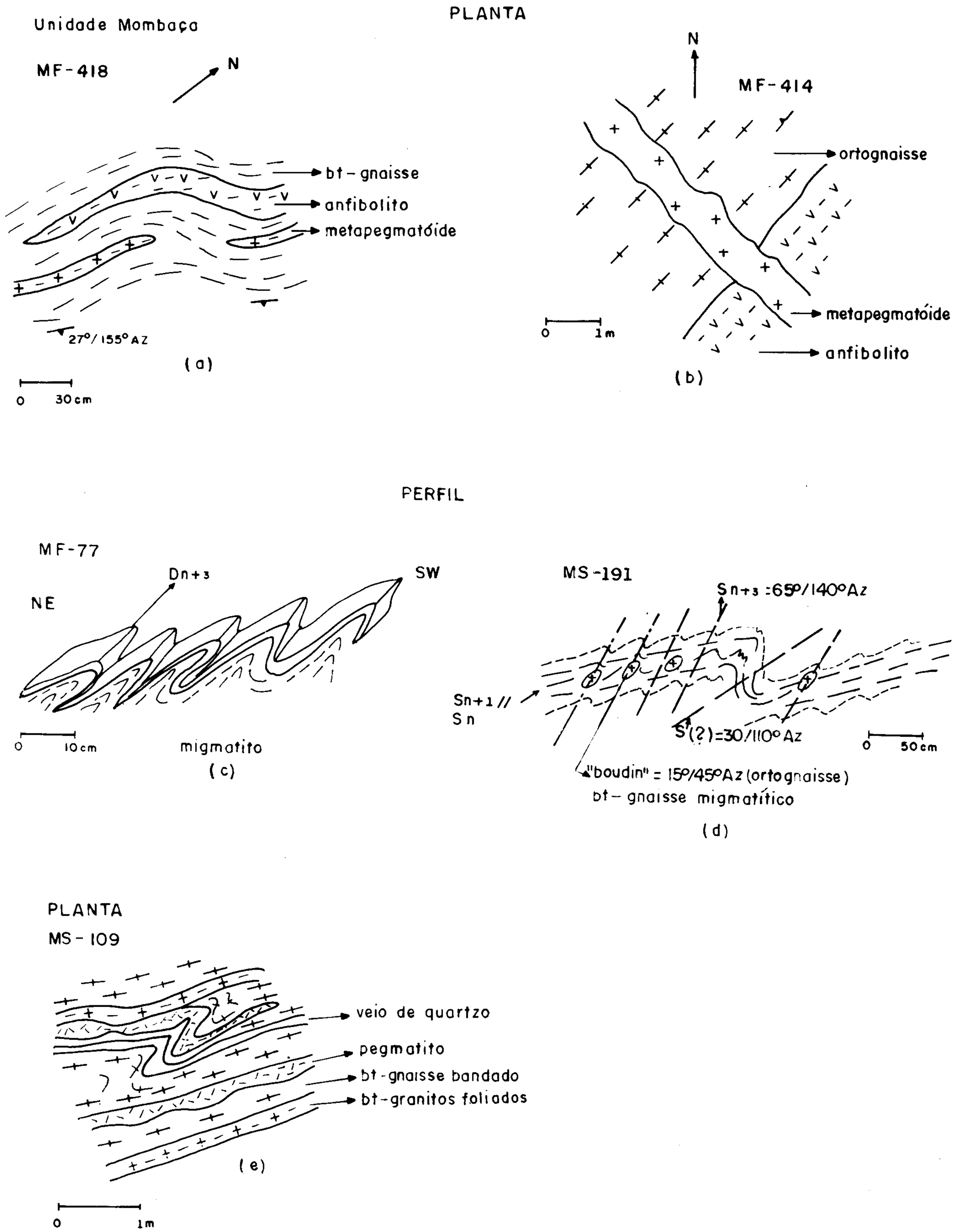


Figura II.2.4 – Algumas feições estruturais dos migmatitos da Unidade Mombaça. a) Arranjo estratóide-lenticular dos anfibolitos; b) metapegmatóide intrusivo em anfibolito e ortognaisse ácido; c) estilo e vergência das dobras do migmatito do afloramento MF-77 (NE do sítio Araras); d) **boudins** de ortognausses desenvolvidos durante D_{n+2}; e) diversidade litológica em parte do migmatito da estação MS-109.

2.2.2.3 Área de Campos

No segmento noroeste, limitado pela Zona de Cisalhamento de Senador Pompeu (ZCSP), ocorre um domínio da Unidade Mombaça que materializa uma parte da extensão meridional dos terrenos cartografados na folha homÔnima, pelo lado norte, onde se encontra a sua seção-tipo. Aqui os biotita-ortognaisses, hornblenda-biotita-ortognaisses, migmatitos e corpos básicos estratÓides xistificados (anfibolitizados), com *sheets* de leuco-ortognaisses thondhjemíticos e metapegmatitos, estão em associação tão íntima que não foi possível, na escala preconizada, uma separação cartográfica; apenas tentou-se destacar alguns corpos anfibolíticos e de rochas calciossilicáticas (mcs) em parte fortemente epidotizados.

Os migmatitos apresentam estruturas estromática e dobrada com leucossomas graníticos e granitóides. Observa-se, ainda, material quartzopegmatÓide boudinado, entremeando biotita-ortognaisses e anfibolitos. Em alguns afloramentos estão presentes mesodobras isoclinais fechadas intrafoliais e mesodobras anisópacas com desarmonias diversas ($D_n + 2$), cujos eixos "b" variam de 15-40 graus para NE ou SW e os planos axiais mergulham para noroeste ou sudeste, paralelizados à foliação principal ($S_n//S_n + 1$). Redobrando $S_n + 1$ aparecem mesodobras isópacas abertas ($D_n + 4$) com eixos "b" mergulhando para noroeste e planos axiais verticais. Enquanto isso, nas proximidades da ZCSP (serra do Marruás), os migmatitos ostentam estruturas nebulítica, homofânica e *schlieren*, denunciando a existência de termos mais evoluídos.

Os biotita-gnaisses apresentam coloração clara, grã fina a média e intercalações de leitos escuros biotíticos com leitos claros quartzofeldspáticos, onde as espessuras variam de milimétricas para o melanossoma até 0,50m para o leucossoma (foto 12). Micropetrograficamente esses gnaisses exibem textura granoblástica com bandamento composicional e palhetas de biotita marcando a orientação geral da rocha.

Os hornblendas-biotita-gnaisses, associados aos anteriores, apresentam coloração cinza-esverdeada, granulação fina, exibindo faixas ricas em hornblenda e biotita intercaladas a outras com predomínio quartzofeldspático. Em microscopia, mostram um fino bandamento composicional, caracterizado por "faixas" escuras de minerais prismáticos (anfibólio), () diopsídio e palhetas de biotita, orientadas e intercaladas com faixas claras de composição quartzofeldspática. A constituição geralmente varia de diorítico-granítica a metagábrica.

Os corpos anfibolitizados (manf) ocorrem sob formas lenticulares, intercaladas nos ortognaisses granitóides, sendo de difícil separação. Apresentam coloração cinza-esverdeada, forte e clara, retrometamorfismo na fácies xisto-verde e marcante foliação, mostrando grã fina, constituição à base de piroxênio (diopsídio), anfibólios (hornblenda e tremolita-actinolita) e quartzo, com raros feldspatos. Composicionalmente são metadioritos e anfibolitos, porém, em alguns casos, revelam-se francamente como metagabros.

Nas proximidades da ZCSP, os leucortognaisses apresentam estrutura bandada, grã média, sendo compostos, quase exclusivamente, de feldspato e quartzo, exibindo uma textura granoblástica milonítica com duas superfícies de foliação ("S-C") e composição thondhjemítica.

2.3 Complexo Gnáissico-Migmatítico - APIgn

2.3.1 Comentários gerais

Essa unidade representa um dos mais antigos segmentos crustais identificados na área mapeada. Sua extensão territorial é considerável, abrangendo aproximadamente 40% da Folha Catarina (SB.24-Y-B-II). Distribui-se em três setores com características singulares, a saber: Subunidade Acopiara-Hebron (APIgna); Subunidade Catarina-Truçu (APIgnc); e Subunidade Flamengo (APIgnf).

Seu padrão fotográfico exibe duas feições bem marcantes que, em última análise, refletem seu comportamento litostrutural. Nas regiões de paisagem plana, a textura fotogeológica é, geralmente, fina, com tonalidade variando de cinza-clara a escura e a drenagem mostra padrão dendrítico; já nas regiões mais elevadas e de domínio gnáissico, a textura tende a se mostrar linear, com tonalidade cinza-média a escura e a drenagem exibe padrão dendrítico-retangular, com variações locais para a textura granular e drenagem radial, devida a intrusões graníticas, mormente nos arredores de Baixio da Donana.

A delimitação cartográfica entre os seus diferentes litótipos não foi possível, face a elevada intimidade litológica, grau metamórfico, nível de deformação, semelhança de padrão fotográfico, onipresença de ortoderivados e de parametamorfitos contendo muscovita, biotita, granada e, mais raramente, sillimanita, geralmente migmatizados. Como saída para esse impasse, optamos pela separação cartográfica em zonas de predominância, ou em domínios litostruturais, que resultou nos três setores supramencionados. Os tipos petrográficos subordinados, que ocorrem sob forma lenticular, como quartzitos, calcários e rochas calcissilicáticas, receberam representação cartográfica um pouco exagerada, levando em conta os aspectos econômicos, estratigráficos e estruturais.

As rochas pertinentes ao Complexo Gnáissico-Migmatítico foram inseridas, nos últimos trabalhos regionais, nos complexos Caicó (Campos et alii, op. cit.) e Nordestino (Gomes et alii, op. cit.). No Mapa Geológico do Brasil (Shobbenhaus, op. cit.) e Mapa Geológico do Estado do Ceará (Cavalcante et alii, op. cit.), as rochas foram agrupadas, maiormente, no Pré-Cambriano Não-Diferenciado (PX) e Proterozóico Inferior Retrabalhado no Ciclo Brasiliano (PI(B)).

A idade Arqueano-Proterozóica Inferior, aqui admitida, tem como referência as datações cronorradiométricas citadas em trabalhos pretéritos, como os de Brito Neves (op. cit.), Campos et alii (op. cit.), Gomes et alii (op. cit), Mapa Geológico do Estado do Ceará (Cavalcante et alii, op.cit.), Benevides (1984), Pessoa et alii (op. cit.), Macedo et alii (op. cit.) e Mendonça & Braga (op. cit.). Maiores detalhes são mostrados no Capítulo 3.

2.3.2 Subunidade Acopiara-Hebron (APIgna)

Esse segmento crustal caracteríza-se por uma íntima associação de rochas gnáissico-migmatíticas, de caráter predominantemente paraderivado e que se distribui por todo o extremo-nordeste-leste e centro-sul da folha, formando uma extensa faixa contínua, bordejando a serra do Maia, pela vertente leste, passando pela vila Hebron, vila Baixio da Donana, Zona de Cisalhamento de Aiuaba, e indo até o rio Jaguaribe, no limite sul da área.

A separação dos gnaisses e migmatitos dessa subunidade daqueles que ocorrem nas regiões de Truçu e Catarina, faz-se tomando como apoio a sua continuidade ou extensão para nordeste, em direção a Piquet Carneiro e Milhã, onde a unidade está enriquecida por um conteúdo grafitoso e scheelitífero (Faixa Milhã-Betânia-Tataíra; Torres et alii, 1973; e Campos et alii, op. cit.) que jamais foi observado naquelas regiões.

Os gnaisses paraderivados são os principais componentes e distribuem-se em toda a extensão territorial, estando intimamente associados aos migmatitos, mormente aqueles com estrutura bandada bem desenvolvida, compondo um conjunto de difícil separação cartográfica. Bons afloramentos podem ser observados entre a rodovia Acopiara-Catarina até Hebron; entre São Francisco e Cruz, a leste da vila Mel; entre Hebron-Arapiraca-Cacimbas-Baixio da Donana; e entre Lagoa Nova-Rosário-Santa Bárbara-Poço Grande.

Caracterizam-se pela presença de litótipos que exibem como mineralogia essencial a muscovita, a biotita, o quartzo, o feldspato, (±) sillimanita e (±) granada, traduzindo uma origem a partir de sedimentos ricos em alumínio. São representados por sillimanita-muscovita-biotita-gnaisses, sillimanita-granada-muscovita-biotita-gnaisses, muscovita-biotita-gnaisses bandados, biotita-gnaisses, granada-biotita-gnaisses, em parte migmatizados ou milonitizados, incluindo, subordinadamente, muscovita-biotita-xistos e lentes de quartzitos puros ou muscovíticos, metacalcários, rochas calcissilicáticas, metabásicas e metaultramáficas. Muitas vezes, uma contribuição ortoderivada intercala-se, sob a forma de *sheets* na sequência paragnáissica, geralmente representada por leuco-ortognaisses finos, metapegmatitos, augenortognaisses e biotita-metagranitos de cor cinza (figura II.2.5a,b). Na porção compreendida entre as vilas Mel e Baixio da Donona, são frequentes os *sheets* de biotita-granito do tipo Cangati (PSγ4) relacionados ao Proterozóico Superior; enquanto entre os sítios Liso e São José, os gnaisses são encaixantes de um corpo de granitóide gnaissificado (Pγ).

Em diversas situações, os termos gnáissicos, mesmo quando migmatíticos, exibem estruturas planares bem destacadas, de modo a refletir a organização estrutural imposta pelas deformações D_{n+1} e D_{n+3}, com S_{n+1} penetrativa e disposta segundo a direção NE-SW, sob forma sigmoidal, e apresentando, em regra geral, mergulhos medianos para NW, na porção leste, e para NW ou SW, na porção entre a vila Hebron e no limite sul da folha. Envolvendo essa foliação, são implantadas as macro e mesodobras de D_{n+3} (figura II.2.5d; foto 13), chegando-se a pontos onde $S_n//S_{n+1}$ é paralelizada a S_{n+3} (milonítica), e uma lineação de interseção é bem conspícua. Outra característica de destaque é uma lineação de estiramento, penetrativa, que é materializada por cristais de quartzo, sillimanita, biotita e hornblenda. A muscovita é geralmente de duas gerações, sendo a primeira encontrada segundo a foliação $S_{n+1}//S_n$ e a segunda cortando-a, por vezes tomando um aspecto de cristalização estática.

Esses gnaisses são de coloração cinza, geralmente de tons claros, com bandamentos bem definidos pela intercalação de leitos micáceos e quartzofeldspáticos, ora finos, ora mais espessos, têm espaçamento entre bandas variando de milimétrico a até 0,30cm. A granulação é dominantemente média, com variações locais para grã fina ou grossa com presença de porfiroblastos de granada e/ou feldspato; estes comumente em forma de "olhos".

Em microscopia, apresentam texturas granolepidoblástica e xenoblástica constituídas essencialmente de feldspatos (K-feldspatos e plagioclásio), quartzo, biotita, muscovita, (±) sillimanita e (±) granada. Os acessórios são irrelevantes.

O feldspato potássico é a microclina em cristais pequenos e médios, com maclas em xadrez, pertíticos, com bordas desgastadas e associados aos plagioclásios que ocorrem, também, em pequenos cristais xenomórficos, raramente geminados, mimerquíticos, com extinção ondulante, bordas desgastadas e trituradas, ranhuras de alteração e, às vezes, aspecto nebuloso. Quando próximos às zonas de cisalhamento simples, exibem clastos com sombras de pressão, geminação em forma de cunha ou em "chamas" e *shear bands* rudimentares (no exemplar analisado; figura II.2.6).

O quartzo mostra cristais subeuedrais a anedrais, amebóides e raramente alongados, com extinção ondulante, parcial processso de recuperação em subgrãos e associado aos feldspatos e à biotita. As micas apresentam-se em pequenas palhetas tabulares e retangulares, esgarçadas, levemente orientadas, onde a biotita revela pleocroísmo marrom-escuro a marrom-claro, oxidadas e levemente alteradas para muscovita e epidoto. A muscovita está sempre associada à biotita e, provavelmente, é formada desta.

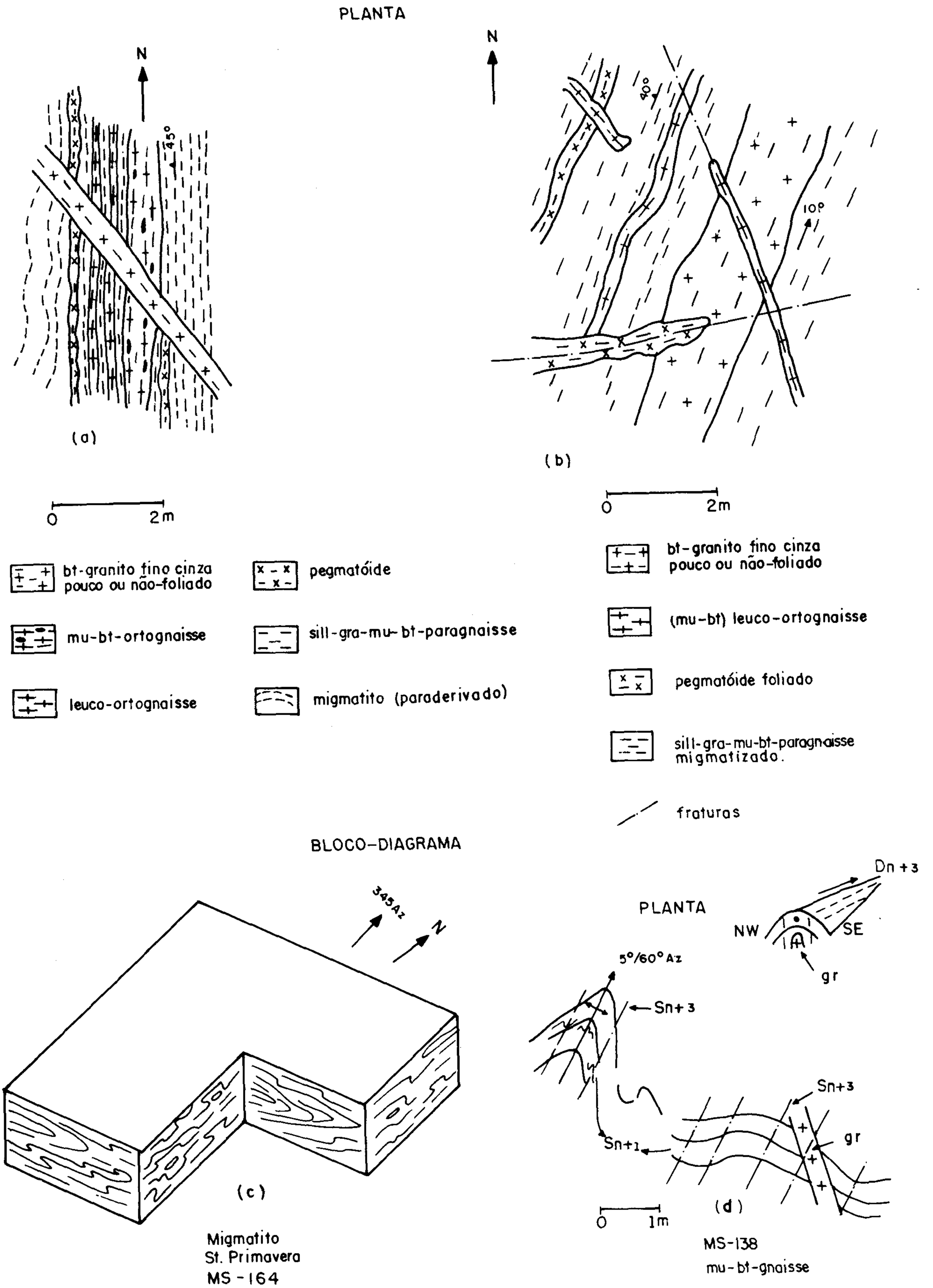
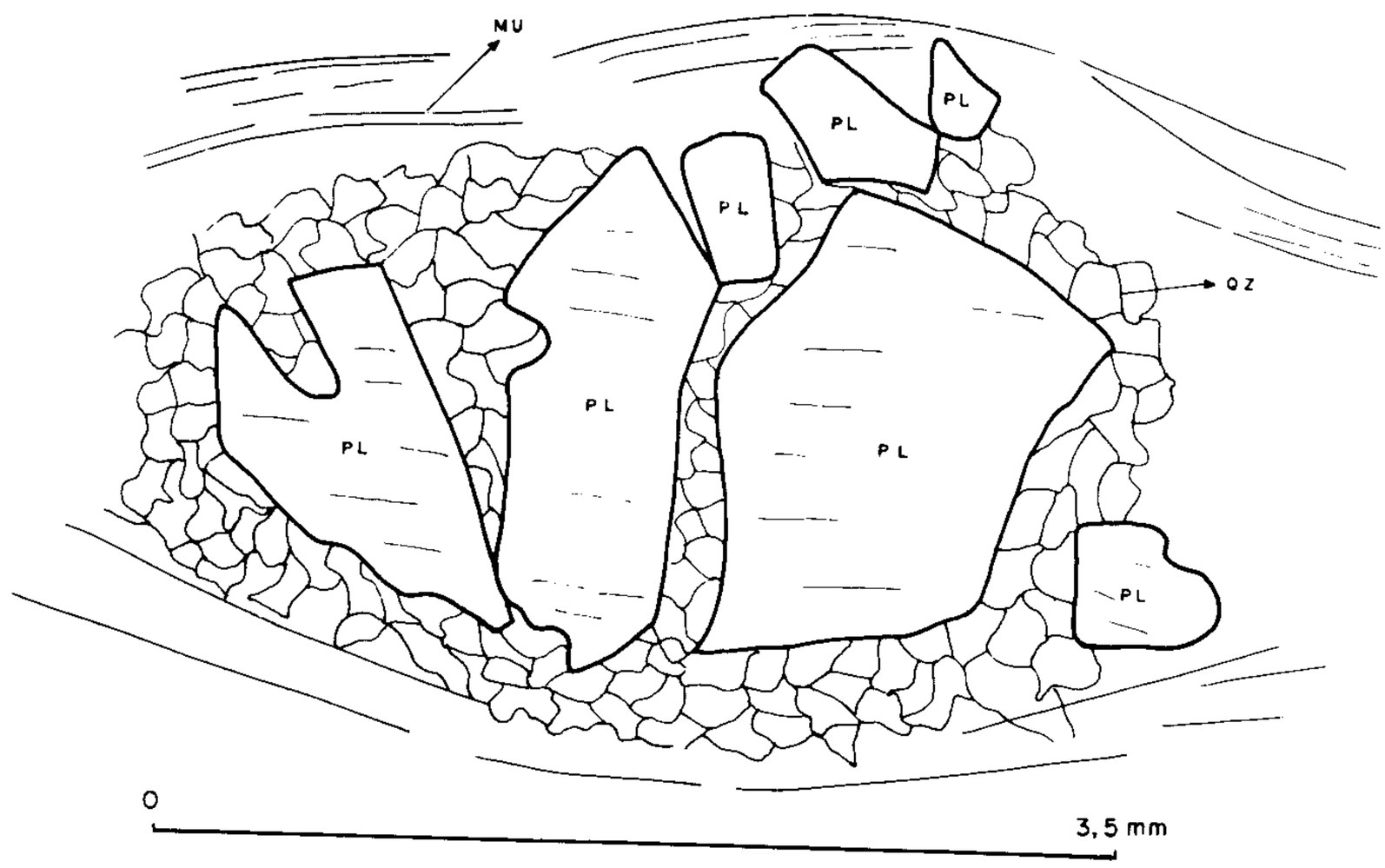


Figura II.2.5 – Alguns detalhes de afloramentos do Complexo Gnáissico-Migmatítico (subunidade Acopiara-Hebron). (a e b) relações entre os migmatitos e as fases granitóides: (c) estilo de dobras, em migmatito, com geometrias similares e bainhas; (d) geometrias de dobras de D_{n+3}.



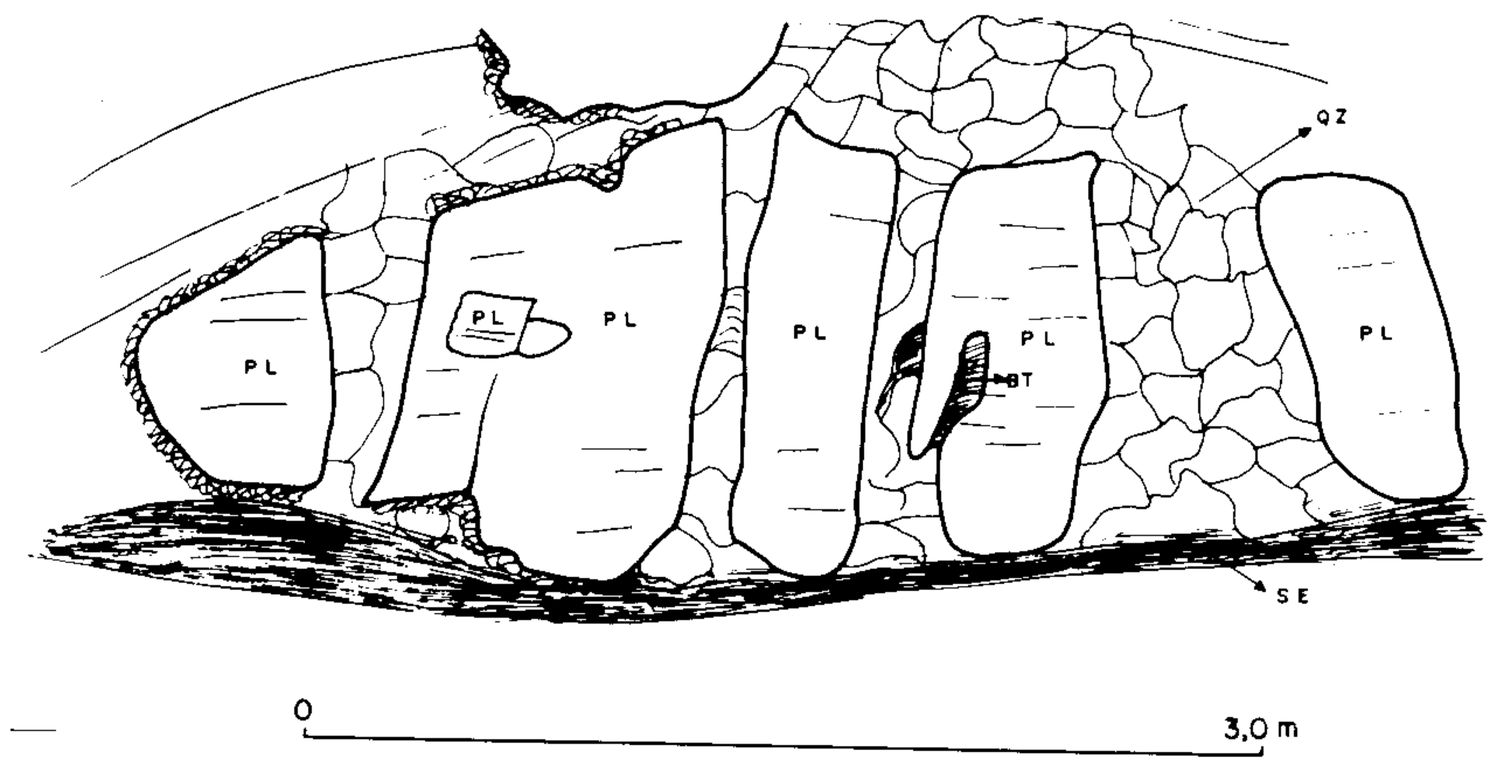


Figura II.2.6 – Aspectos de dois porfiroclastos de plagioclásio de um exemplar de gnaisse protomilonítico do Complexo Gnáissico-Migmatítico, na área de influência da zona de cisalhamento Hebron (ZCH). O quartzo mostra-se recristalizado e formando pontos tríplices, além de sombras de pressão. Local da amostragem: S de Hebron (afloramento MF-303).

/ A composição geralmente é granodiorítica e o metamorfismo regional é de médio grau da fácies anfibolito, com a seguinte paragênese: plagioclásio-quartzo-biotita; microclina pertítica-quartzo-biotita; e microclina-plagioclásio-quartzo.

Os termos mais francamente migmatíticos predominam no setor leste-nordeste, nas regiões de Jordão, sítio Serra, fazenda Primavera e entre o sítio São José e a vila Hebron; ocorrem também bordejando o granito Mel, em sua porção norte-ocidental, bem como entre Santo Agostinho-Malhada e Limpa-Sítio Banana; e entre as localidades São José e Rosário. Esse setor é evidenciado, nas aerofotos, pela rarefação das fotolineações, que acarretam uma feição uniforme ou homogênea. No campo, formam terreno de paisagem plana, com afloramentos ao nível do solo e matacões exibindo, quase sempre, rocha fresca.

Os migmatitos apresentam coloração acinzentada, geralmente de tonalidade clara, granulação média com variações locais para fina ou grossa, texturas granular-gnáissica nos neossomas (leucossomas) e xistosa ou gnáissica nos paleossomas/mesossomas. Nos migmatitos homogeneizados, são mais comuns as estruturas nebulítica e *schlieren* (Mehnert, op. cit.), enquanto nos heterogêneos predominam tipos dobrados (foto 14), estromáticos e dictioníticos, podendo ocorrer geometrias ptigmática e flebítica (Mehnert, op. cit.). Em alguns tipos, localmente a relação mesossoma/leucossoma indica uma ampla predominância deste sobre aquele, com a composição variando entre granítica e granodiorítica, para o leucossoma. Na região de Santo Agostinho, o paleossoma/mesossoma dos migmatitos bandados mostra-se como biotita-gnaisse fino em leitos intercalados com leucossoma granito-pegmatóide. Por sua vez os melanossomas são geralmente biotíticos, enquanto o leucossoma é dominantemente quartzofeldspático em leitos concordantes com o mesossoma, e em mobilizados que o englobam ou o segregam (migmatitos de injeção).

Em observação de campo, a mineralogia essencial dos paleossoma/mesossoma é constituída de uma associação monótona de quartzo, feldspato e biotita, podendo ou não conter, subordinadamente, muscovita, sillimanita e/ou granada. Em microscopia, apresentam textura lepidogranoblástica e xenoblástica, com feldspato potássico e plagioclásio (oligoclásio), quartzo e minerais

micáceos (biotita em maior porcentagem do que a muscovita). O feldspato potássico é a microclina, em cristais médios, com maclas em xadrez, pertíticos, com bordas desgastadas e em menor quantidade que o plagioclásio (An24-232) que ocorre em pequenos ou médios cristais, geralmente arredondados, raramente geminados, com bordas desgastadas, ranhuras de alteração, inclusões de quartzo e biotita, intercrescimento pertítico com K-feldspato, e extinção ondulante.

O quartzo ocorre em pequenos cristais subeuedrais a anedrais, com extinção ondulante e parcial processo de recuperação em subgrãos. A biotita ocorre em pequenas e médias palhetas retangulares, agregadas, orientadas, contornando, às vezes, o feldspato, esgarçadas e alterando-se para muscovita e, mais raramente, para epidoto. A muscovita ocorre em pequenas palhetas formadas a partir da biotita. A paragênese é formada por plagioclásio-quartzo-biotita; microclina pertítica-quartzo-biotita e microclina-plagioclásio-quartzo.

Como litótipos subordinados destacam-se os quartzitos (qt), micaxistos (xt), rochas calcissilicáticas (rcs), metacalcários (mcc), metabasitos (anf) e metaultrabasitos talcoxisto (txt) que foram assinalados na região dos sítios São Francisco, Malhada Limpa, Açude Santa Delfina e Santo Agostinho; entre Sombrio e a serra Lagoa Nova, e entre os sítios Santa Bárbara e Liso.

Alguns termos micaxistosos, ao microscópio, apresentam textura lepidogranoblástica com alta porcentagem de biotita e muscovita, que ocorrem em pequenas e médias palhetas retangulares, agregadas, orientadas, com lamelas de deformação, liberação de opacos nos planos de clivagem e contornando porfiroblastos, principalmente de granada e plagioclásio. O quartzo geralmente se encontra alongado ou estirado, com extinção ondulante, contatos suturados e parcial processo de recuperação em subgrãos. O feldspato, comumente o plagioclásio (An22-26), apresenta-se em cristais médios e grandes porfiroblastos, arredondados, rotacionados e alongados segundo a xistosidade, com extinção ondulante e, às vezes, geminados e saussuritizados. A granada, em porfiroblastos, apresenta deformação sincinemática. Podem ocorrer como acessórios turmalina, granada, zircão, opacos e argilominerais. O metamorfismo é da facies anfibolito de grau médio.

Os quartzitos distribuem-se por toda a área, principalmente sob a forma de intercalações nos gnaisses e migmatitos, associados ou não a micaxistos, e às vezes formam lentes extensas que se destacam na topografia. Algumas lentes, associadas a migmatitos e gnaisses, foram cartografadas na região dos sítios Campo Alegre, Lagoa do Arroz e fazenda Araçaí, contornando o granitóide Mel pela sua borda norte-noroeste, e na região do sítio São Francisco, a sudeste do mesmo granitóide; na área do sítio Sabonete, do açude Santa Delfina; sítio Santa Bárbara; e nos arredores da serra da Lagoa Nova. Outras, de menor porte, também podem ser encontradas em Sombrio, Santo Agostinho e em outras localidades, sempre associadas a micaxistos.

São rochas de coloração esbranquiçada a creme, puras ou muscovíticas (pouco), bastante recristalizadas, duras e fraturadas perpendicularmente à foliação. Nos tipos laminados ou placosos, alternam-se leitos quartzosos a níveis micáceos e, geralmente, estão milonitizados. A granulação é normalmente fina e raramente média.

Os litótipos metacarbonáticos, calcários cristalinos (mcc) e rochas calcissilicáticas (rcs) distribuem-se amplamente em toda área do complexo, sob a forma de pequenas lentes descontínuas e dispersas, cartografadas com certo exagero. São corpos da ordem de 500m de comprimento por 50m aproximadamente, na largura de afloramento (Capítulo 7). Foram destacados nas regiões do sítio São José, leste da vila Hebron, sítio São Francisco, Santo Agostinho, Santa Delfina, Pedra de Cal, Poço Grande e arredores do Baixio da Donona.

Os calcários cristalinos (metacalcários) apresentam coloração cinza a branca, granulação fina a média, textura sacaroidal bastante recristalizada, às vezes bandados com xistosidade marcada por níveis cinza-esverdeados, de diopsídio-anfibólio e, algumas vezes, zonas silicosas e palhetas de biotita. Suas áreas de ocorrência são geralmente planas, com solo argiloso amarronzado ou castanho, e quase sempre associados a lentes quartzíticas.

As rochas calcissilicáticas, por sua vez, apresentàm bandamento centimétrico a milimétrico, coloração verde-clara, granulação fina a média e composição mineralógica variada, mostrando quartzo, feldspato, diopsídio, hornblenda e tremolita-actinolita, epidoto, granada e apatita. A calcita está sempre presente, em algumas variedades, pois apresentam efervescência ao ataque do HCl a frio.

Por vezes, algumas rochas calcissilicáticas parecem ser derivadas de magmatitos básicos, como acontece na região do Baixio da Donona. Aqui, um exemplar do afloramento FM-62 revelou ao microscópio, uma textura nematoblástica, com grandes cristais de diopsídio, tremolita e quartzo. O diopsídio, em cristais hipidiomórficos e índice de refração elevado, faz associação paragenética com a tremolita, sendo os contatos geralmente intercrescidos. A tremolita, por sua vez, é hipidiomórfica alongada, com geminação paralela em alguns cristais e incolor à luz natural. Apresentam cristais fibrorradiais com índice de refração e birrefringência baixos, denotando presença de clorita. Dois outros anfibólios parecem estar presentes, quais sejam a cumingtonita e a grunerita, de duas gerações, sendo uma primária com índice de refração alto, birrefrigerância de segunda ordem, pleocroísmo de amarelo a incolor e geminação múltipla. O anfibólio demonstra, ainda, processo de desestabilização para tremolita e faz paragênese com o clinopiroxênio-anfibólio (cumingtonita)-grunerita-tremolita-quartzo. O metamorfismo atingiu a facies anfibolito de grau médio.

As rochas metabásico-ultrabásicas, que ocorrem na região do sítio São José, estão intercaladas em biotita-gnaisse (localmente de aspecto metaarcoseano), sob forma de corpos de coloração preta a verde-escura com forte lineação de intersecção, destacando-se dos paragnaisses encaixantes e exibindo minidobras apertadas associadas a D_{n+3}, do conjunto (foto 13). Os anfibolitos (orto) exibem granulação fina a média e um provável posicionamento plano-axial de $D_{n+6}1$, redobrada por Dn+3 (tipo laço). Nesse mesmo conjunto ocorrem litótipos com características metaultramáficas, onde as frações maciças e xistosas estão ricas em talco e asbesto actinolítico, denunciando associações minerais do retrometamorfismo.

A análise micropetrográfica revelou, para os anfibolitos, uma textura granoblástica-granular, composta de anfibólio e plagioclásio (em torno de 85%), como essenciais, e piroxênio, titanita, apatita e quartzo, como acessórios. A hornblenda ocorre em cristais idioblásticos a hipidioblásticos, substituindo frequentemente o piroxênio e, esporadicamente, exibindo geminações simples. O plagioclásio ocorre em cristais hipidiomórficos, com geminações tipo albita, carlsbad e periclina, com An22-26 (oligoclásio) e, comumente, alterado para clorita e epidoto.

Os litótipos metaultramáficos apresentam-se pouco foliados, com coloração esverdeada e granulação fina a média. Em seção delgada mostram textura lepidoblástica, podendo, localmente, assumir textura nematoblástica, pela presença de anfibólio. São constituídos essencialmente por clorita e epidoto, tendo secundariamente tremolita-actinolita. Observa-se, também, que quase não há foliação onde os agregados cloríticos (geralmente com textura radial) estão associados aos epidotos e opacos, resultantes da desestabilização do anfibólio. A paragênese é formada por epidoto + clorita + opacos e epidoto + clorita + anfibólio. Trata-se de rochas magmáticas, metamorfizadas na fácies anfibolito baixo/xisto-verde, atualmente um epidoto-clorita-anfibólio-xisto.

2.3.3 Subunidade Catarina-Truçu (APIgnc)

Essa subunidade compreeende uma importante porção dos terrenos setentrionais da Folha Catarina e representa a extensão meridional de um conjunto gnáissico-migmatítico também distribuído na Folha Mombaça, sua vizinha a norte. Na parte mais a nordeste, seus representantes gnáissico-migmatíticos encaixam diversos maciços graníticos (PSγ4). Já nos tratos norte-centro-ocidental, mais precisamente entre as regiões de Truçu-Zona de Cisalhamento Senador Pompeu, encontra-se sua maior expressão cartográfica.

Os contatos com as unidades circunvizinhas são geralmente normais, intrusivos e por zonas miloníticas, mas na região entre os sítios Chapadinha-Cacimbas e Lagoa do Cravo, as relações de contato não foram precisadas, tendo-se em conta o elevado estágio de decomposição das rochas. Por isso, traçou-se um contato aproximado.

Os litótipos mais comuns são os migmatitos de estrutura bandada-dobrada (fotos 15, 16 e 17) e muscovita-biotita-gnaisses (± granadíferos e fracamente migmatizados). Outra característica é a presença, em alta taxa, de ortognaisses foliados, como *sheets* nos paragnaisses, bem como a sillimanita, em ocorrências discretas e localizadas. Também, é marcante a existência de horizontes carbonáticos descontínuos (cartografados com certo exagero) e de finas lentes micaxistosas granatíferas e leitos de rochas metabásicas anfibolitizadas (figura II.2.7).

Os migmatitos ocorrem com maior frequência na região da vila Truçu, sudeste de Catarina e nos sítios Logradouro, Sabonete dos Mares, Belo Horizonte, Pé de Ladeira e Lagoa do Cravo. São leucocráticos a mesotipos, chegando a exibir coloração variando de cinza-clara a escura e granulação média. A estrutura estromático-dobrada (dominante) pode mostrar um bandamento regular onde se alternam níveis claros quartzofeldspáticos (leucossomas) com níveis máficos de biotita (melanossomas), ficando os neossomas de difícil caracterização (foto 15) mas geralmente apontados como biotita-gnaisses com ou sem granada. Esses leitos podem ser finamente espaçados ou bandados, localmente micaxistosos ou milonitizados (biotita-gnaisses facoidais) formando um complexo de estruturas migmatíticas que, frequentemente, podem coexistir em um mesmo afloramento (foto 16).

Outrossim, termos migmatíticos mais evoluídos são reconhecíveis, exibindo uma tendência à homogeneização e um variado cartel de litótipos e estruturas (foto 16) com bandas ou frações mais escuras (melanossomas), biotíticas, e de tonalidades cinzentas representadas por muscovita-biotita-gnaisses, anfibólio-biotita gnaisses e mais raramente anfibolitos, que se alternam desarmonicamente com bandas claras graníticas (anatexíticas) discordantes. Também encerram transposição estrutural, estiramento mineral e boudinagem (fotos 16 e 17).

Os principais constituintes mineralógicos são feldspato, quartzo e micas (biotita + muscovita). Subordinadamente, podem ocorrer granada, anfibólio e alguma sillimanita (pequenas agulhas agregadas). A muscovita aparece em duas gerações, sendo uma em pequenas palhetas, associadas à biotita, e outra, em palhetas mais desenvolvidas, cortando a foliação principal. Em relação à granada, parece ocorrer também duas gerações, pois uma é elíptica e fraturada, provavelmente sintectônica, enquanto a outra é circular, milimétrica, cor de vinho e, certamente, tarditectônica. O feldspato pode apresentar-se em porfiroclastos rotacionados com indicação de critérios cinemáticos, arranjos segundo as superfícies S-C, em locais próximos às zonas de cisalhamento dúctil.

Segundo análises micropetrográficas, os termos gnáissicos são geralmente constituídos de quartzo, plagioclásio (oligoclásio), K-feldspato (microclina e ortoclásio), biotita e muscovita, mostrando uma textura granolepidoblástica com direção preferencial evidenciada

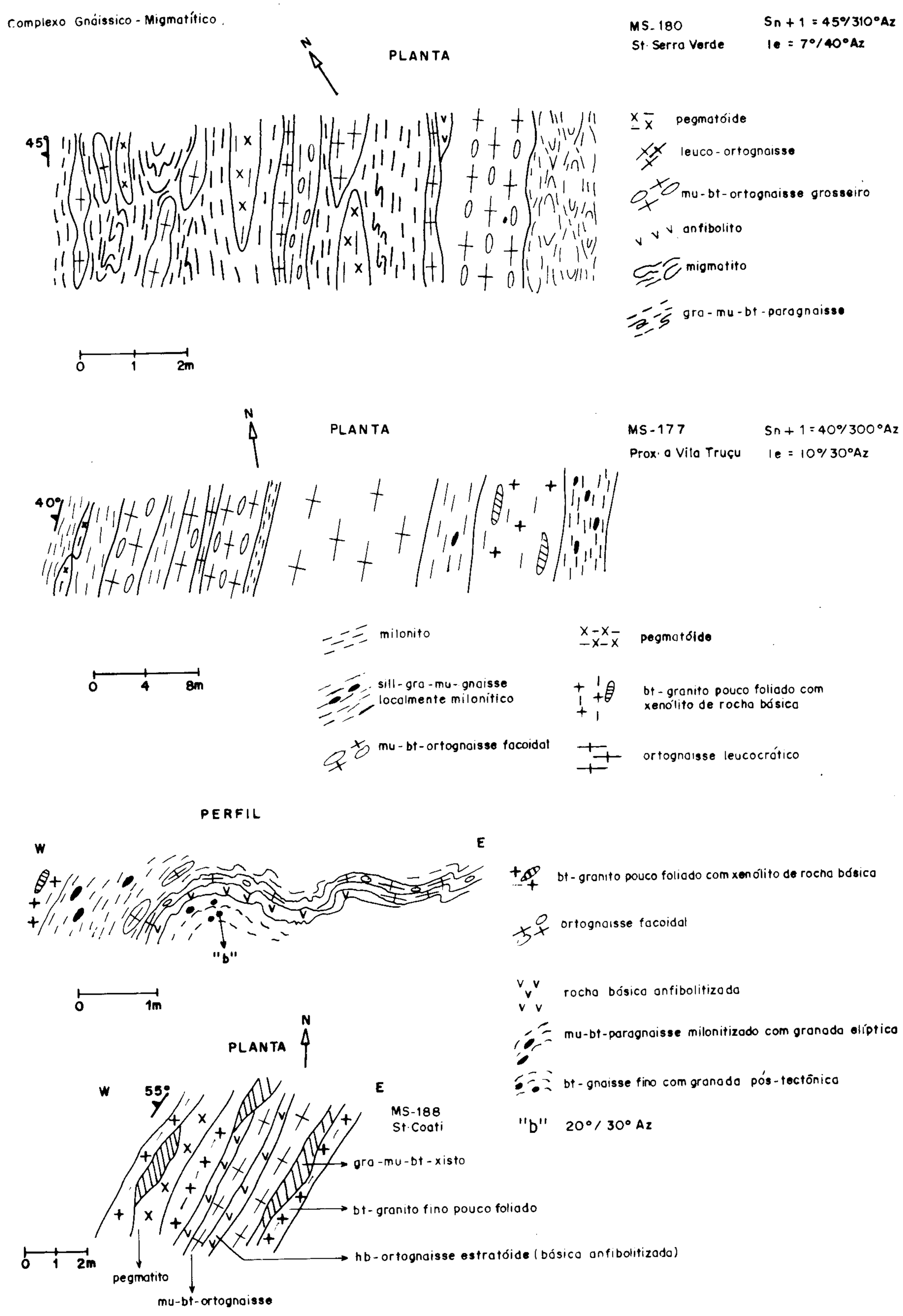


Figura II.2.7 – Alguns aspectos litoestruturais do Complexo Gnáissico-Migmatítico (subunidade Catarina-Truçu).

pelas micas. O plagioclásio forma cristais anédricos, xenomórficos a hipidiomórficos, de tamanhos variados, frequentemente geminados segundo a lei de albita, com bordas corroídas e alteradas, associado a micas, microclina e quartzo, desenvolvendo mirmequitas. O feldspato alcalino é representado por microclina e ortoclásio (mais raro), e ocorre em grãos xenomórficos de tamanhos variados, com geminação tipo albita-periclina ou não-geminados, pertitizados, substituindo o plagioclásio ou ocupando, preferencialmente, os espaços intragranulares. O quartzo tem porcentagem elevada e ocorre em cristais xenomórficos agregados, bordejando ou inclusos nos feldspatos, exibindo grãos estirados, recristalizados e com forte extinção ondulante, além de seção límpida nos intercrescimentos com os K-feldspatos.

A biotita ocorre sob forma de finas palhetas orientadas, xeno a hipidiomórficas, marcando a foliação e apresentando pleocroísmo entre marrom-esverdeado e marrom-avermelhado, extinção ondulante, *kink-bands* e alteração ou associação a muscovita. Esta, por sua vez, mostra-se em palhetas orientadas e torcidas, *kinks*, e uma origem a partir da desestabilização da biotita. Os acessórios mais comuns são granada e apatita. A paragênese é denunciada por plagioclásio + microclina + quartzo + muscovita; plagioclásio + biotita + quartzo + K-feldspato; plagioclásio + quartzo + K-feldspato + biotita + muscovita. A composição geral é granítica e o metamorfismo é regional de grau médio a forte e fácies anfibolito.

Os gnaisses são bimicáceos e apresentam-se fracamente migmatizados, sendo frequentes na faixa entre a ZCSP e a falha Catingueira, e nas regiões de Cova da Onça-Chatinho-Cândido; Malhada da Aroeira- Catarina-Quandu-Serra Baixa Verde-Mulungu; e serrote Redondo-Jerimum-Cipó-Riacho da Onça. Caracterizam-se por uma associação de gnaisses paraderivados com feições planares bem desenvolvidas. Estruturalmente, acham-se dobrados e com fortes indícios de milonitização, quando sob influências de várias zonas de cisalhamento.

Os tipos petrográficos mais comuns são muscovita-biotita-gnaisses e anfibólio-biotita-gnaisses migmatitizados, muscovita-biotita-gnaisses xistosos, muscovita-biotita-gnaisses com ou sem granada e sillimanita (rara). Subordinadamente, ocorrem intercalações anfibolíticas (metabásicas xistificadas), granada-muscovita-biotita-xistos, horizontes carbonáticos e quartzíticos, descontínuos, bem como *sheets* de leucortognaisses graníticos e metapegmatóides completando o conjunto.

De um modo geral, a mineralogia é banal, constituída de quartzo, feldspato, biotita e muscovita, como essenciais, e granada, anfibólio e sillimanita, como acessórios (os dois últimos são raros).

Os muscovita-biotita-gnaisses (paleossoma/mesossoma) apresentam coloração clara, grã média e grossa e bandas quartzofeldspáticas ou graníticas (neossoma) intercaladas com bandas quartzoxistosas ou biotíticas. Os leitos, às vezes, mostram uma estrutura gnáissica homogênea, lembrando rochas ortoderivadas para esses tratos. Encontram-se pouco intemperizados e, quando mais híbridos, apresentam *boudins* quartzofeldspáticos, metapegmatóides e quartzosos.

Ao microscópio, esses gnaisses de provável ortoderivação exibem texturas granolepidoblástica e xenoblástica, constituída de quartzo, feldspato (plagioclásio) e biotita, com ou sem muscovita e granada. O plagioclásio geralmente se encontra alongado segundo a xistosidade, geminado segundo a lei da albita, carlsbad e periclina, com leve extinção ondulante e alteração para micas; o quartzo ocorre em pequenos cristais fraturados, com extinção ondulante e lamelas de deformação; a biotita aparece em palhetas retangulares, agregadas, orientadas, contornando o plagioclásio, com pleocroísmo marrom-escuro a claro e, às vezes, associada à muscovita; a granada encontra-se em pequenos porfiroblastos, desgastados e esqueletiformes, com restos de uma foliação em forma de cunha, denunciando um caráter pré-cinemático à foliação milonítica.

Os granada-muscovita-biotita-gnaisses (com ou sem sillimanita) apresentam coloração cinza-clara, granulação média e estrutura localmente bandada e dobrada, com variedade quartzoxistosa. São de caráter paraderivado e mostram-se miloníticos quando associados às zonas de cisalhamento. Em lâminas delgadas, exibem textura granolepidoblástica a xenoblástica, com muitos minerais micáceos. O plagioclásio é o oligoclásio, com extinção ondulante, geminação tipo albita e saussuritização para argilominerais e sericita; o quartzo exibe grãos com extinção ondulante e lamelas de deformação; a biotita, em pequenas e médias palhetas retangulares, mostra pleocroísmo, inclusões de granada e zircão (com halos pleocróicos) e alteração para muscovita que, por sua vez, exibe-se em palhetas retangulares de duas gerações (sin/tardicinemática). Nota-se, ainda, a presença de um mineral fibroso incluso nas biotitas, provavelmente sillimanita.

O metamorfismo é regional, de grau médio a alto, atingindo a facies anfibolito (isógrada da sillimanita). Porém, há evidências de retrometamorfismo na facies xisto-verde, indicado por cloritas e sericitas. Estruturalmente, a foliação principal Sn//Sn + 1 exibe-se mesodobrada isoclinalmente, além de mostrar-se em geometrias de mesodobras anisópacas simétricas e assimétricas, com planos axiais de mergulhos altos a verticalizados e eixos "b" suborizontalizados (incluindo charneiras isoclinais intrafoliais). Também apresentam redobras abertas com planos axiais verticalizados e eixos "b" mergulhando para NW, denunciando interferência do tipo 3 de Ramsay (1967).

As rochas básicas presentes na Subunidade Catarina-Truçu mostram-se anfibolitizadas e em jazimentos estratóides e diqueformes. Os corpos conformáveis ao bandamento gnáissico formam leitos contínuos paralelizados à foliação principal (figura II.2.7), exibindo uma granulação fina a média, coloração esverdeada, estando geralmente intemperizados.

Os anfibolitos que ocorrem em jazimentos diqueformes apresentam coloração verde escura, granulação fina, foliados e comumente orientados segundo a direção noroeste-sudeste. A mineralogia básica compõe-se de hornblenda, plagioclásio e quartzo, porém alguns exemplares apresentam discretos horizontes com outros minerais calcissilicáticos, provavelmente resultantes de alteração hidrotermal.

Ao microscópio, esses anfibolitos exibem textura nematoblástica e granoblástica, sendo constituídos, essencialmente, de anfibólios (hornblenda, tremolita-actinolita) e feldspato (plagioclásio), tendo como acessórios quartzo, diopsídio, titanita e opacos. Os cristais de hornblenda são prismáticos subeuedrais, orientados segundo uma direção preferencial, exibindo pleocroísmo verde a verde-claro e inclusões de titanita; a tremolita-actinolita também ocorre em cristais prismáticos subeuedrais, com ou sem pleocroísmo, de segunda geração, formada a partir do piroxênio pelo processo de uralitização; o plagioclásio é a andesina, que mostra pequenos cristais hipidiomórficos a xenomórficos, com extinção ondulante e, às vezes, geminação albita-carlsbad, estando associados aos anfibólios, piroxênio e quartzo; o piroxênio (diopsídio) se exibe em cristais prismáticos subeuedrais a anedrais, fraturados e desgastados, não-pleocróicos, de baixa refrigerância, diferenciando-se do anfibólio pelo ângulo de clivagem e por serem biaxiais positivos; alteram-se para tremolita-actinolita por ação hidrotermal; o quartzo ocorre em cristais subeuedrais a anedrais, com extinção ondulante e lamelas de deformação; a titanita ocorre em diminutos grãos arredondados, inclusos nos anfibólios.

A paragênese é determinada por hornblenda + plagioclásio + diopsídio (quartzo) e diopsídio + tremolita-actinolita + hornblenda + plagioclásio. Trata-se de rocha ortoderivada, metamorfizada na fácies anfibolito de médio grau e composição diorítica a quartzodiorítica.

Os muscovita-biotita-quartzoxistos apresentam ocorrências restritas e, na composição, alta porcentagem de feldspatos (lembrando gnaisses xistosos), com ou sem granada e sillimanita, sendo de coloração cinza, intemperizados, e com leitos espessos (em média 0,30m) quartzofeldspáticos e micáceos intercalados e de granulações média a grossa. Os quartzitos são creme, de grã fina, lenticulares, pouco espessos, recristalizados e descontínuos.

Os calcários cristalinos (mcc) e as rochas calcissilicáticas (rcs) estão bem distribuídos na Subunidade Catarina-Truçu e representam antigos horizontes carbonáticos. Ocorrem sob a forma de pequenas e médias lentes descontínuas, na região de Chatinho - sítio Cândido, entre os sítios Marajó e Mulungu, e em uma "faixa" desde a serra Redonda até o sítio Chapada. São rochas de coloração esbranquiçada, grã média, textura sacaroidal, maciças, bastante recristalizadas e quase sem impurezas. Localmente podem ocorrer variações como grã fina ou grossa, e presença de impurezas como flogopita e opacos.

Já as rochas calcissilicáticas apresentam um fraco bandamento, grã fina a média, com leitos milimétricos de hornblenda-diopsídio e centimétricos de quartzo (e feldspato), intercalados, podendo conter ainda epidoto e apatita.

2.3.4 Subunidade Flamengo - APIgnf

Os litótipos dessa subunidade ocupam uma faixa grosseiramente em forma de cunha, com a parte mais larga voltada para a região central, a norte da vila Flamengo, e a porção mais estreita, entre esta e o rio Jaguaribe, no extremo-sudoeste da folha investigada. Esse subconjunto rochoso se diferencia do Acopiara-Hebron, por exibir uma maior taxa de micaxistos e rochas carbonáticas e anfibolíticas, e com isto guardando similaridade com partes do Complexo Ceará.

Dominam litótipos com superfícies S bem desenvolvidas e um bandamento composicional característico, representados por muscovita-biotita gnaisses (foto 18), muscovita-biotita xistos, biotita-gnaisses migmatitizados e migmatitos em ocorrências mais restritas, incluindo, subordinadamente, corpos lenticulares de quartzitos (qt) puros recristalizados, calcários cristalinos (cc) sacaroidais, calcissilicáticas (rcs) bastante silicosas e inúmeras lentes de talcoxisto (txt). A presença de sillimanita, cianita e granada, e onipresença de muscovita, refletem um domínio de caráter paraderivado aluminoso. Porém, alguns litótipos ortoderivados também fazem parte do conjunto, tais como ortognaisses facoidais biotita ortognaisse de grã média, com composição variando de tonalítica a granítica. Observam-se ainda, jazimentos estratóides de rochas de composição básica, descritas como hornblenda-gnaisses, anfibolitos e talcoxistos.

Estruturalmente apresentam feições isoclinais a assimétricas com planos axiais exibindo flanco normal longo e flanco inverso curto, com os planos axiais vergentes para WNW ou ESE. Na faixa entre Flamengo e o rio Jaguaribe as feições são dominantemente isoclinais com planos axiais empinados e vergências para NW (figura II.2.8). Contudo, nessa primeira localidade aparecem dobras intrafoliadas de D_{n+1} com superfícies axiais de baixo mergulho (foto 19).

Na região de Chapada-Alto Alegre-Sabiá, os gnaisses são biotíticos, com coloração cinza-clara, grã fina a média, foliação evidenciada por um fino bandamento de feldspato-quartzo e biotita, o mais das vezes com granada e muscovita. Em microscopia apresentam textura granolepidoblástico-xenoblástica, com níveis enriquecidos em biotita + granada e com pouca muscovita. O plagioclásio é o oligoclásio (An24-28), às vezes geminado; as biotitas ocorrem em pequenas palhetas pleocróicas, esgarçadas e orientadas; e o quartzo, em pequenos cristais com extinção ondulante. Trata-se de gnaisses paraderivados com

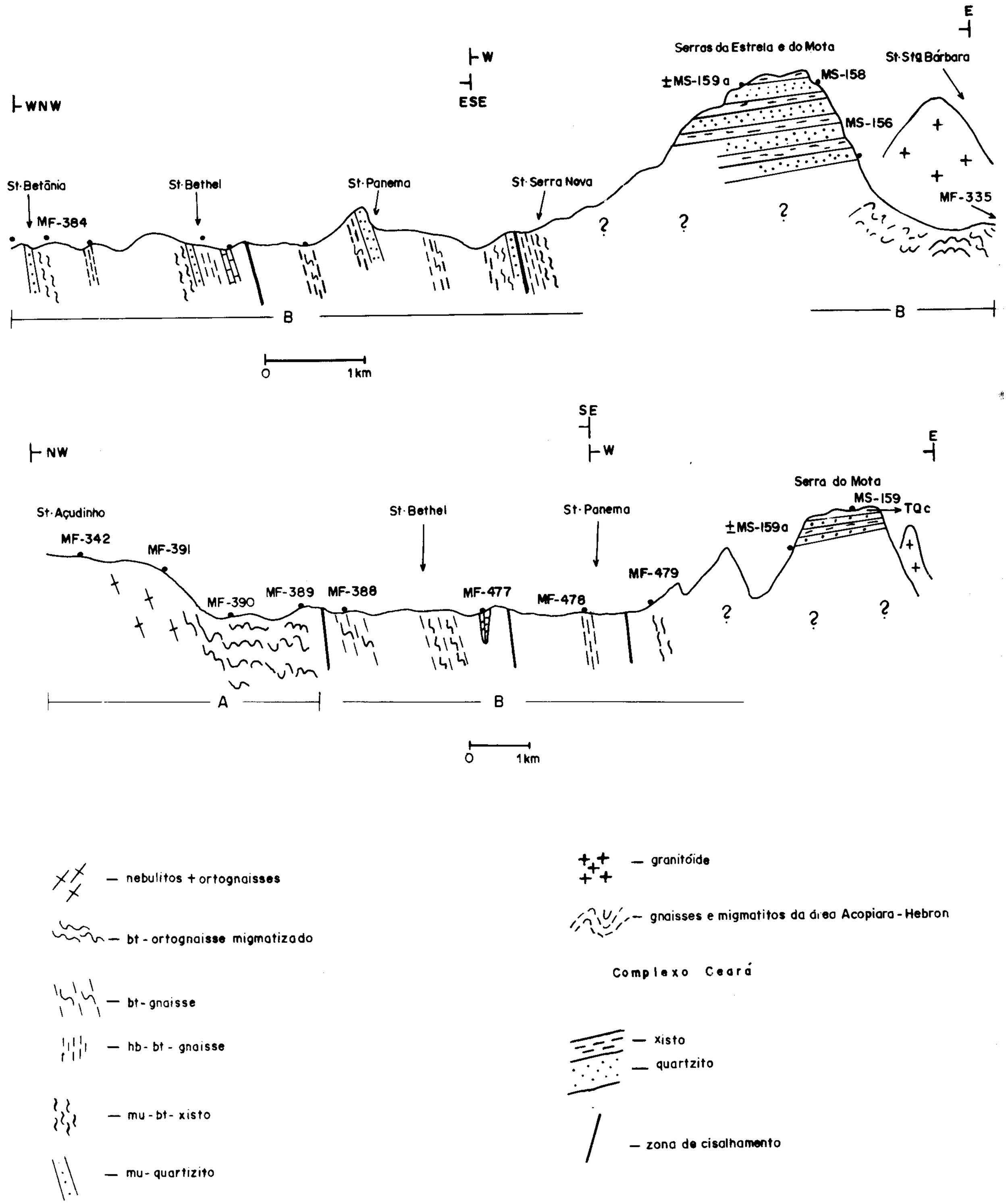


Figura II.2.8 – Seções geológicas esquemáticas envolvendo a Unidade Mombaça (A), Complexo Gnáissico-Migmatítico (B) e Complexo Ceará, sugerindo uma discordância desse último sobre o segundo.

metamorfismo da fácies anfibolito de médio grau. Na mesma região podem ocorrer também ortognaisses biotíticos, porém com coloração cinza-clara, grã média, estrutura bandada com alternância de níveis félsicos e máficos bem homogêneos dentro do "leito", e constituída de quartzo, feldspato, biotita e alguma muscovita. Sua lâmina exibe textura granolepidoblástica, com fraturamentos de minerais, e é constituída de K-feldspatos, plagioclásio, quartzo, biotita e muscovita. A microclina é pertítica; o quartzo apresenta recuperação em subgrãos e a muscovita apresenta palhetas grandes, retangulares, deformadas, com extinção ondulante e, localmente, com *kinks*.

Nas proximidades das zonas de cisalhamento os gnaisses assumem estrutura pseudo-oftálmica, com uma textura algo xistosa, e mesodobras suaves redobrando a foliação preexistente.

Os xistos apresentam-se com coloração clara, grã média, com xistosidade ressaltada pela orientação de minerais micáceos, às vezes levemente crenulada, composta de quartzo, feldspato, biotita, muscovita, granada, cianita e estaurolita. Em microscopia, exibem textura granolepidoblástica com alguns porfiroblastos de granada, e a coexistência de três minerais de grande importância no metamorfismo progressivo em metapelitos, como granada-cianita-estaurolita que se formam a partir de reações envolvendo muscovita-biotita e quartzo. A muscovita e a biotita mostram palhetas dobradas e, juntamente com os minerais-índice de metamorfismo, parecem apresentar duas gerações. A granada em pequenos porfiroblásticos pré-cinemáticos a uma Sn milonítica. O feldspato é a microclina e o oligoclásio, geminados, pertítico e mirmequítico. O quartzo ocorre em cristais médios com forte extinção ondulante.

Na região de Flamengo ocorrem muitos níveis quartzíticos e de calcário cristalino, intercalados no gnaisse que muitas vezes engloba também níveis calcissilicáticos, apresentando leitos claros intercalados com leitos esverdeados (foto 18).

Na faixa entre Flamengo e o rio Jaguaribe os hornblenda-biotita-gnaisses são ortoderivados, com composição tonalítica, coloração cinza-clara, granulometria média, estrutura bandada a porfiroblástica, e constituídos essencialmente de plagioclásio (oligoclásio + andesina), biotita, sericita-clorita, quartzo-hornblenda-ferrohastingsita e tremolita-actinolita. A paragênese é formada por plagioclásio + quartzo + biotita + hornblenda. Em microscopia, mostra textura granolepidoblástica hipidiomórfica, com quartzo em grãos pequeno e médio, alongados ou amebóides e com forte extinção ondulante; os feldspatos com extinção ondulante, geminados, mesoclina e plagioclásio (oligoclásio + andesina), pertitizados e mirmequitizados; as micas ocorrem em pequenas e médias palhetas, tabulares e/ou ripiformes, desestabilizando-se para formar sericita-clorita, epidoto e titanita.

O metamorfismo regional atingiu a fácies anfibolito de grau médio a forte, porém, evidencia-se um retrometamorfismo na fácies xisto-verde, pela presença de sericita, clorita e epidoto. A presença de cianita nos parametamorfitos aluminosos apontam condições metamórficas de pressão intermediárias (tipo Barroviano), cuja associação a um ambiente de K-feldspatização/migmatização denuncia pressões minerais de 7 a 8 kb e temperaturas do intervalo 600-625 (Winkler, 1977).

2.4 Unidade Serra do Papagaio - PIsp

Essa unidade localiza-se, maiormente, no quadrante nordeste da Folha Catarina, estando distribuída segundo uma faixa alongada, grosseiramente sigmoidal, situada entre as serras do Maia e do Flamengo, ao norte; serras da Moca, da Maior, da Ingazeira e vila São Paulo, na porção central; e serras do Mota e da Penha, ao sul.

Representa um conjunto de marcante heterogeneidade litológica, encerrando, preferencialmente, rochas plutônicas e subvulcânicas metamorfizadas, representadas por gnaisses bandados de composição granítica, granodiorítica, tonalítica e quartzodiorítica e metamáficas, além de t ermos gnáissicos e micaxistosos paraderivados, e *sheets* de metaleucogranitóides e metapegmatitos. Frequentemente, ocorrem facies miloníticas.

De um modo geral, por toda a área de distribuição, a unidade identifica-se por relevos aplainados, onde os litótipos representativos estão quase sempre intemperizados, desenvolvendo solos espessos, castanho-amarronzados e areno-silte-argilosos. Assim, a separação entre os diversos tipos petrográficos ficou em muito prejudicada, pois, além da íntima associação destes, em pequenos espaços, eles se mostram intemperizados de tal modo que as relações de contato são imprecisas e difusas. Em relação às Rochas Plutônicas Granitóides e o Complexo Ceará, apresentam contatos normal, intrusivo e tectônico.

O posicionamento estratigráfico evoca uma série de incertezas que a complexidade apresentada pela trama plutono-subvulcanicometassedimentar não permitiu elucidar no momento, haja vista a falta de elementos ou dados de campo mais detalhados. Em princípio, tomou-se como hipótese a provável correlação com a Unidade Pedra Branca, que ocorre na Folha Mombaça (contígua setentrional), uma vez que a associação de gnaisses ortoderivados, de composição diorítica e granodiorítica, e a presença de diques básicos anfibolitizados permitiam vislumbrar tal afinidade; porém, como no decorrer dos trabalhos as dúvidas ainda persistiam, optou-se por considerá-la como uma unidade preferencialmente ortoderivada autônoma, nomeada informalmente de Unidade Serra do Papagaio e posicionada no Proterozóico Inferior (PIsp), mormente em função dos ortognaisses granitóides, já que o magmatismo básico (anfibolitos) é francamente posterior a eles.

Estruturalmente, apresenta dobras em estilo isoclinal, com planos axiais entre 30-60 graus, com vergência para leste, chegando até a recumbência em alguns locais (figura II.2.10a). Os planos axiais com valores mais modestos parecem ligados a D_{n+1}, enquanto os de valores mais elevados a D_{n+3} que culmina na Zona de Cisalhamento Inversa de Hebron (ZCH). Todo o conjunto foi solicitado pela milonitização regional que no caso apresenta orientação norte-nordeste. O metamorfismo atingiu a fácies anfibolito de médio grau, tendo-se, posteriormente, um retrometamorfismo da facies xisto-verde.

De um modo geral, os gnaisses ortoderivados são leucocráticos e mesotipos, de coloração cinza-clara a escura, granulação média, porém ocasionalmente fina a grossa (facoidal), textura granular gnáissica e composição variando entre granítica e tonalítica (fotos 20, 21 e 22). A mineralogia é banal, com presença de quartzo, feldspato, biotita e anfibólio. Os litótipos mais comuns são biotita-hornblenda-gnaisses (ortognaisses tonalíticos), biotita-ortognaisse graníticos, ortognaisses facoidais, metadioritos e biotita-gnaisses finos. Em certos locais, observa-se uma associação de metaultramáficos e paraderivados (xistos e quartzitos). Merecem realce os diques de metagranitos, metapegmatitos e metabasitos, por vezes xistificados (figura II.2.9b). Diques de gabros e diabásios mesozóicos são observados cortando as rochas anteriores.

Na porção mais setentrional, exibe ortognaisses graníticos a dioríticos, localmente facoidais (foto 21), com forte lineação de estiramento e intercalados com biotita-gnaisses finos, parcialmente migmatizados, e anfibolitos estratóides (figura II.2.9b). Estes litótipos foram bem analisados na Folha Mombaça, onde os ortognaisses graníticos apresentam coloração cinza, grã fina a grossa com certo bandamento e uma textura granoblástica orientada constituída de quartzo, K-feldspato (ortoclásio + microclina), plagioclásio (oligoclásio), biotita e muscovita. Os dioritos são rochas escuras, grã fina a média, foliada, com orientação dos minerais máficos. Em microscopia, apresentam textura milonítica com agregados poliminerálicos, de grã fina, envolvendo pórfiros de feldspato. Quartzo (10%),

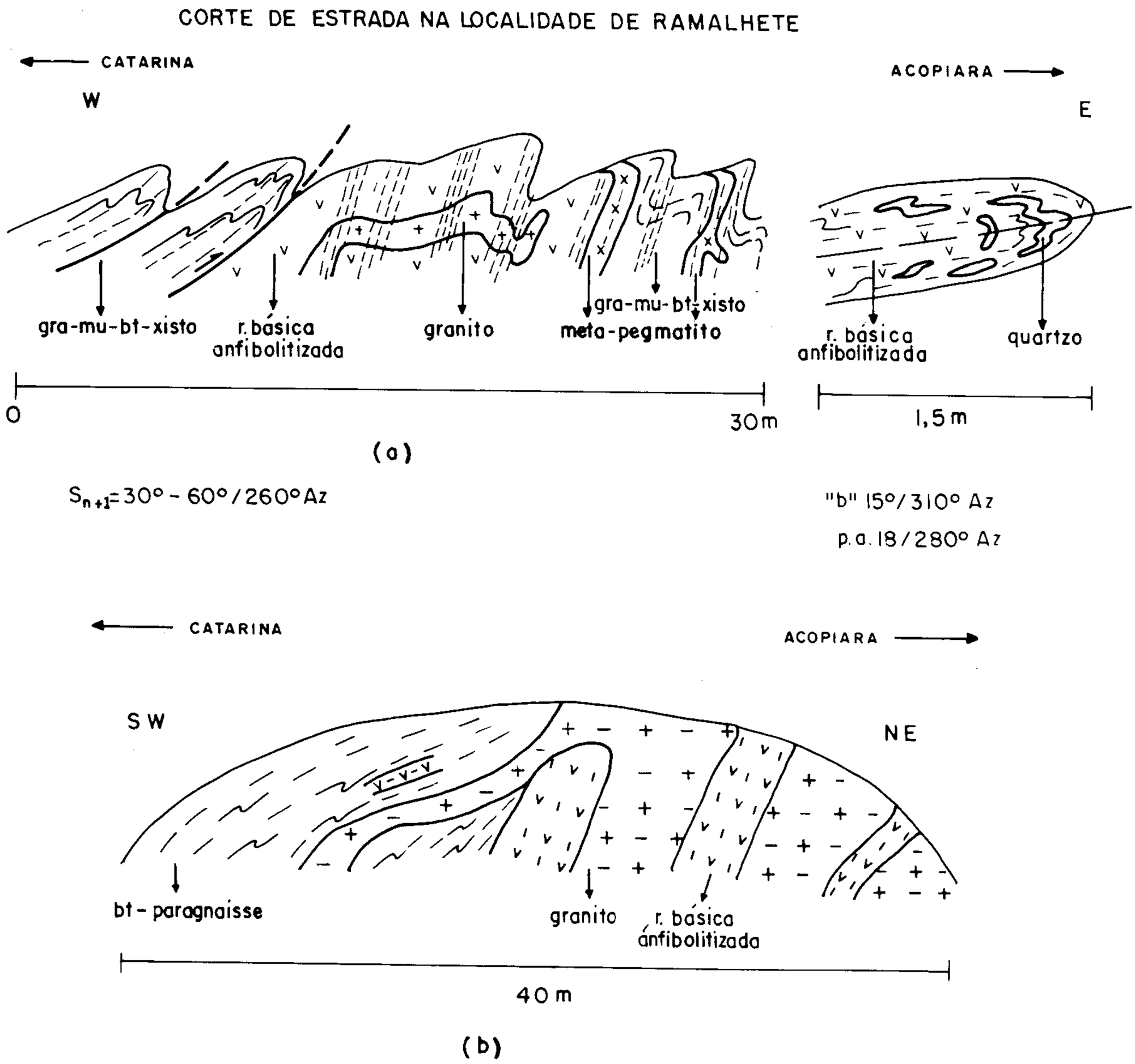


Figura II.2.9 – Seções geológicas em cortes de estrada mopstrando o comportamento litoestrutural da Unidade Serra do Papagaio (Plsp) na região de Ramalhete: a estilo dos dobramentos de isoclinal tendendo e recumbente. As rochas básicas anfibolitizadas estão em contato com paraderivadas (granada-muscovita-biotita-xisto) e, de certo modo, todo o conjunto milonitizado; b associações de rochas básicas anfibolitizadas em contato com biotita-paragnaisses contendo leitos de anfibolitos (metadiques) e cortados por muscovita-biotita-granitos grosseiros e levemente orientados.

oligoclásio (45%), microclina (15%), biotita (25%) de duas gerações e hornblenda (3%) formam a mineralogia essencial. Os acessórios são insignificantes.

Os gnaisses finos, localmente migmatizados, são de tonalidade cinza e mostram alternância de níveis milimétricos de minerais máficos e félsicos. Em microscopia, os leitos claros exibem textura granoblástica, constituída basicamente de quartzo (30%), feldspato (60%) e biotita (10%); enquanto isso, os leitos escuros, intercalados e subordinados, de epidoto-anfibolitos, são de coloração esverdeada, grã fina, mostram foliação proeminente com alternância de níveis milimétricos de hornblenda (50%), plagioclásio (30%), quartzo (2%) e acessórios (5%), distribuídos em uma textura nematoblástica. Às vezes, esses corpos básicos anfibolitizados estão intercalados com outros corpos de jazimentos estratóides, como metagranitos e metapegmatitos, e são cortados por diques de diabásio (figura II.2.10a).

Também, intrusivos na "sequência", ocorrem biotita-granitos finos, cinzentos, pouco ou não foliados (foto 20), ligados ao evento granítico Cangati (PSγ4).

Na porção central, ao longo da rodovia Acopiara-Catarina,e na região entre Caititu-Julião-Jenipapeiro-Caatinga da Serra e Morada Nova, ocorre um predomínio de ortognaisses félsicos, com coloração cinza-clara a creme-avermelhada, grã fina a média e composição granítica. São bastante homogêneos e feldspáticos, com pouca mica e textura granular-orientada. Subordinadamente, pode-se encontrar litótipos paraderivados, como biotita-gnaisses e granada-muscovita-biotita-xistos (figura II.2.9a,b), com ou sem sillimanita, intercalados nas ortoderivadas e interpretados como pertencentes às supracrustais do Complexo Ceará.

Outra singularidade é a presença de corpos básicos anfibolíticos de jazimentos diqueformes nos ortognaisses granitóides ou sendo envolvidos por estes, num relacionamento que, por vezes, toma o aspecto brechiforme; e ao mesmo tempo, aparecem cortados por *sheets* de leuco-ortognaisses, metapegmatitos e granitos finos cinza, pouco foliados (foto 20). Os anfibolitos são ortoderivados, com metamorfismo na fácies anfibolito de médio grau, apresentando uma textura granonematoblástica, constituída (onde analisados) de hornblenda (41%), plagioclásio (andesina = 30%), quartzo (21%) e epidoto (3%), além de K-feldspato e acessórios. A paragênese mais típica é hornblenda-plagioclásio-quartzo. Denunciando uma alteração deutérica, tem-se a associação epidoto-anfibólio. A sericita é derivada do plagiocásio.

Um segundo litótipo a dominar, na porção central da unidade, são os ortognaisses tonalíticos, bem foliados, cinza-escuros, com grã fina a média e representados por biotita-hornblenda-gnaisses miloníticos (foto 22). São mesotipos e predominam entre Boiote e Caititu (figura II.2.11), apresentando boa intercalação entre os finos leitos de biotita-hornblenda e quartzofeldspato (foto 22). A granulação varia de fina a média, e contém corpos básicos (diorito/anfibolito) boudinados, bem como outros elementos alongados, além de charneiras isoclinais fechadas com eixos "b" verticalizados, quartzo estirado e hornblenda, orientados segundo uma mesma direção.

Associados aos ortognaisses tonalíticos ocorrem metadioritos cinza-escuros, mesotipos e melanocráticos, finamente foliados (figura.II.2.11a) e que muitas vezes podem ocorrer com encraves nos tonalitos (MF-39), onde a orientação geral é conformável com a foliação, mas a trama interna é discretamente discordante. Nos arredores do sítio Lagoa (MF-47), essas duas rochas estão penetradas por corpos estratóides de natureza anfibolítica, estando associados a rochas calcissilicáticas (PIspcs), leuco-ortognaisses e biotita-granito fino cinza (figura II.2.12a), formando uma "seqüência" isoclinalmente dobrada, com mergulhos médios para leste-nordeste. Mesodobras isoclinais com eixos mergulhando para sul-sudeste estão presentes. Às vezes, os leuco-ortognaisses dão aparência de greisen devido à presença de muscovita e turmalina. Nessa situação, as rochas calcissilicáticas foram interpretadas como produtos de retrometamorfismo de anfibolitos ortoderivados.

Mais a nordeste, na seção entre Caititu e Riacho Verde (MF-38 a MF-42) (figura II.2.11b), o predomínio é de rochas básicas, de coloração esverdeada, bastante intemperizadas, com grã média e constituídas de quartzo, feldspato, biotita, anfibólio e piroxênio (raro). São também encontrados biotita-ortognaisses graníticos e anfibolitos boudinados e deslocados por pequenas falhas perpendiculares à foliação. Na região de Ramalhete (FM-15), as rochas básicas anfibolitizadas estão totalmente intemperizadas, porém permitem observar duas foliações, uma parecendo mais antiga, suborizontalizada, com mergulho para noroeste, e a outra com planos empinados e mergulhos para oeste, em consonância com a foliação regional $S_{n+1}//S_{n+3}$, no local. Também está penetrada por metagranitos e metapegmatitos (figura II.2.10a,b e foto 23).

De Julião em direção à vila São Paulo (sudeste) ou à vila Hebron, dominam ortognaisses graníticos, localmente com feições migmatíticas devido à presença de inúmeros corpos graníticos, alguns dos quais (Cajazeiras-Pγ3B) com xenólitos de rochas da unidade em questão, inclusive diorito e anfibolito (figura II.2.10b).

Entre o sítio Morada Nova e a ZCH, ocorrem litótipos metaultramáficos (talcoxisto) intercalados com metassedimentos (granada-muscovita-biotita-xistos e muscovita-quartzitos), milonitizados (foto 24) (figuras II.2.11a,b). Esse segmento, delimitado como pertencente à unidade em questão (PIspmb), por exibir um predomínio dos termos básico-ultrabásicos, poderia ser incluído no Complexo Ceará (ver componentes sedimentares), mesmo que persistam dúvidas quanto à natureza vulcânica ou plutono/subvulcânica dos litótipos pré-metamórficos que deram origem aos ortoanfibolitos e talcoxistos. O talcoxisto apresenta-se com coloração cinza-esverdeada, grã fina e foliação marcada pela alternância de níveis milimétricos de máficos e félsicos, sendo constituído, basicamente, de tre-

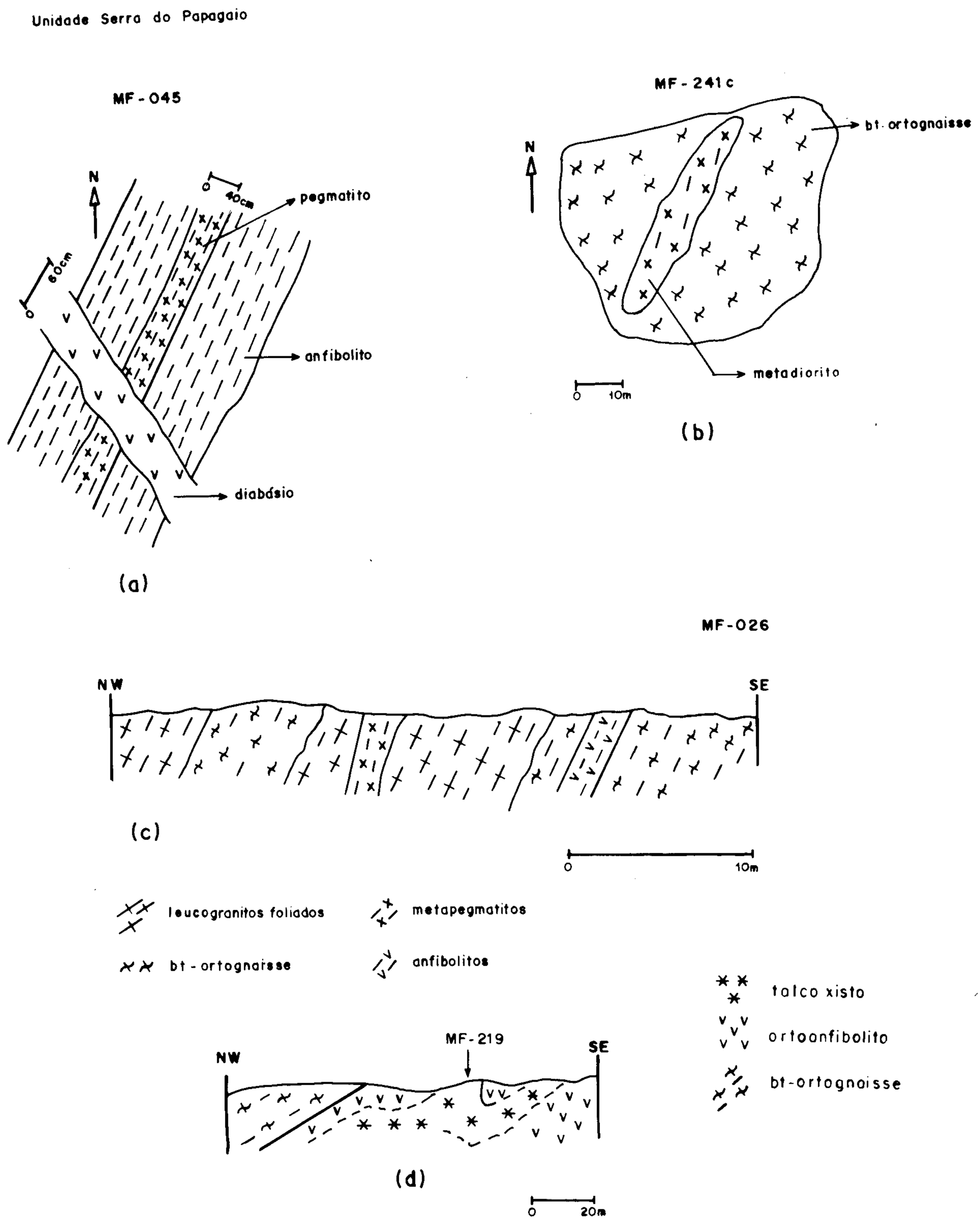
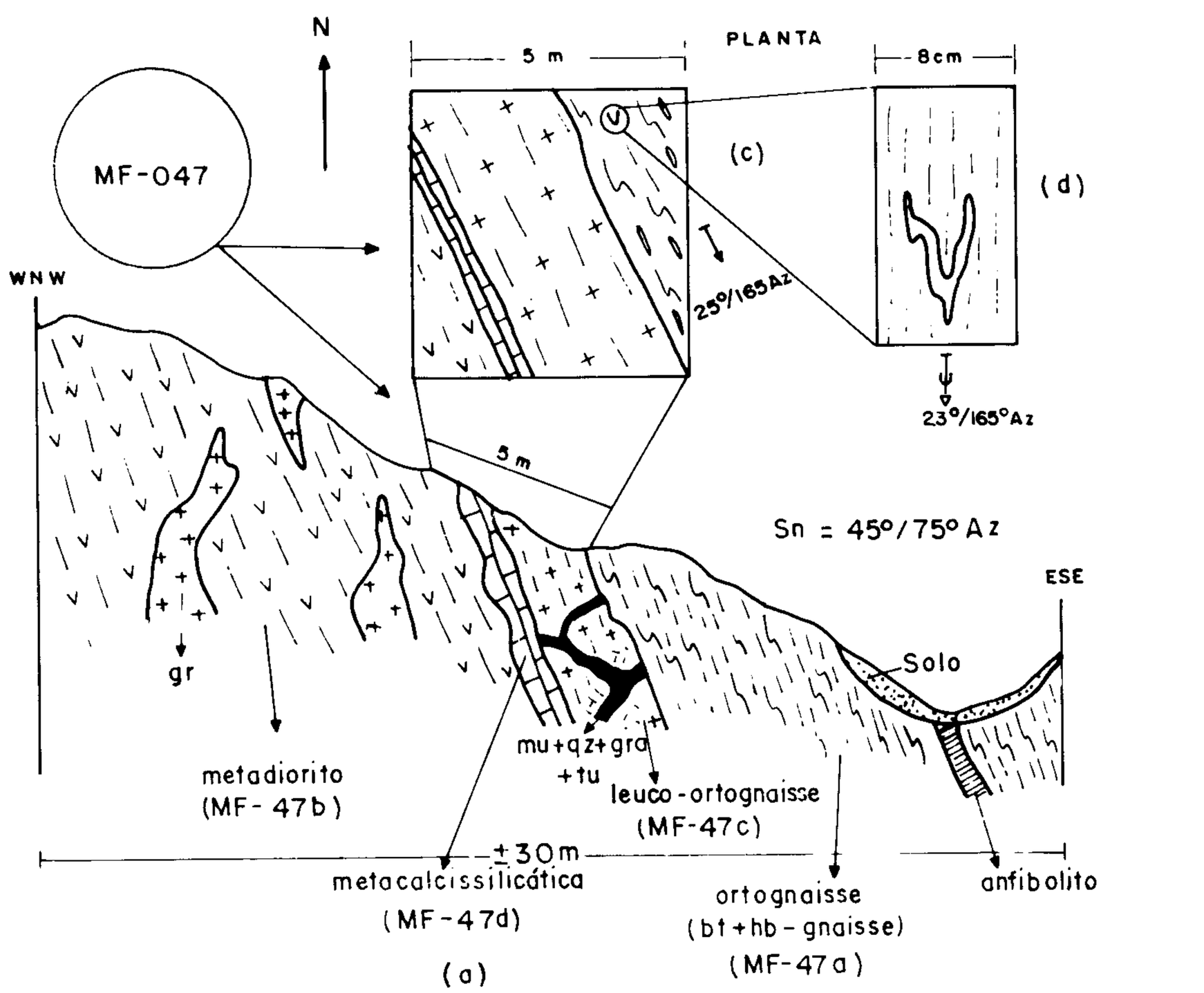


Figura II.2.10 – Aspectos litológicos da Unidade Serra o Papagaio (Plsp): a corpo básico anfibolitizado com metapegmatito estratóide, cortado por diabásio, na localidade de Genipapeiro (MF-045); b ortognaisse tonalítico com xenólito de metadiorito, na localidade de Varjota (MF-241c); c biotita-ortognaisse com associações de corpos estratóide de granitos, metapegmatitos e anfibolitos, na localidade de Solidão (MF-026); d anfibolitos serpentinizados e transforamdos em talcoxisto.

molita-actinolita (60%), quartzo (35%), feldspato (4%) e acessórios (1%). Em outro afloramento, a mesma rocha apresenta coloração verde-amarelada, com textura granonematoblástica, grã fina, constituída de epidoto (45%), hornblenda (20%), quartzo (20%) e plagioclásio (15%). Localmente, aparecem sob a forma lenticular ou de *boudin*, milonitizados e transformados em talcoxistos. O metamorfismo é das fácies epidoto-anfibolito e xisto-verde. As paraderivadas xistosas apresentam-se com granulação fina, alternando níveis micáceos escuros e quartzofeldspáticos claros. Em nível microscópico, exibem texturas granolepidoblástica e lepidoblástica, constituídas de quartzo (35%), muscovita (27%), biotita (20%), plagioclásio (8%) sillimanita (15%), turmalina (2%) e granada (1%). Mos-



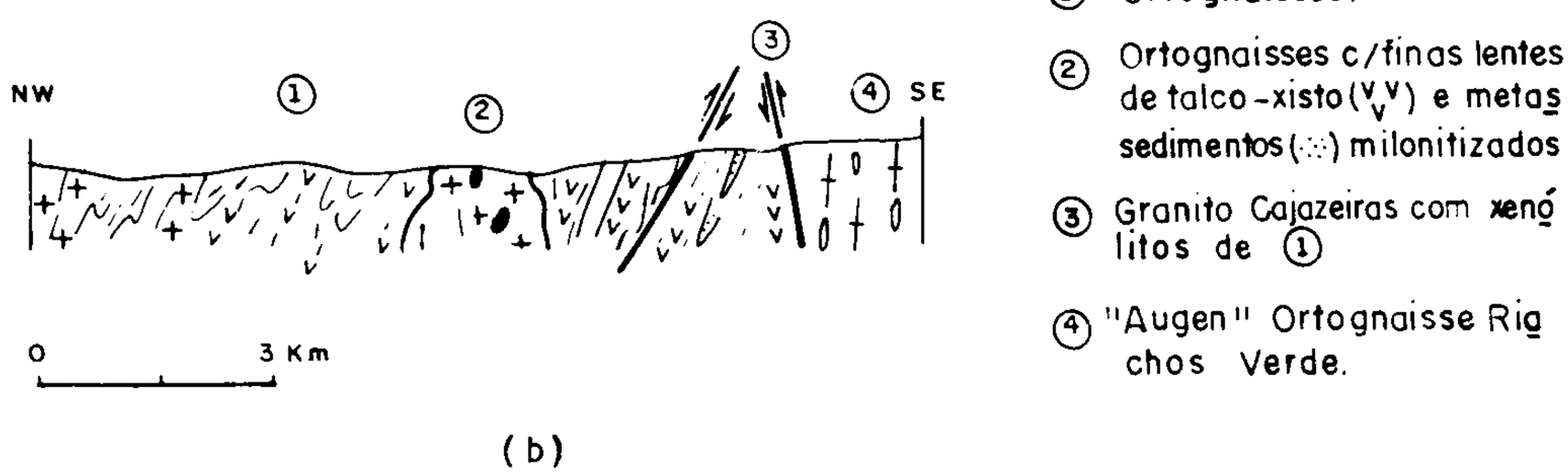


Figura II.2.11 – Ortognaisses tonalíticos da Unidade Serra do Papagaio (Plsp): a visão em detalhe de uma seção em taludes nos arredores do sítio Lagoa, mostrando o relacionamento de granitos e metadiorito estratóides e metacalcissilicáticas dentro do ortognaisse; b seção esquemática dessa unidade na região entre Caititu e Riacho Verde.

tram evidências de três fases deformacionais, marcando-se uma foliação ($S_n//S_{n+1}$) sublinhada por palhetas de biotita que se arranjam em microdobras intrafoliais apertadas, associadas à sillimanita e à granada, e a presença de *kinks*, marcadas em palhetas de muscovita e biotita, geradas na fase terminal.

Na porção sul, nos arredores da serra do Pereiro, observa-se biotita-gnaisses bandados, caracterizados por leitos de biotita-gnaisses quartzosos intercalados com leitos de biotita-gnaisses cinza-escuros, de granulação média, onde, no interior de cada banda, ocorre um bandamento mais fino. Localmente, os efeitos de uma migmatização *in situ* (fusão parcial) são notados, devido à presença de leitos grosseiros e descontínuos, quartzofeldspáticos, ladeados por melanossomas biotíticos. Na região dos sítios Mota e Santo Antônio, ocorrem gnaisses facoidais (granitóides Riacho Verde) e hornblenda-biotita-gnaisses parcialmente migmatizados, com leitos pegmatóides e xenólitos de anfibolito finamente bandado.

Toda a unidade é afetada por zonas de cisalhamento que imprimiram fortes modificações na organização estrutural de D_n/D_{n+1}, acarretando o aparecimento de formas alongadas para os jazimentos da maioria dos litótipos subordinados. Merece destaque, também, uma forte lineação de estiramento associada à milonitização, atestando o elevado *strain* a que foi submetida a região. Uma fase distensiva está representada por um importante sistema de fraturas NE, preenchidas, em grande parte, por diques de diabásios e microgabros mesozóicos (figura II.2.10a).

2.5 Complexo Ceará - PIc

2.5.1 Comentários gerais

Essa unidade distribui-se, cartograficamente, como faixas alongadas nas porções centro-ocidental e oriental da Folha Catarina, orientadas segundo as direções norte-sul e nordeste-sudoeste. Seus representantes litológicos, mormente os quartzitos, destacam-se na paisagem formando alinhamentos de cristas altas, com as serras do Maia, da Moca, da Estrela, do Mota, do Flamengo, da Cachoeira, do Maior, do Ingá, do Imbrejado e Nova, bem como uma pequena elevação em forma de bengala, a nordeste de Truçu. Na parte ocidental, duas estreitas faixas são observadas, a primeira formando as serras da Catarina, do Riacho Seco, do Funil e da Catingueira, e outra a oeste do açude Rivaldo de Carvalho (São Gonçalo).

Nas aerofotos convencionais e imagens de satélite, exibem uma textura áspera com tonalidade cinza-clara, entrecortada por um padrão de drenagem ora dendrítico, ora retangular, que salientam o contraste entre as serras e a topografia mais plana.

A individualização do Complexo Ceará, nas duas últimas décadas, tem suscitado inúmeras controvérsias não somente em termos cronológicos como também em arranjo estrutural e distribuição geográfica. Ao que tudo indica, essa tendência permanecerá por mais algum tempo, até que se resolva estudar, sistemática e detalhadamente, as principais áreas de ocorrência dessa unidade, envolvendo terrenos considerados como de seu embasamento. Fortes & Oliveira (op. cit.), em trabalhos na folha vizinha, a oeste, incluíram litótipos similares aos ora investigados, numa seqüência metassedimentar com quartzitos, xistos, filitos, gnaisses e calcários cristalinos, de alto grau metamórfico. Campos et alii (op. cit.) repetem essa clássica sequência, conhecida na literatura desde os primórdios do século, posicionando-a no Pré-Cambriano Indiferenciado Estratigraficamente, formando calhas sinclinoriais e metamorfizadas em alto ou baixo grau metamórfico, dependendo da região de ocorrência. Gomes et alii (op. cit.) colocam esse grupo no Pré-Cambriano Superior e registram suas áreas de afloramentos aos tratos limitados, setentrionalmente, pela ZCSP. Schobbenhaus et alii (op. cit.) e Cavalcante et alii (op. cit.) mantêm a terminologia Grupo Ceará, considerando-o do Proterozóico Não-Diferenciado e do Proterozóico Médio, respectivamente. A Unidade Ceará vem recebendo, ultimamente, uma conceituação mais abrangente, como se observa em Arthaud et alii (1985), Arthaud & Hartmann (op. cit.), Caby & Arthaud (1976), porém sempre designando uma sequência essencialmente paraderivada, tendo como base de apoio a região Independência-Ematuba-Cruzeta.

Neste trabalho, dos seus primórdios até praticamente a conclusão do período de campo, adotou-se a terminologia Complexo Ceará, no conceito ampliado, englobando migmatitos, gnaisses, quartzitos, xistos e calcários cristalinos, onde não se encontrava suporte para se definir duas seqüências metassedimentares, mas apenas uma; onde os quartzitos estavam incluídos no conjunto como apenas mais um litotipo, pois não se dispunha de dados para identificá-lo como basal da sequência clássica do Grupo Ceará.

Porém, com o aparecimento das informações extraídas do sudoeste do Baixio da Donona, entre o sítio Santa Bárbara e as serras de Estrela, do Mota e da Penha, e a leste de Truçu (Serraria), a respeito do repouso discordante de um horizonte quartzítico sobre um segmento do Complexo Gnáissico-Migmatítico (figuras II.2.8 e 12) passou-se à concepção aqui adotada. Entende-se que o Complexo Ceará está representado por uma sequência paraderivada, bastante aluminosa (onipresença de muscovita, almandina e sillimanita), constituída basicamente de metaquartzitos, metapelitos, metagrauvacas e lentes carbonáticas.

O nível basal da seqüência pode começar com quartzitos ou micaxistos com intercalações de horizontes quartzíticos e carbonáticos descontínuos. Na estruturação geral ocorrem dobras reviradas tendendo a isoclinais, num arranjo similar ao verificado por Souza et alii (1986) na região centro-norte do estado do Ceará.

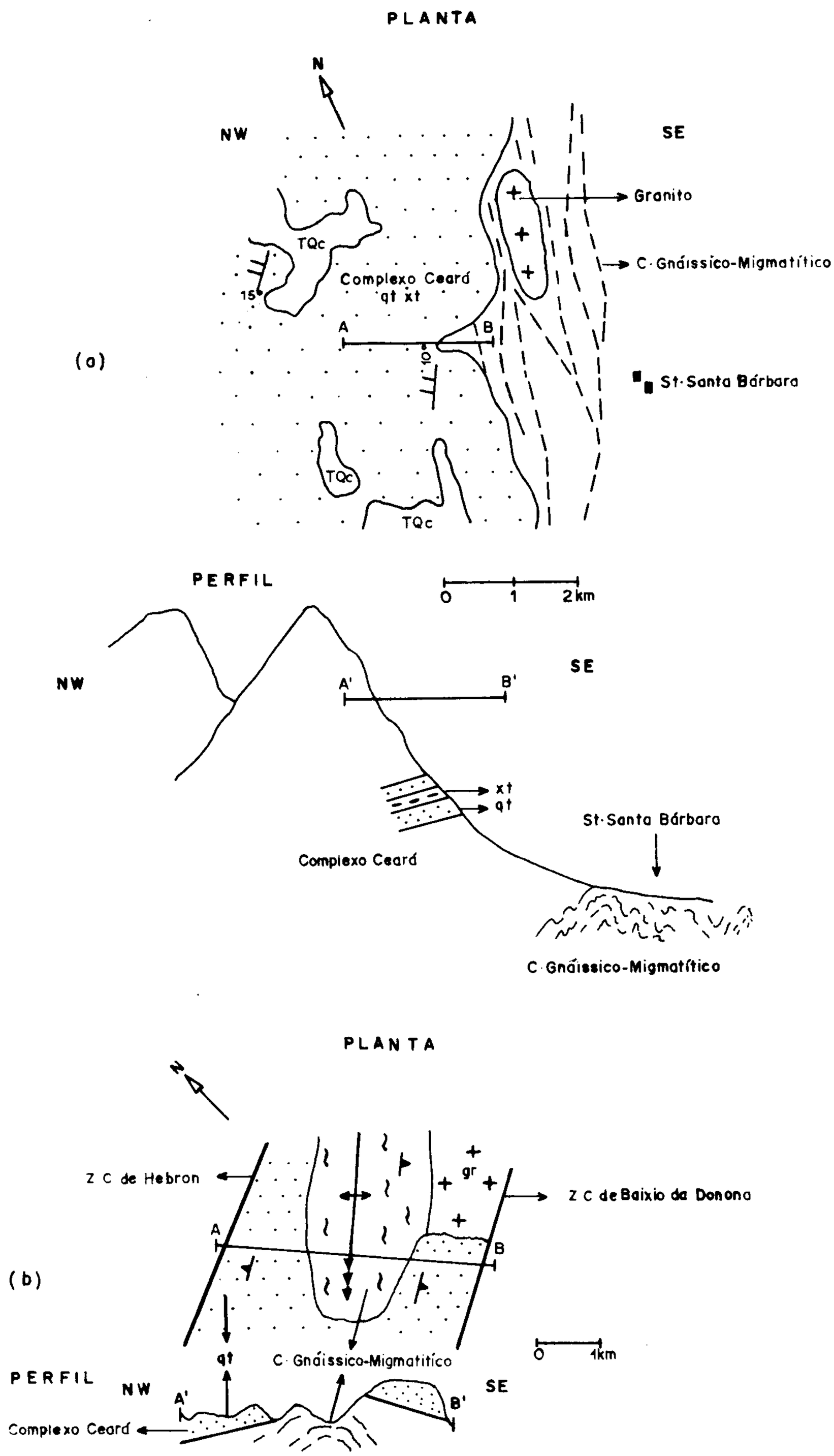


Figura II.2.12 – Aspectos geológicos locais, incluindo seções esquemáticas dos sítios onde se observa a discordância entre o quartzito da base (?) do Complexo Ceará e os gnaisses e migmatitos do embasamento. a) Região do Sítio Santa Bárbara - serra do Mota; b) região de Belo Monte.

2.5.2 Quartzitos - PIcqt

No âmbito do Complexo Ceará, os quartzitos são os litótipos com presença mais marcante, mormente nas "faixas" que ocorrem na porção central da área. Apresentam-se, de um modo geral, com coloração creme ou esbranquiçada, bastante recristalizados, puros ou muscovíticos, com clivagem bem distinta (foto 25), exibindo ora leitos espessos (com até 0,50 m), ora leitos finos (de no máximo 0,10m), o mais das vezes intercalados.

Nos pontos observados, encontram-se constituídos de quartzo e muscovita, como minerais essenciais, e turmalina ± granada sillimanita, biotita ± rutilo, como acessórios. Nas serras do Maia e do Flamengo, observa-se uma estruturação isoclinal com vergência para leste, eixos "b" (sin-miloníticos?) suborizontalizados e lineação mineral marcada pela organização dos cristais de turmalina e de sillimanita.

Nas regiões de Baixio da Donona, entre as serras do Ingá e da Maior, leste de Truçu e Serra Nova, os quartzitos apresentam intercalações de leitos micaxistosos e, localmente, horizontes carbonáticos descontínuos (calcissilicáticos). São miloníticos, quando associados às zonas de cisalhamento dúctil, exibindo superfícies miloníticas verticalizadas, com quartzo estirado, turmalinas orientadas, granadas e muscovitas pré-cinemáticas à xistosidade principal, feldspatos com sombras de pressão, *kinds*, bandas deformacionais e extensiva recristalização. Localmente, podem estar suborizontalizados, (15/300 graus AZ), com aspectos de *roof-pendants* alongados, sobre rochas graníticas (morro Redondo e Baixio da Donona).

Ao sul, entre o sítio Santa Bárbara e a serra da Estrela, o quartzito ocorre em leitos espessos, entre 0,5-1,0m, com coloração creme a esbranquiçada, recristalizado, formando paredões alcantilados e exibindo intercalações com muscovita-quartzito laminado e creme, com 0,20m de espessura média, e de sericita-clorita-muscovita-xistos alterados, creme e com alguma granada, que são formadores das coberturas sílte-argilo-ferruginosas (TQc) nas superfícies cimeiras das serras da Estrela, do Mota, da Penha. O conjunto está assentado discordantemente sobre muscovita-biotita-gnaisses e migmatitos, localmente facoidais e boudinados, bem visíveis no caminho entre o riacho e a subida para a serra Estrela (figuras II.2.8 e II.2.12).

Na região de Serra Nova e sítio Baixio, ocorre uma janela de erosão que permite observar os leitos quartzíticos suborizontalizados assentados sobre migmatitos, gnaisses xistosos e calcissilicáticas, milonitizados, bem como um granito (sopé da Serra Nova), já no caminho para as serras da Penha e do Mota. Na região de Serraria e Tanques, a nordeste de Truçu, a unidade Ceará apresenta intercalações de muscovita-quartzitos em leitos de até 0,30 m, intercalados com granada-muscovita-biotita-quartzo-xisto, localmente com turmalina e finos horizontes calcissilicáticos.

Nas áreas demarcadas na porção ocidental da folha (PIcxtqt), os quartzitos ocorrem como estreitas lentes descontínuas intercaladas entre metapelitos e metagrauvacas (gnaisses xistosas). Aqui, os muscovita-quartzitos são creme, laminados, de grã média, às vezes miloníticos e formando pequenos serrotes alongados. São constituídos essencialmente de quartzo e palhetas de muscovita e mostram um fino bandamento milonítico, e microdobras fechadas, que caracterizam provavelmente fases de deformação mascaradas, posteriormente, pela milonitização. Ainda, ao nível microscópico, exibem grãos de quartzo estirados e dobrados, com extinção ondulante forte, lamelas de deformação e intenso processo de recuperação em subgrãos; e a muscovita, por vezes dobrada, cisalhada e com pequenos *kinks* (fotomicrografia 3).

2.5.3 Micaxistos - PIcxt

Os micaxistos estão intimamente associados aos quartzitos (PIcqtxt) em todas as áreas onde observados. São rochas de coloração acinzentada, xistosidade conspícua, grã média (localmente grossa com porfiroclastos de feldspato e/ou granada), e arranjo estrutural isoclinal com tendências vergenciais para leste-sudoeste e noroeste.

Na região central da folha, esses termos petrográficos estão representados por granada-sillimanita-muscovita-biotita-xisto (fotos 26 e 27), com matriz xistosa fina a média, exibindo, localmente, porfiroblastos rotacionados de granada e feldspato com sombras de pressão, indicando, estatisticamente, movimentação à esquerda. Em estudos micropetrográficos, mostra textura granolepidoblástica a lepidoblástica com intensa deformação e recristalização, sendo constituída de quartzo (35%), muscovita (35%), biotita (17%), feldspato (7%), granada (almandina), turmalina e outros (6%), com pequenas variações locais. O quartzo forma agregados policristalinos, com forte extinção ondulante e deformação em bandas que tendem a formar *platte*. A muscovita exibe-se em cristais bastante deformados e marcados por mecanismo de flexão plástica, com encurvamento dos planos de clivagem, associados à torção dos clastos e presença de *kinks*; as biotitas estão entrelaçadas com a muscovita, formando uma trama composta de "pacotes" fluxosos, gerando superfícies "S" e "C". Notam-se ainda sigmóides de muscovita e feldspato, boudinagem e microfraturas antitéticas (figuras II.2.13a,b,c).

Na porção ocidental, a predominância dos micaxistos foi verificada em uma faixa a sul-sudoeste de Catarina e a oeste da vila São Gonçalo (açude Rivaldo de Carvalho). Os micaxistos estão intemperizados e com intercalações de leitos descontínuos de quartzitos e metacarbonatos, associados a metagrauvacas. Mineralogicamente, apresentam uma maior porcentagem de feldspato e biotita, presença de sericita e clorita, efeitos deformacionais que indicam ser a maioria dos grãos pré-tectônicos (em relação a D_{n+3}), tendo-se a estaurolita como marcador de metamorfismo da fácies anfibolito.

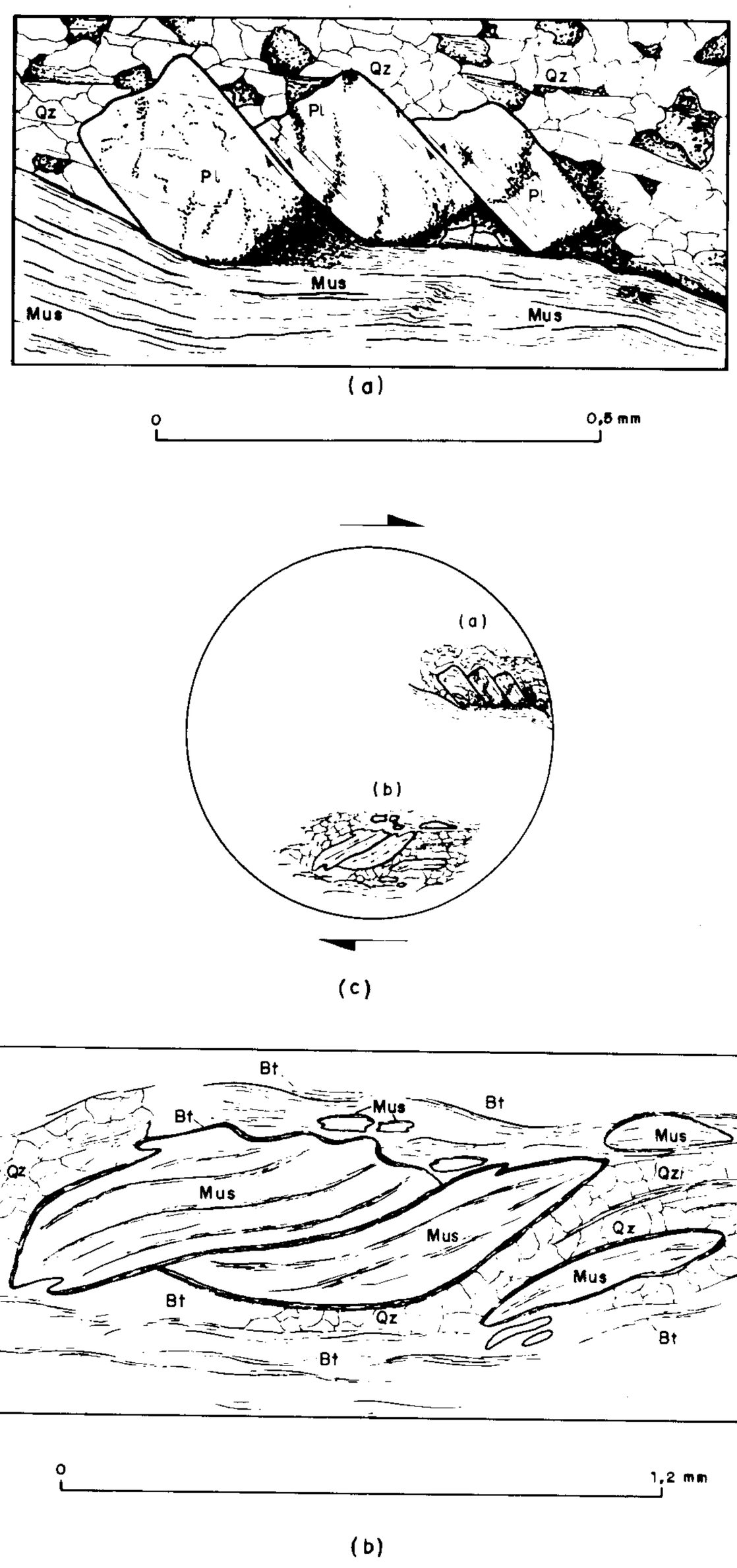


Figura II.2.13 – Aspectos microestruturais de um exemplar milonítico da Zona de Cisalhamento Hebron (ZCH). a) deslocamento sintético em cristal de plagioclásio (PL); b) sigmóides de muscovita, com traços de clivagem encurvados e mostrando pequenos **kinks**; c) localização das figuras a e b no campo da secção delgada da amostra FM-8a (Serra do Mota). Qz quartzo recristalizado com extinção ondulante e individualização em subgrãos; Mus-muscovita; BT-biotita.

2.5.4 Gnaisses Plcgn

Os gnaisses são bimicáceos, de coloração cinza, grã média a grossa, exibindo estrutura bandada conspícua e ocorrem em menor porcentagem que os litótipos anteriormente descritos. Podem apresentar ou não granada e sillimanita, bem como finas lentes quartzíticas e/ou carbonáticas e micaxistosas subordinadas e descontínuas.

Em microscopia, a trama metamórfica está refletida por uma textura com predominância granolepidoblástica, composta de quartzo (32%), plagioclásio (21%), K-feldspato (12%), biotita (18%) e muscovita (19%). Os acessórios são granada, clorita e epidoto. Os feldspatos ocupam os espaços ocasionados pelo encurvamento dos "cordões" de micas na foliação principal. O quartzo forma agregados policristalizados com recuperação em subgrãos, e as micas exibem forte flexão plástica com encurvamento da clivagem e alguns *kinks*. As granadas exibem efeitos de rotação sintectônica, na foliação principal, sendo na maioria poiquiloblásticas.

As paragêneses principais são dadas por quartzo-biotita-granada e plagioclásio-quartzo-biotita. O metamorfismo regional atingiu a fácies anfibolíto de grau médio, porém, observa-se evidência de retrometamorfismo na facies xisto-verde, com presença de sericita, clorita e epidoto.

2.5.5 Associação carbonática - Plcc e Plccs

Encontra-se representada por lentes metacarbonáticas (Plcc) que, o mais das vezes, receberam uma cartografia um pouco exagerada, mormente para registrar sua presença em todos os tratos do Complexo Ceará. São calcários cristalinos (metacalcários) puros, recristalizados e sacaroidais, ou impuros cinza-esbranquiçados de grã fina e pouco silicosos (feldspatos) em jazimentos que exibem comprimentos variando de algumas dezenas de metros a 1,5km; e rochas calcissilicáticas (Plccs) de coloração verde-clara a cinza-escura, bastante calcíticas, com boa efervescência ao ataque do HCl a frio, de grã fina a média, orientadas incipientemente e constituídas de quartzo, feldspato, anfibólio e algumas micas (foto 28).

Dentre as rochas calcissilicáticas, um exemplar mostrou-se, em escala microscópica, com textura nematoblástica a granonematoblástica, sendo constituído de quartzo (26%), plagioclásio/andesina (15%) e K-feldspato (13%), diopsídio/hedenbergita (18%), hornblenda/actinolita (12%), mais biotita, carbonatos (calcita + dolomita) e acessórios.

Para essas últimas, as paragêneses são constituídas de ortopiroxênio - plagioclásio - quartzo; clinopiroxênio-actinolita-quartzo; e plagioclásio-quartzo-biotita, com derivação parametamórfica e metamorfismo em grau forte.

2.5.6 Talcoxistos

Os talcoxistos formam corpos de pequenas dimensões, que são denunciados por rochas esverdeadas, alteradas e formadas, basicamente, por tremolita-actinolita. As relações de campo apontam uma ortoderivação, assinalando-se situações em que representam antigos corpos magmáticos intrusivos.

2.6 Grupo Orós - PMo

2.6.1 Comentários gerais

Os antecedentes históricos dessa unidade remotam a Moraes (op. cit.), que se refere aos metamorfitos da "Zona de Orós" como de idade algonquiana e constituídos de itacolomitos, hidromicaxistos, calcários cristalinos e leptinolitos (biotita-xistos feldspáticos), pertencentes à Série Ceará de Crandall (op. cit.), correlacionada à Série Minas.

Com o advento do Mapa Geológico do Brasil (BRASIL/MME/DNPM, 1971) e do Mapa Geológico Preliminar do Estado do Ceará (Santos, op. cit.) as rochas da "Zona de Orós" e similares foram inseridas no Grupo Ceará, e posicionadas no Pré-Cambriano A (620-900m.a.). Nessa concepção, seguiram-se outros trabalhos, como por exemplo Campos et alii (op. cit.) (Cap. 1).

Neste trabalho adota-se a nomenclatura litostratigráfica de Grupo Orós, como sugerida por Cavalcante (1987), para o conjunto metavulcanossedimentar que se extende desde Orós até Jucás-Cariús-Saboeiro (limítrofes a sul da área estudada), ocupando o extremo-sudeste da Folha Catarina (SB.24-Y-B-II), entre a fazenda Baltazar e a serra do Coronzol, abrangendo uma área de aproximadamente 30km^2. Outrossim, sugere-se estudos adicionais de cunho estratigráfico, fortemente alicerçado em dados estruturais e cronorradiométricos, para se firmar uma idéia mais precisa sobre a relação dessa unidade com o Grupo Cachoeirinha na Faixa Iara/Barro (CE), e mesmo com o Complexo Ceará (Capítulo 3).

Sua configuração é marcada pela retilineidade, como resposta ao arranjo estrutural imposto pela Zona de Cisalhamento de Jordão (ZCJ) e paralelas. A textura, nas imagens de sensoriamento remoto, é singular, sublinhada pelo contraste entre cristas quartzíticas alongadas (faixas claras) e as zonas com relevo deprimido (faixas cinza-escuras) com padrão de drenagem dendrítico, típico de xistos ou de rochas facilmente intemperizáveis (ex.: metamorfitos pelíticos e básicos).

No âmbito da Folha Catarina há predomínio das litologias de origem metassedimentar, com quartzitos, micaxistos e rochas calcissilicáticas, encaixando corpos de metaplutônicas granitóides de dimensões variadas que chegam a ser dominantes na faixa que separa o Grupo Orós da Unidade Mombaça (figura II.2.14).

2.6.2 Muscovita-quartzitos - PMoqt

Os horizontes quartzíticos se expõem em cristas alongadas de dezenas de quilômetros, com espessura aflorante nunca superior a 100m, e em níveis lenticulares ostentando pouco destaque topográfico, de dimensões variáveis e espessuras aparentes centimétricas. Seus afloramentos mais significativos ocorrem na serra do Torto e no açude da fazenda Baltazar (figura II.2.14).

São rochas de coloração clara, geralmente creme ou esbranquiçadas, de granulação fina, bastante recristalizadas, puras ou muscovíticas, em parte laminadas, com mesodobras isoclinais melhor observadas acompanhando-se o material mais quartzoso de segregação, exibindo atitudes de foliação de plano axial-milonítica vergentes para sudeste, com ângulos empinados (70-80 graus), e forte lineação de estiramento para 65 graus Az, suborizontalizadas (até 10 graus (foto 29). Geralmente, formam bandas de espessuras variáveis, de centímétricas a métricas, subordinando estreitas faixas metapelíticas, centimétricas (foto 30).

Em amostras de mão, apresenta-se como rocha compacta ou finamente foliada, com níveis intercalados de muscovita ou, mais raramente, de turmalina. Ao microscópio, exibem textura granolepidoblástica, constituída essencialmente de quartzo ou quartzo e turmalina, tendo como acessórios a sericita, opacos, ± turmalina e epidoto. O

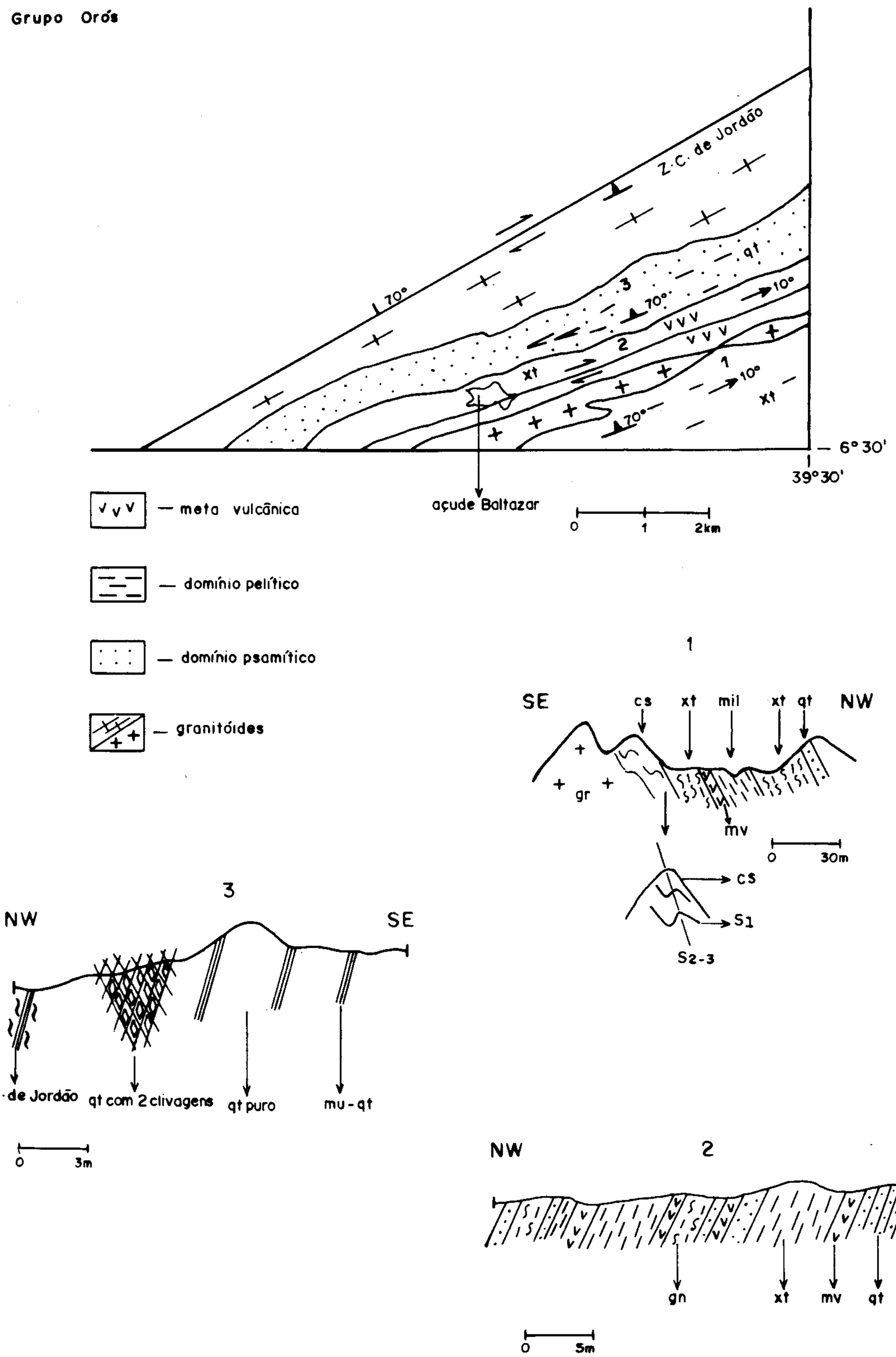


Figura II.2.14 – Área de distribuição do Grupo Orós na Folha Catarina. (1) organização espacial dos litótipos numa pequena seção na região do sítio Corredores; (2) e (3) seções geológicas envolvendo a serra do Torto e vizinhanças. xt micaxisto; qt quartzito; mil milonito; cs rocha calcissilicática; gn gnaisse; mv metavulcânica.

quartzo sempre ocorre em percentagem acima de 70% e a mica entre 20% e 25% (caso também da turmalina, quando essencial). Os acessórios estão em quantidades insignificantes.

O quartzo mostra-se em cristais pequenos, euedrais e amebóides, com contatos suturados, intenso processo de recuperação e extinção ondulante; a muscovita ocorre em palhetas alongadas, orientadas, em cristais pouco desenvolvidos, denunciando uma foliação preferencial e, mais das vezes, encurvadas ou retorcidas. Assinalam-se duas foliações concomitantes, onde a superfície "S" é encurvada e tangenciada pela superfície "C" mais regular. Quando há domínio de turmalina, esta aparece em pequenos cristais agregados, levemente orientados em faixas estreitas e descontínuas, com cristalização sin- a tardicinemática.

Trata-se de muscovita-quartzito, muscovita- sericita-quartzito e turmalina-quartzito, tendo como paragênese mais comum quartzo-muscovita.

2.6.3 Micaxistos - PMoxt

Os micaxistos foram cartografados em três faixas, que, somadas, lhes conferem predomínio territorial no âmbito do Grupo Orós. Porém, cabe ressaltar que se trata de um conjunto aparentemente monótono, envolvendo metapelitos e metassiltitos, por vezes intimamente estruturados.

Seus afloramentos situam-se em tratos de relevo suavemente ondulado, onde, por via de regra, apresentam-se intemperizados, com uma delgada capa de solo residual, de coloração alaranjada e com alguns fragmentos de quartzo espalhados na superfície. Nas aerofotos exibem tonalidades cinza-escuras, relevos abaulados e padrão de drenagem dendrítico.

As variações que podem ser encontradas são muscovita-biotita-xistos, com ou sem granada, por vezes quartzosos ou feldspáticos, como também associações metapelito-psefito-psamítica de aspecto rítmico. Apresentam-se como rochas de coloração cinza-clara de granulação fina a média, aspecto sedoso e abundância em minerais micáceos. Mais raramente, ocorrem intercalações cinza-esverdeadas, xistosas, de grã fina, parecendo resultar de rochas básicas, em virtude da ausência do bandamento característico dos litótipos francamente paraderivados. Estruturalmente, exibem dobras (D_{n+3} regional) isoclinais e inclinadas, com superfícies axiais de alto ângulo e intimamente associados a zonas de cisalhamento ENE.

Os contatos com os quartzitos são gradativos, pois os micaxistos, nessa situação, são mais quartzosos e grosseiros, enquanto que na passagem para as calcissilicáticas são mais finos. Já os contatos com os biotita-ortognaisses (metagranitóides) são bruscos.

Ao microscópio, revelam textura granolepidoblástica a lepidoblástica com a xistosidade delineada pelas bandas ricas em quartzo, intercaladas com outras de predomínio micáceo. Os minerais essenciais são quartzo, muscovita e biotita, e os acessórios são opacos, granada e turmalina. O quartzo apresenta-se em pequenos cristais subeuedrais a anedrais, com extinção ondulante, recristalização e processo de recuperação em subgrãos, intimamente associado às micas. Por sua vez, os minerais micáceos são formados por pequenas palhetas agregadas, dobradas e algumas vezes crenuladas. As biotitas exibem pleocroísmo marrom-escuro a claro, esgarçadas, oxidadas e alteradas levemente para muscovita e sericita; a muscovita ocorre em palhetas tabulares, um pouco mais desenvolvidas, levemente orientadas e com opacos nos planos de clivagem. Os opacos, sem formas definidas, ocorrem comumente inclusos nas micas. A granada aparece em pequenos porfiroblastos, fraturados e/ou quebrados, alongados e, também, associados ou inclusos nas micas. O epidoto, quando está presente, exibe-se em pequenos grãos resultantes da desestabilização da biotita.

A paragênese é constituída de biotita-muscovita-quartzo e biotita-muscovita-granada-quartzo, refletindo tratar-se de rochas de metamorfismo regional da facies xisto-verde à anfibolito baixo. Há presença de um metamorfismo retrógrado, da facies xisto-verde, pela presença de muscovita-sericita e epidoto, resultantes da biotita.

2.6.4 Rochas calcissilicáticas - PMocs

Os litótipos calcissilicáticos representam a associação químico-carbonática da sequência Orós, englobando os calcários cristalinos (metacalcários) e as rochas calcissilicáticas que afloram em três lentes cartografadas, com pequeno exagero, entre o açude Baltazar e o sítio Corredores. Os horizontes são descontínuos, métricos e bordejam um corpo de biotita-ortognaisse porfiroclástico. Nas proximidades do canto SE da folha são conhecidos jazimentos de calcário cristalino e magnesita (região de Jucás).

As formas dos corpos são alongadas, segundo o *trend* da foliação milonítica. São rochas de coloração cinza a esverdeada, granulação fina a média, e estrutura onde se alternam minerais esbranquiçados (quartzo e feldspatos) com esverdeados (piroxênios-anfibólios). Mostram uma certa foliação e efervescência sob a ação do HCl, a frio.

Na lente do sítio Corredores, observa-se um contato brusco para com o ortognaisse, bem como dobras sinformais isoclinais de $D_n + 3$, mostrando transposição de acamadamento.

Na análise microscópica, observa-se uma textura nematoblástica a xenoblástica, constituída de diopsídio, tremolita, feldspatos (K-feldspatos e plagioclásio) e quartzo, tendo como acessórios calcita, titanita e turmalina. O piroxênio (diopsídio) ocorre em pequenos cristais subeuedrais a anedrais, às vezes arredondados, fraturados, desgastados e alterados para anfibólio (tremolita) e leve-

mente para titanita, associando-se aos feldspatos e quartzo. O anfibólio (tremolita) aparece em pequenos e médios cristais prismáticos, colunares e fibrosos, não-pleocróicos e formados, provavelmente, a partir dos piroxênios.

Os feldspatos ocorrem em pequenos cristais xenoblásticos, com K-feldspato em menor quantidade que o plagioclásio, mostrando aspecto nebuloso e geminação xadrez (microclina) e albita (plagioclásio), podendo apresentar alguma textura mortar. O quartzo ocorre em pequenos cristais euedrais com leve extinção ondulante e/ou lamelas de deformação, amebóides e alongados, com intenso processo de recuperação em subgrãos. Os carbonatos (calcita) ocorrem em pequenos cristais, com clivagem perfeita e comumente associados aos piroxênios e plagioclásios. A titanita, em diminutos cristais neoformados, e a turmalina, estão inclusas nos piroxênios e anfibólios.

A paragênese é formada por diopsídio-tremolita-plagioclásio; diopsídio-tremolita-calcita- plagioclásio; diopsídio-plagioclásio-microclina; e diopsídio- tremolita-quartzo-calcita, refletindo rochas resultantes de metamorfismo sobre margas.

2.6.5 Metamagmatitos félsicos

Em termos de superfície, esses litótipos não mostram representatividade para serem mapeados na escala adotada. Ocorrem em leitos estirados, milonitizados e intercalados nos xistos e quartzitos ou no contato entre ambos. Suas espessuras são de até 0,30m. São rochas de coloração cinza-clara, de grã fina a média, de aspecto sedoso, compostas de biotita, muscovita, quartzo e feldspato; com foliação milonítica e pequenos porfiroclastos de feldspato. Suas características mesoscópicas são de um magmatito ácido milonitizado. Contudo existem dúvidas quanto ao nível de cristalização, se plutônico, subvulcânico ou vulcânico.

Em microscopia, observa-se uma textura granolepidoblástica deformada, caracterizada pela presença de pequenos e médios porfiroclastos de feldspatos, arredondados ou alongados, imersos numa matriz muito fina de quartzo e minerais micáceos. Como acessórios tem-se epidoto, sericita e muscovita, esta em pequenos cristais, decorrentes da desestabilização da biotita.

As micas ocorrem em palhetas pequenas, agregadas, comumente contornando os porfiroclastos de feldspato e imprimindo à rocha um caráter anastomosado. Nos feldspatos tem-se uma maior percentagem de K-feldspato, com o plagioclásio em cristais arredondados ou alongados, formando textura mortar, com extinção ondulante e "sombra de pressão". O quartzo ocorre em pequenos cristais amebóides, recristalizados, com processo de recuperação e contatos suturados.

Trata-se de rochas ígneas, de composição granítica, que foram sujeitas a metamorfismo dinâmico, de grau médio, na facies epidoto-anfibolito, com paragênese formada por biotita-muscovita-plagioclásio-microclina-quartzo.

2.7 Rochas Plutônicas

2.7.1 Comentários gerais

Na Folha Catarina, os corpos magmáticos de cristalização plutônica e de natureza granitóide, gnaissificados ou não, encontram-se amplamente distribuídos pelos diversos quadrantes (figura II.2.15), representando, em parte, unidades já mapeadas e relacionadas às Rochas Plutônicas Granulares do Pré-Cambriano Indiferenciado e a uma Suíte Magmática do Pré-Cambriano Superior, por Campos et alii (op. cit.) e Gomes et alii (op. cit.), respectivamente.

A ordem "estratigráfica" como mostrada na figura II.2.16, foi estruturada, maiormente, tendo como referencial as fases deformacionais relacionadas ao Proterozóico Superior (Ciclo Brasiliano), em especial a que foi denominada de D_{n+3}, inerente ao desenvolvimento das importantes zonas de cisalhamento dúctil que solicitaram, energicamente, os terrenos cartografados. Mesmo assim, essa organização "estratigráfica" é preliminar, já que alguns corpos admitidos como cedo- a sintranscorrência (granitóides gnaissificados), podem ser anteriores, provavelmente relacionados a um estágio de plutonismo anorogenético (obs.: Os ortognaisses de estrutura facoidal da região de Orós, antes referenciados ao Proterozóico Superior, foram datados por Macedo et alii. (op. cit.) em 1.762 ± 174m.a.).

A classificação das diferentes fácies granitóides foi executada com base nas análises modais aproximadas, aplicadas ao diagrama de Streickeisen (1973), compatibilizadas com a classificação normativa de Streickeisen & Le Maitre (1979), e a classificação genética de Chappell & White (1973), modificadas por White (1979).

Os granitóides pré-transcorrência - Pγ2, (figura II.2.16) apresentam-se polideformados, geralmente dispostos segundo a foliação $S_n//S_{n+1}$ e dobrados quando de D_{n+3}. Assim, são frequentemente estratóides, com acentuada gnaissificação ou conspícua foliação. Formam corpos alongados e, ocasionalmente, em forma de bengala, com dobras D_{n+3}, cujos eixos mergulham suave e preferencialmente para nordeste. O seu relevo é geralmente acidentado, de aspecto dômico, formando localmente pequenas *cuestas*. Seus contatos, em certos locais, são definidos por zonas migmatíticas. Não raro, observam-se megaxenólitos da rocha gnáissica (encaixante) dentro da massa plutônica, além de zonas com presença marcante de *sheets* de rocha máfica anfibolitizada, localmente interceptados por diques pegmatóides. Também verifica-se a existência destes granitóides na qualidade de *sheets* de rocha granítica, gnaissificada, dobrada e boudinada, constituída de quartzo, feldspato, biotita, granada e hornblenda. Os plutonitos cedo- a sindeformação transcorrente (PSγ3) apresentam, de certa forma, uma estruturação de tempo bem definida, estando representada, provavelmente, por três níveis ou gerações, distribuídos como segue:

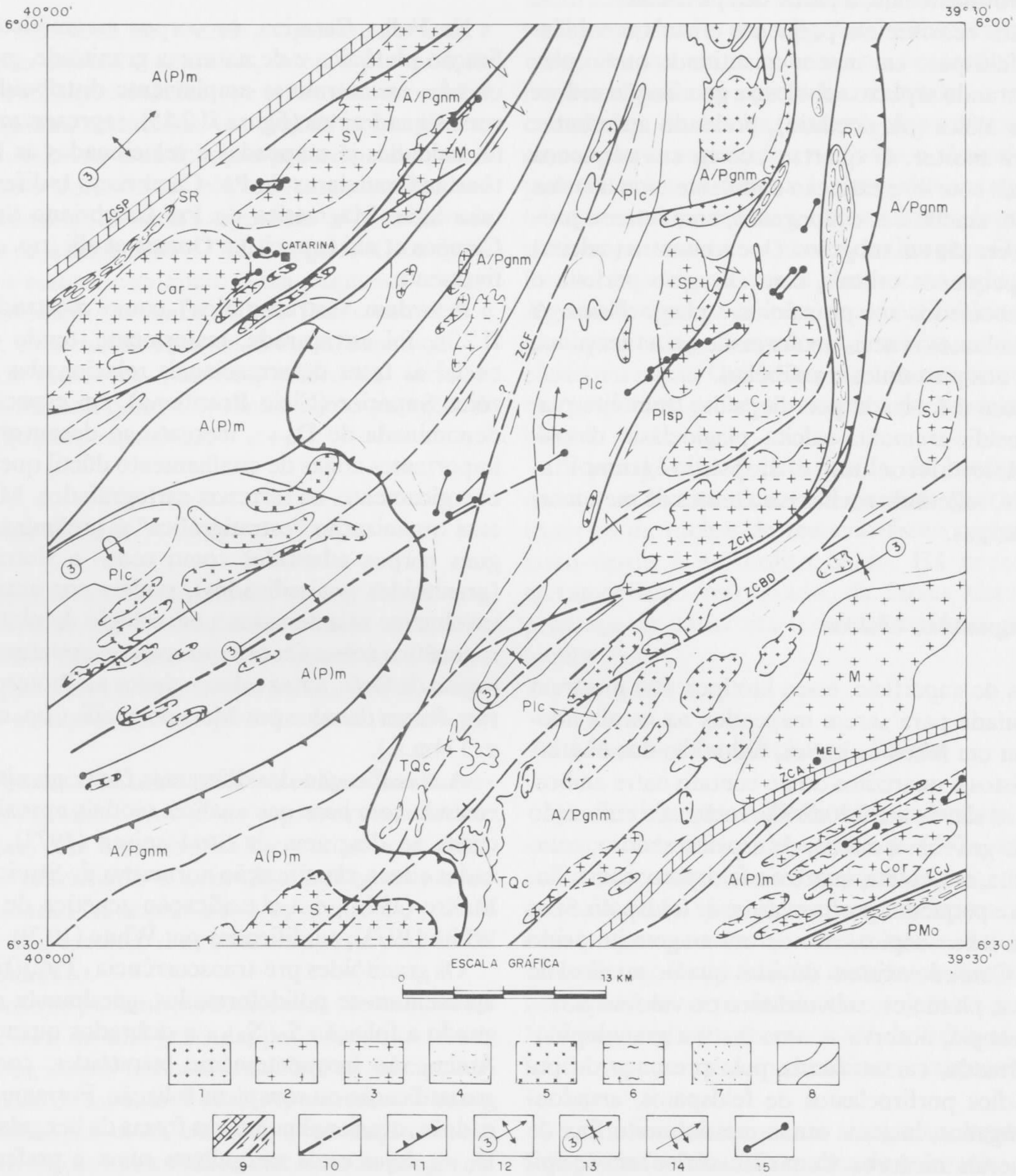


Figura II.2.15 – Distribuição geográfica e relações de contatos dos granitóides da Folha Catarina. 1 granitóides tardi- a pós-transcorrência ($PS\gamma_4$); 2, 3 e 4 granitóides cedo- a sintranscorrência ($PS\gamma_{3C}$: Mel M e São Paulo SP; $PS\gamma_{3B}$: Saboeiro S; Camboeiro C; Cajazeiras Cj; Caraúbas Car; São Vicente Sv e Marajó MA; $PS\gamma_{3A}$: Riacho Verde Rv; Serra Redonda Sr); 5 granitóides pré-transcorrência ($P\gamma_2$); 6 e 7 granitóides e metabásicas de posicionamentos estratigráficos duvidosos (São José SJ e Corronzol Cor); 8 contatos definido e aproximado; 9 zonas de cisalhamento, transcorrência com sentido de deslocamento indicado, aproximadas onde interrompidas; 10 fraturas; 11 zona de cisalhamento de empurrão/transpurrão; 12 e 13 antiforme e sinforme mergulhante, de geração D_{n+3}; 14 antiforme megulhante invertido; 15 dique de rocha básica.

p r o t e r o z ó i c o	S u p e r i o r	Granitóides tardi- a pós-trans-corrência	PSγ4	Biotita-granito, quartzomonzodiorito a granodiorito, por vezes orientados.
		Granitóides cedo- a sin-transcorrên-cia	PSγ3C	Hornblenda-biotita-granodiorito, biotita-granodiorito e hornblenda-biotita-granito, porfiríticos com megacristais de feldspato e fácies tectoníticas, além de monzonito.
			PSγ3B	Granitos, granodioritos, monzonitos, tonalitos e sienitos, parcialmente porfiríticos.
			PSγ3A	Ortognaisses granítico-granodioríticos, facoidais, com encraves de composição diorítico-tonalítica, além de quartzitos e micaxistos.
	I n d i f e r e n c i a d o	Granitóides pré-trans-corrência	Pγ2	Granodiorito gnaissificado.
		Granitóides e gabróides de posicio-namento duvidoso	Pγ, Pμ	γ – Tonalito, granodiorito e granito, gnaissificados. μ – Anfibolitos.

Figura II.2.16 – Estratigrafia das rochas plutônicas.

a) Pγ3A - Representam, no contexto dos granitóides cedo- a sintectônicos, os mais deformados, geralmente com K-feldspato em forma de augens, estando melhor representados na fazenda Riacho Verde, a oeste da serra do Maia. Formam corpos ortognáissicos de dimensões modestas, alongados e orientados para nordeste e norte-nordeste, com relevo de cotas medianas, abaixo de 520m, estando condicionados às zonas de cisalhamento de Hebron, Jordão e Senador Pompeu. Algumas ocorrências de pequenas dimensões, identificadas no sítio Retiro, a oeste da localidade Boa Esperança, não foram cartografadas. Em diversos sítios, lembram os granitóides G2 da Faixa de Dobramentos Seridó, datados de 2.000m.a.

Na região de Baltazar, próxima ao limite sul da folha, apresentam-se bastante milonitizados (foto 31), sem contatos bem definidos, de coloração cinza, sendo cortados por corpos pegmatóides concordantes e também milonitizados. Mais ao sul dessa localidade, em faixas de menor *strain*, essas rochas tomam seu aspecto característico, com augens feldspáticos bem desenvolvidos, e com estiramento dos cristais, apresentando uma coloração cinza com tons róseos, cujos contatos são bem definidos com as encaixantes do Grupo Orós. Comportamento similar é observado a oeste de Catarina, no limite ocidental da folha. Ainda, nos termos intrusivos no Grupo Orós, são encontrados xenólitos de quartzitos e micaxistos.

b) Pγ3B - Corresponde aos granitóides sintectônicos que reúnem vários corpos de características morfológicas comuns, espalhadas por diversos cantos da folha em apreço, mormente nas porções sudeste e noroeste. São os tipos mais frequentes e ocorrem de maneira destacada de diversas unidades mapeadas, onde assumem formas de dimensões batolíticas e de pequenos *stocks*, de formato irregular, mas geralmente orientados para nordeste, concordando com a mais nova estruturação regional. Morfologicamente, destacam-se os maciços das serras Camboeiro e Saboeiro, com cotas variando entre 550 e 700m, sendo que esta última serra tem seu ponto mais elevado fora do limite sul da Folha Catarina. Geralmente, são corpos heterogêneos, gnaissificados (fotos 32 e 33) e com importante foliação marginal, envolvendo mais de uma geração de magma, com predominância da facies biotita-granodiorítica porfiróide (foto 32), além de outras de caráter mais alcalino, sempre de granulação e com matriz orientada paralelamente à estruturação das encaixantes. Frequentemente, exibem, nas zonas marginais, rochas máficas (diorito e gabros) anfibolitizadas em forma de *sills* ou de macroencraves, os quais raramente ocorrem nos sítios centrais da massa granitóide. Somam-se ainda, xenólitos de gnaisses, quartzitos e micaxistos. A ausência

de pegmatitos é uma outra característica marcante desses granitóides, sugerindo uma derivação de magmas parentais de pouca fluidez. Seus contatos são pouco nítidos, além de sinuosos e difusos, e geralmente acontecem de forma gradacional (?), passando por uma zona de aspecto migmatítico (flebitos), mostrando também, excepcionalmente, apófises em forma de diques aplíticos dobrados e gnaissificados. Em Lagoa dos Veados, ao sul de Catarina, aparecem restos de teto formados por xistos granatíferos. O corpo de Saboeiro, com predomínio de granitóides de megacristais, ostenta aspectos internos, marginais e de contatos similares aos que são familiares aos granitóides tipo Itaporanga (estados da Paraíba e Pernambuco).

c) PSγ3C - Engloba granitóides sin- a tarditrancorrência (D_{n+3}), que se caracterizam como os menos deformados do contexto PSγ3, marcados nas fotografias aéreas por um relevo arrasado, de contorno irregular, sem grandes destaques topográficos e com superfícies, em grande parte, recobertas por solo residual, além de relações de contato acordantes e discordantes, com trechos visivelmente tectônicos. Dessa geração foram cartografados dois diápiros (?) - um na vila Mel, e outro na vila São Paulo. O primeiro se caracteriza por uma forma sigmoidal, abarcando uma área aproximada de 70km^2, tendo na extremidade sul um contato definido pela Zona de Cisalhamento Aiuaba (ZCA), com presença de milonitos e protomilonitos (foto 35), e, a norte e nordeste, um contato tectônico delineado no seu limite com uma faixa comprimida de quartzitos, xistos e gnaisses, mesodobrados, ostentando mergulhos da foliação com geometria centrípeta. Na localidade de Salgadinho, foi intrusionado por um corpo relacionado à Suíte Cangati (PSγ4). Estrutura de fluxo magmático é observada em vários afloramentos (fotos 35 e 36). Encraves de rochas máficas dioríticas são frequentes em segmentos marginais, geralmente de formas ovaladas ou de lentes métricas, por vezes foliadas e exibindo megacristais de feldspatos, que são característicos do corpo granitóide encaixante. Xenólitos de biotita-xistos foram observados (foto 36).

O diápiro (?) da vila São Paulo tem um contorno ligeiramente cordiforme, com uma área de 30km^2 e mostra-se em contato (com alguma tectônica de bordo) com metamorfitos das unidades Serra do Papagaio e Ceará, mostrando diversas apófises e aspectos estruturais similares ao de Mel. Na localidade de Varjota, proximidades da zona de contato, apresenta encraves de ortognaisses desta primeira unidade, e, a nordeste da vila São Paulo, foi intrusionado por diques e *stock* graníticos da Suíte Cangati, com os primeiros chegando a se alojar na Zona de Cisalhamento São Paulo. Esses granitóides PSg3c correspondem aos granitos da associação Parautóctone-Alóctone de Wernick (1979) ou granitos Conceição de Almeida et alii (1967, apud Sial, 1987). A presença de corpos pegmatóides, certamente a eles relacionados, apontam uma gênese a partir de magmas mais hidratados do que os tipos PSγ3B.

Os plutonitos tardi- a pós-deformação transcorrente mostram-se representados pela Suíte Cangati (PSγ4), cujos litótipos característicos são as rochas de granulometria fina a média, homogêneas, de tonalidade cinzenta e com pouca ou quase nenhuma foliação (foto 37). Ocupam importantes frações dos terrenos orientais da Folha Catarina, mormente na faixa entre as vilas Baixio da Donona e Mel, onde são intrusivos em rochas dos complexos Ceará e Gnáissico-Migmatítico, e na porção setentrional do quadrante nordeste. Morfologicamente, são corpos de pequeno e médio portes e de contornos variados, geralmente circulares ou ovalados, e com cotas elevadas. Nas vizinhanças da vila Baixio da Donona, onde formam uma área pontilhada de vários morrotes isolados, mostram-se rodeados por uma associação de quartzitos, gnaisses e rochas calcissilicáticas. A leste da serra do Flamengo, tem-se serrotes que se dispõem em forma de diques anelares, delimitando uma estrutura fechada constituida por rochas migmatíticas que envolvem um núcleo central ocupado por granito dessa suíte. Alguns corpos isolados, tal como observado nas localidades Vazantes e Ingá, situadas a leste da vila Flamengo, e em Velame e Lagoa, nas proximidades da vila São Paulo, apresentam-se com formas alongadas, relativamente estreitas e orientadas para nordeste, exibindo certo condicionamento à Zona de Cisalhamento São Paulo. Em Vazantes, o biotita-granito da serra do Imbrejado constitui o prolongamento morfológico da serra do Ingá, para sul, formada por quartzitos e xistos.

Em escala de afloramento, chegam a se representar em forma de diques conformáveis ou não à foliação das encaixantes, assumindo direções preferenciais para norte-nordeste, paralelas às zonas de cisalhamento. Em Salgadinho, a norte da vila Hebron, esses diques ocorrem dentro do granito Mel, também orientados nessa mesma direção. No domínio sul da folha, onde os gnaisses e rochas associadas ocorrem como "tetos pendentes", esses diques se comportam erraticamente sem uma direção preferencial. Nas bordas mais externas dos corpos, principalmente naqueles situados nas faixas de maior mobilidade tectônica, são frequentes uma discreta foliação (aspecto gnáissico) e pequenas zonas de cisalhamento (foto 37). Os seus contatos são discordantes, de caráter estritamente intrusivo, e delinea-se de forma sinuosa ou retilínea, neste caso ao longo de zonas de cisalhamento, conforme observado nas proximidades da vila Baixio da Donona e a leste da serra do Ingá, dentre outras localidades. Na seção Jucás-vila Baixio da Donana, nos sítios Canafístula e Baixio Grande, os quartzitos, xistos e calcissilicáticas constituem um delgado capeamento ("teto pendente") sobre os corpos de granito, onde os contatos são difusos e mostram indícios de metamorfismo termal. Esse termometamorfismo certamente propiciou um aumento de sulfetos metálicos nos corpos calcissilicáticos, conforme observado na localidade de Chapada, a leste da serra do Flamengo.

Afora essas rochas plutônicas relacionadas ao regime transcorrente foram delimitados, especialmente na porção meridional do quadrante sudeste (maior concentração entre as zonas de cisalhamento Aiuaba e Jordão), vários

corpos de granitóides gnaissificados (Pγ) segundo a estruturação nordeste, e com *emplacement* provável pré-transcorrência, mas considerados de posicionamento duvidoso. Um tratamento similar foi aplicado ao corpo situado entre os sítios São Jorge e Liso, bem como a outros pequenos *stocks*. Também um corpo metabásico (anfibolito - Pμ) assinalado em terrenos a sudeste da vila Hebron, foi inserido nesse conjunto.

Morfologicamente, ostentam um relevo arrasado ou suavemente ondulado, com tom fotográfico cinza-claro, mostrando relações de contato não muito nítidas, em confronto com as encaixantes gnáissico-migmatíticas.

A estruturação gnáissica é marcante, por vezes compondo superfícies S-C associadas a pequenas zonas de cisalhamento dúctil (foto 38). Veios ou diques quartzofeldspáticos fazem-se presentes, às vezes dobrados e boudinados. Um dique pegmatóide, altamente silicoso, envolvendo brechas hidrotermais, foi observado cortando o granitóide São José-Liso.

2.7.2 Petrografia

2.7.2.1 Granitóides pré-transcorrência (Pγ2)

Mesoscopicamente, são rochas de coloração cinza-clara (esbranquiçada nos espécimes alterados), granulação fina a média, e foliação incipiente ou bem desenvolvida, quando o feldspato, o quartzo e a biotita se apresentam fracamente orientados numa direção preferencial.

Ao microscópio, os termos granodioríticos exibem texturas granular xenomórfica e granoblástica, com uma composição essencial à base de feldspatos (plagioclásio - 30 a 35%; e K-feldspatos - 20 a 25%), quartzo e biotita, enquanto os opacos, apatita e o zircão, compõem os minerais acessórios. A clorita e alguns opacos são os produtos de alteração, especialmente da biotita. O K-feldspato é a microlina e a pertita. Outros aspectos são denunciados por crescimento mirmequítico, grãos de quartzo com extinção ondulante e parcial processo de recuperação em subgrãos.

Para um exemplar mais foliado, verificou-se uma textura granoblástico-xenoblástica realçando arranjos das mirmequitas e pertitas, além da presença de quartzo com lamelas de deformação. Neste, as porcentagens do plagioclásio, quartzo, K-feldspato e da biotita foram estimados em 40%, 28%, 21% e 10%, respectivamente.

2.7.2.2 Granitóides cedo- a sintranscorrência (PSγ3)

As rochas do conjunto PSγ3A exibem, geralmente, deformações miloníticas, numa estrutura porfiroclástica, com facóides feldspáticos bastante estirados ou de formas sigmoidais, e tonalidades cinzentas e nacaradas.

No corpo de Riacho Verde, que acompanha as vertentes ocidentais das serras do Maia e da Moca, o ortognaisse granítico facoidal (augengnaisse) mostra exemplares constituídos essencialmente de microclina (30-40%), quartzo(25-30%), plagioclásio (20-25%) e biotita (porcentagem muito variável), com os três primeiros em cristais bem desenvolvidos. A microclina exibe geminação albita-periclínio e encerra inclusões de biotita, além de aparecer em grãos menores e pertíticos. O plagioclásio é a albita, em cristais hipidiomórficos geminados pela lei da albitapolissintética, simples ou combinada. Ainda, nesse corpo, ocorrem particularidades (produtos de cristalização do magma primário) de tonalidade cinza escura, granulação fina a muito fina, composição tonalítica, encerrando pórfiros de feldspatos esbranquiçados e alaranjados. A rocha é cortada por veios de granitóide cinzento, de grã grossa, com megacristais de tonalidade rósea (foto 31). Para a fácies muito fina, foi reconhecida uma composição essencial tonalítica representada por plagioclásio (49%), quartzo (16%), microclina (4%), anfibólio (14%) e biotita (12%). Aqui, o plagioclásio exibe geminação localmente encurvada e, em parte, do tipo mecânica "em chama", além de extinção ondulante. O quartzo mostra intensa recristalização, e o anfibólio um índice de refração médio e um pleocroísmo verde-azulado a verde-amarelado, com baixa birrefringência. Trata-se provavelmente de uma hornblenda alcalina. A granada aparece em raros cristais xenomórficos de dimensões variando de 2 a 4mm.

O tipo petrográfico que forma os veios é de composição granítica, com alta porcentagem de K-feldspato, geralmente micropertíticos. Os vários componentes minerais apresentam, de alguma forma, aspectos de deformação tectônica, tais como: encurvamento das geminações, pertitas encurvadas, geminação "em chamas", biotita com extinção ondulante e forte recristalização do quartzo.

Por seu turno, os granitóides PSγ3A, que fazem contatos com rochas do Grupo Orós, encontram-se materializados por biotita ortognaisses graníticos, com ou sem estrutura augen (foto 39) ou augenbandada, de tonalidade cinza clara e granulação fina a média.

Ao microscópio exibem texturas granolepidoblástica e xenoblástica, o mais das vezes com porfiroclastos de feldspatos de dimensões variadas, que são de plagioclásio e microclina, em grãos fraturados, com bordas desgastadas, geminados segundo albita-carlsbad, albita e xadrez, às vezes com intercrescimento mirmequítico e pertítico. O quartzo mostra-se em grãos amebóides, alongados e fraturados, com extinção ondulante e intenso processo de recuperação em subgrãos. A biotita ocorre em pequenas palhetas orientadas e com pleocroísmo marrom escuro a claro.

Os granitóides do tipo 3B são, em grande parte, portadores de megacristais feldspáticos e se encontram, composicionalmente, nos campos do granito, granodiorito, monzonito e tonalito. Várias fácies são similares aos inseridos no conjunto PSγ3C, diferenciando-se mais nos caracteres deformacionais.

Para exemplares de granito milonitizado do corpo de Saboeiro (foto 33), detetou-se constituições mineralógicas à base de oligoclásio (40-50%), microclina (10-20%), quartzo (20-25%) e biotita (5-20%), como componentes essenciais; tendo na apatita, zircão, ± titanita e opacos, os minerais acessórios; e na sericita, muscovita, epidoto e carbonato os produtos de alteração. O oligoclásio ocorre em cristais xenomórficos, com ou sem geminação polissintética simples ou combinada, com algumas inclusões de biotita e quartzo, e, por vezes, intercrescidos com esse último, formando mirmequitas e tendo ainda sofrido microclinização, saussuritização e, mais raramente, carbonatação. A microclina em cristais xenomórficos, por vezes pertíticos, aparece com geminação albita-periclínio. O quartzo ocorre em grãos xenomórficos, com seções límpidas, extinção ondulante, individualização em subgrãos, que tendem à poligonização, materializando uma forte recristalização. Também se apresenta em agregados microgranulares, onde se associa ao feldspato. A biotita, em cristais hipidiomórficos alongados, com pleocroísmo esverdeado e algumas inclusões de apatita, zircão e opacos, mostra alteração para epidoto, sericita e muscovita.

O biotita-granodiorito porfirítico milonitizado exibe cristais de feldspato de até 2cm de comprimento, imersos em matriz cinza-escura, de grã fina a média; o plagioclásio é sistematicamente maior do que a microclina; alguns cristais de quartzo e feldspato se arranjam numa textura idiomórfica granular, remanescente da cristalização magmática. Além disso, são frequentes as figuras de extinção ondulante, geminados mecânicos, *kink-bands*, cristais fraturados e textura mortar. A desestabilização da biotita em epidoto e titanita sugere uma deformação em fácies xisto-verde a anfibolito baixo.

O termo tonalítico, protomilonitizado ou não, observado nos corpos de Saboeiro e Camboeiro, exibe coloração cinza-escura (mesotipo), grã fina a média, estrutura orientada ou finamente bandada, e uma composição mineral fundamentada em plagioclásio (45-60%), quartzo (15-20%), microclina (0-5%) e minerais micáceos (15%), enquanto os minerais acessórios e de alteração se distribuem em taxas entre 15 e 20%, sendo representados por epidoto-allanita, titanita, apatita, ± zircão, opacos, carbonatos, argilominerais e microinclusões não identificadas. As evidências deformacionais são denunciadas por rotação, arredondamento, recristalização e recuperação de minerais. As plutônicas de composição granítica (figuras II.2.17 e II.2.18) também podem ostentar pórfiros feldspáticos, só que o quartzo chega a se constituir no félsico mais importante, tendo na titanita (em cristais de até 1,5mm) e allanita os acessórios mais freqüentes. Também são encontradas fácies graníticas e granodioríticas de granulações fina e média, por vezes de estrutura isotrópica.

No corpo de Caraúbas (figura II.2.15), os gnaisses oftálmicos, de composição granítica, mostram textura granolepidoblástica cataclástica com intensa recristalização, apontando uma deformação em fácies anfibolito. Aqui e no granitóide São Vicente, as fácies porfiríticas e gnaissificadas podem encerrar porcentagens minerais dos campos granodiorítico e monzonítico, que se associam a termos quartzodioríticos e graníticos (geralmente leucocráticos), em diversos níveis de deformação tectônica, e com metamorfismo das fácies anfibolito e xisto-verde.

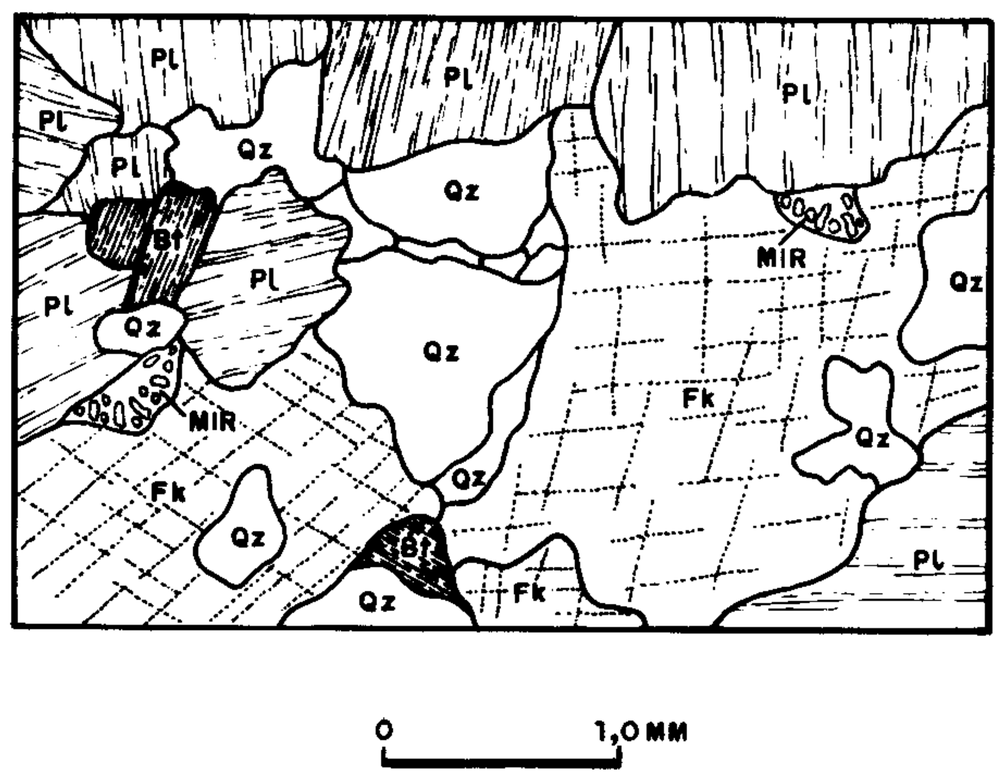


Figura II.2.17 – Alguns aspectos micropetrográficos de um exemplar do granitóide Marajó (serra da Impueira), mostrando textura granular pouco deformada, composta por microclina (FK), com bordas albitizadas e inclusões de quartzo (Qz), plagioclásio alterado (Pl), quartzo (Qz) e biotita (Bt). MIR - mirmequita. Espécime do afloramento MS-20 (sítio Cipoal).

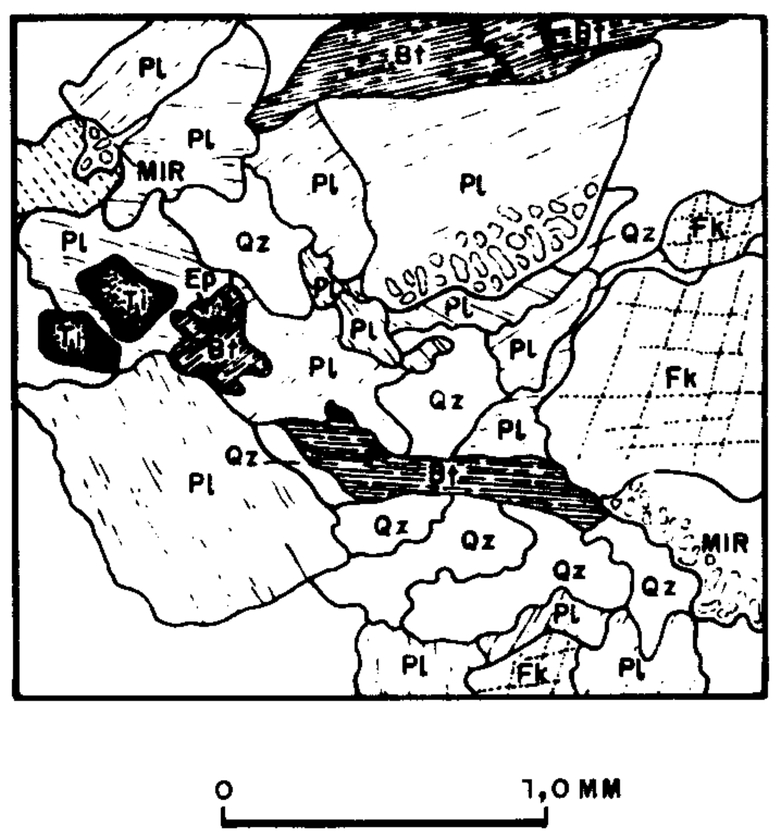


Figura II.2.18 – Aspectos micropetrográficos de uma seção delgada do granitóide Cajazeiras, exibindo textura granular xenomórfica com K-feldspato albitizado (FK), plagioclásio (Pl), biotita (Bt), biotita e cristais de titanita (Ti) e epidoto (Ep) oriundos da biotita (Bt). MIR - mirmequita. Amostra MS-190 (barragem do Cedro).

Ainda relacionado à região de Caraúbas, foi reconhecida a existência de arfvedsonita-biotita-sienito, certamente refletindo uma fase intrusiva mais nova do que a dos litótipos anteriores.

Em relação aos encraves, foram analisados micropetrograficamente dois exemplares, inerentes aos corpos de Cajazeira e Camboeiro, que foram descritos como anfibolitos.

Os granitóides PSγ3C são ordinariamente portadores de megacristais de feldspatos, especialmente no âmbito do corpo de Mel (fotos 32, 33 e 34). Exibem coloração cinzenta, em geral cinza-escuro para a matriz, onde a biotita e a hornblenda são frequentes.

Os principais tipos petrográficos são: hornblenda-biotita-granito pórfiro, hornblenda-biotita- -granodiorito pórfiro e biotita-granodiorito, e suas respectivas fácies tectoníticas (ex.: hornblenda-biotita-ortognaisse granodiorítico facoidal).

Os espécimes monzoníticos chegam a conter a microclina em cristais hipidioblásticos e xenoblásticos, de até 1,0cm de comprimento (em lâmina delgada), normalmente pertíticos, com geminação carlsbad e zonação, além de pequenas inclusões de biotitas e remanescentes de plagioclásios alterados, apontando um processo de substituição advindo de um enriquecimento tardio de potássio. Ainda, verifica-se reflexos de albitização, frequentes mirmequitas e alteração da hornblenda em biotita. Os opacos (ilmenita ou leucoxênio) alteram-se, nas bordas, para titanita. O zircão, em pequenos grãos, mostra-se incluso nos anfibólios (hornblenda-tremolita-actinolita) e biotitas.

No granito, o anfibólio está presente em quantidade em torno de 5% ou menor, e os megacristais idiomórficos são de K-feldspato micropertitizado. Já nos litótipos que oscilam entre quartzodiorito e quartzomonzodiorito, a textura é hipidiomórfica equigranular, com tendência a lepidoblástica, em decorrência do arranjo orientado de micas e anfibólios, sendo singular e frequente a ocorrência de cumulatos de anfibólio, guardando uma feição ígnea preservada.

Os granodioritos, com ou sem megacristais, mostram-se, por vezes, com nódulos de mesma composição, mas de grã mais fina. Como aspectos mais importantes, apresentam microclinização do plagioclásio e albitização do K-feldspato, certamente indicando que as soluções hidrotermais foram atuantes na fase final de consolidação do magma granitóide, promovendo metassomatismo (autometassomatismo). Alguns grãos de microclina exibem pertitas de substituição (*flame perthites*). Enquanto isso, os produtos deformacionais são sublinhados por encurvamentos, *kinks*, camadas de deformação e recristalização com agrupamento de grãos poligonais de quartzo.

Os encraves são, ordinariamente, materializados por rochas escuras, de granulação fina, de composição diorítica, geralmente com predomínio do anfibólio sobre os demais componentes minerais.

2.7.2.3 Granitóides tardi a pós-transcorrência (PSγ4)

Estes se encontram inseridos na Suíte Magmática Cangati, sendo representados, dominantemente, por biotita-granitos equigranulares, de granulação fina a média, de tonalidade cinza-clara, com ou sem orientação preferencial dos minerais.

Para uma amostra do biotita-granito situado a sudeste da serra do Flamengo, a análise micropetrográfica denuncia tratar-se de uma rocha holocristalina, xenomórfica granular, composta essencialmente de cristais anedrais de microclina, plagioclásio e quartzo, onde o primeiro pode conter inclusões do segundo e de biotita. Exibe, ainda, bordas albíticas em torno dos feldspatos, e uma importante frequência de pertitas de substituição e de mirmequitas, indicando um processo de albitização nos estágios finais de cristalização. Os feldspatos se mostram parcialmente sericitizados e as biotitas cloritizadas. Algumas raras palhetas de muscovita parecem ser de cristalização primária. Inclusões de zircão com halos pleocróicos são bastante comuns em biotitas.

Do sítio Veados, o exemplar estudado mostrou uma composição quartzomonzodiorítica, com plagioclásio em torno de 50% e K-feldspato em 10%.

Alguns litótipos orientados foram descritos como muscovita-biotita ortognaisse de composição granítica, e granito orientado e, mais raramente, granodiorito fino. Este último foi observado como corpos intrusivos no granitóide Mel, mostrando uma textura granular xenomórfica, constituída essencialmente de K-feldspato, plagioclásio, quartzo e biotita, com opacos e apatita como minerais secundários.

2.7.2.4 Granitóides e gabróides de posicionamento estratigráfico duvidoso (Pγ/Pμ)

Esses granitóides ostentam, corriqueiramente, um baixo índice de cor, granulação média a grossa (foto 39) e uma nítida estrutura gnáissica e por isso são descritos como ortognaisses tonalíticos, graníticos e granodioríticos. Os exemplares concernentes aos corpos distribuídos entre as ZCA e ZCJ apresentam coloração cinza-clara, granulação média e bandamento composicional fino ou descontínuo, com feldspato, quartzo, anfibólio e biotita, como minerais essenciais, e epidoto, opacos, apatita e zircão como acessórios. A composição geral é tonalítica, representada por biotita-hornblenda- ortognaisse e epidoto-biotita-ortognaisse. Ao microscópio, exibem texturas granoblástica a xenoblástica, com amplo domínio dos feldspatos (K-feldspato menor que plagioclásio), às vezes porfiroclásticos, mas comumente em grãos arredondados, desgastados, com bordas trituradas, maclados em xadrez e albita-periclina, com intercrescimento pertítico e mirmequítico, saussuritizados para argilominerais e epidoto. O quartzo aparece em cristais euedrais e

amebóides com extinção ondulante e ocupando espaços intersticiais. As biotitas ocorrem em pequenas palhetas tabulares, provavelmente derivadas da desestabilização do anfibólio, o que acontece também com o epidoto. O anfibólio mostra-se em pequenos cristais prismáticos com clivagem perfeita e pleocroísmo verde-amarronzado a verde-claro. São patentes, também, os efeitos de cisalhamento e metassomatismo. O metamorfismo atingiu o grau médio da facies anfibolito.

O corpo gabróide da região a sul da vila Hebron é constituído de uma rocha de tonalidade cinza-escura a esverdeada, de granulação média, foliada e composta especialmente de minerais prismáticos de anfibólio e feldspatos, geralmente orientados.

Microscopicamente, exibe textura nematoblástica, onde aparece um predomínio dos anfibólios (hornblenda e tremolita-actinolita), ocorrendo, em segundo plano, alguns cristais de piroxênio (diopsídio), plagioclásio e quartzo. Como minerais secundários, tem-se epidoto, titanita e carbonato. Por esta composição, a rocha foi classificada como anfibolito.

2.7.3 Caracterização litogeoquímica dos granitóides

2.7.3.1 Amostragem, agrupamento e discriminância

A amostragem dos granitóides da Folha Catarina foi feita de maneira aleatória sobre os principais corpos das diversas unidades. Foram coletadas 23 amostras, assim distribuídas: sete do conjunto PSγ4; sete do PSγ3C; seis do PSγ3B; duas do PSγ3A e uma do Pγ2. Em consequência do pequeno número de amostras, as observações aqui contidas são de caráter preliminar.

A figura II.2.19 representa o agrupamento estatístico das amostras das diversas unidades trabalhadas. Esse agrupamento foi executado com o auxílio do programa CLUSTER/SISTEMA GEOQUANT, versão 2.0, tendo como fator de medida de similaridade o coeficiente de distância euclideana calculado para cada par de agrupamento e desenvolvido a partir da análise dos 13 óxidos dos elementos maiores. Dessa forma, foi construído o dendograma, de onde se pode obter uma série de observações:

a) Vários parâmetros discriminam e definem a polarização das amostras no dendograma. Por exemplo, os espécimes situados na parte superior da figura apresentam alta RA (razão de alcalinidade), alto ID (índice de diferenciação de Thorton & Tutlle, 1960) e baixo índice de cor (CI) de Irvine & Baragar (1971), enquanto situação exatamente inversa é constatada com os espécimes da base do dendograma. Na prática vê-se então que as rochas com maior teor de minerais máficos (hornblenda e biotita) se posicionam na base, enquanto granitos leucocráticos assumem posição no topo. Obviamente, a sílica tem comportamento proporcional ao índice de diferenciação e o cálcio ao índice de cor, equivalendo a dizer que é também verdadeira a tendência de rochas com plagioclásio mais cálcico de se posicionarem na base do dendograma.

b) O conjunto PSγ4 (Suíte Cangati), além de apresentar-se bem agrupado, mostra forte característica de diferenciação com relação às demais unidades (tabelas II.2.1a e II.2.1b). Exceções a essa constatação são as amostras MF-311C e MF-168A que na verdade ocorrem como diques correlacionados aos granitóides PSγ4, por inferência a partir de dados de campo.

c) Os conjuntos PSγ3C e PSγ3B não apresentam bom agrupamento. As três amostras do pólo inferior do dendograma, MS-126A, MS-128 e MS-126B, são fácies mais básicas dentro de um corpo PSγ3C (Granitóide Mel), com seus teores em SiO_2 variando de 52,3 a 55,4% (tabela II.2.1), apresentando na norma CIPW, olivina normativa. Por outro lado, o conjunto PSγ3B, também não apresenta boa homogeneidade de amostragem; as amostras MF-490A e MF-490B (porção marginal do granitóide Saboeiro), ambas do mesmo afloramento, discriminam-se fortemente. Na norma CIPW, a primeira apresenta os seguintes minerais normativos em ordem: albita, quartzo, ortoclásio, anortita, diopsídio, magnetita, apatita e wollastonita. A segunda apresenta a seguinte composição normativa: albita, ortoclásio, anortita, quartzo, hiperstênio, magnetita, ilmenita, apatita e coríndon (tabela II.2.1b). A amostra MF-490A, mais ácida, menos aluminosa e menos cálcica destaca-se em direção ao pólo superior do dendograma.

A partir dessas observações pode-se deduzir uma cronologia de diferenciação dos conjuntos, partindo-se do PSγ3C como o menos diferenciado, passando pelo PSγ3B até atingir o PSγ4, conjunto com maior grau de diferenciação (tabela II.2.1a). Eventualmente, e levando-se com cautela esse critério, devido à parca representatividade da amostragem, pode-se utilizar essa hierarquia como elemento de estratigrafia para o presente conjunto de granitos.

A pequena quantidade de amostras dos conjuntos PSγ3A e Pγ2 não permite uma melhor avaliação a partir da análise do dendograma. Vê-se, entretanto, que do primeiro tem-se uma amostra no topo do dendograma (FM-010A) e a segunda liga-se, com um coeficiente de distância de 1,047, a um par de amostras Pγ2 (MF-084A) e PSγ3B (MF-490b).

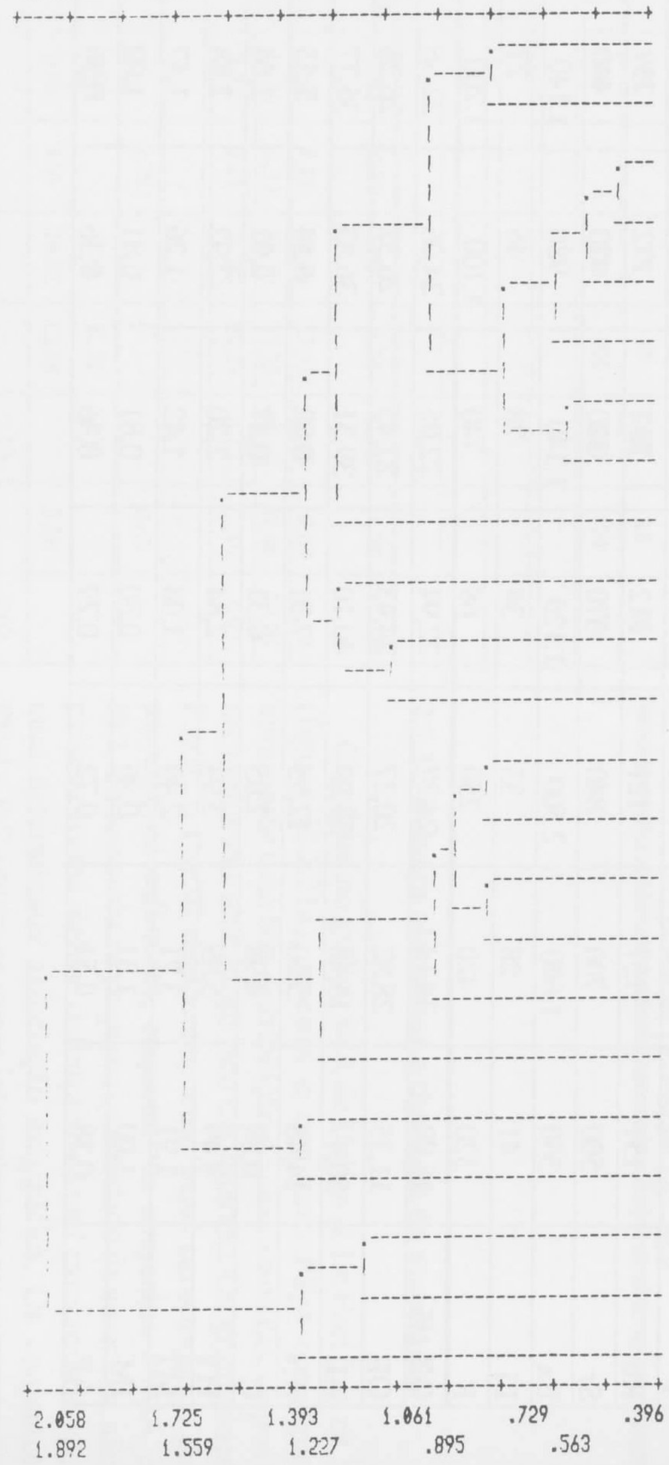
2.7.3.2 Classificação químico-mineralógica

De acordo com o gráfico PxQ de Debon & Le Fort (1983) (figura II.2.20), temos as seguintes classificações químico-mineralógicas dos granitóides em estudo:

- o conjunto PSγ4, bastante homogêneo, tem suas amostras plotadas nos campos adamelito (maior parte), granodiorito e granito;

COLUNAS 1 E 3 - OBASERVAÇÕES COMBINADAS EM CLUSTERS
COLUNA 3 - NÍVEL DE SIMILARIDADE DE CLUSTER

DENDOGRAMA (VALORES AO LONGO DO EIXO X SÃO SIMILARIDADES)



1	2	3
1	15	.54389
3	4	.56601
5	8	.13808
7	20	.32365
17	21	.99440
5	12	.23468
17	18	1.16194
5	6	.33587
5	7	.50246
14	19	.56438
3	14	.69148
1	5	.73724
3	22	.75216
4	13	1.03346
9	16	.76856
3	9	1.04730
10	11	1.18558
1	2	1.14161
3	22	1.10673
1	3	1.40869
1	10	1.55148
1	17	1.98380

Amostra		Análise Petrográfica	P.Lacroix classe (*)	RA(razão alcalin.)	ID(índice difer.)	CI(índice color.)	Unidade Litológica
1 FM-010A	.544	Ortognaisse	I	0,69	94,12	5,39	PSY3A
15 MF-490A	.737	Granodiorito milonitizado	I	0,50	89,23	4,36	PSY3B
5 FM-070	.138	Granito fino	I	0,50	87,20	4,99	PSY4
8 MF-055A	.235	Qz-monzonito	I	0,55	88,82	4,43	PSY4
12 MF-191B	.336	Ortognaisse granítico	I	0,46	85,30	5,97	PSY3C
6 FM-070A	.502	Granito fina	I	0,47	85,72	5,35	PSY4
7 MF-055	.324	Qz-monzonito fino	I	0,51	87,47	4,72	PSY4
20 MS-127B	1.032	Granodiorito fino	I	0,44	85,00	5,05	PSY3C
13 MF-214A	1.142	Granodiorito	I	0,30	80,51	6,88	PSY3B
2 FM-011B	1.047	Ortognaisse facoidal	I	0,58	88,36	6,57	PSY3A
9 MF-084A	.869	Granodiorito foliado	I	0,34	76,84	7,39	PSY2
16 MF-490B	1.409	Granodiorito porfirítico milon.	I	0,34	73,06	10,39	PSY3B
3 FM-027	.566	Ortognaisse porfiroclástico granod.	I	0,29	69,99	10,88	PSY3C
4 FM-030B	.691	Ho-Bi-granodiorito gnáissico	II	0,28	65,50	17,05	PSY3C
14 MF-311C	.564	Granito	I	0,35	77,82	7,38	PSY4
19 MS-127A	.752	Hb-Bi-granito pórfiro	II	0,41	73,90	12,26	PSY3C
22 MS-190A	1.107	Bi-granito	I	0,27	65,85	16,22	PSY3B
23 MS-190B	1.551	Granito leucocrático	II	0,30	56,82	21,37	PSY3B
10 MF-115B	1.186	Granito porfirítico	I	0,41	89,06	4,25	PSY3B
11 MF-168A	1.984	Granito fino	I	0,47	78,44	10,41	PSY4
17 MS-126A	.994	Ho-Bi-Qz-monzonito pórfiro	II	0,28	56,28	30,94	PSY3C
21 MS-128	1.162	Granito porfirítico	II	0,29	54,49	31,54	PSY3C
18 MS-126B		Ho-Bi-diorito	III	0,22	40,46	40,28	PSY3C

(*) I - leucocrático
II - mesocrático
III - melanocrático

Figura II.2.19 – Análise cluster e parâmetros petroquímicos.

Tabela II.2.1a – Análises químicas e minerais normativos - CIPW.

Tipo	$P\gamma_2$	$PS\gamma_4$					
Granito	São Gonçalo	Cangati					
Nº Amostra	MF-084A	MF-168A	MF-311C	MF-055	FM-055A	FM-070	FM-070A
SiO_2 (%)	65,10	68,00	67,20	70,40	70,00	70,00	69,10
TiO_2	0,52	0,68	0,50	0,42	0,42	0,42	0,52
Al_2O_3	17,90	15,10	16,50	15,10	15,10	15,10	15,60
Fe_2O_3	1,30	2,40	1,70	0,74	0,97	0,86	1,00
FeO	1,80	2,60	1,40	1,30	1,10	1,30	1,30
MnO	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
MgO	1,20	1,40	1,40	0,66	0,63	0,73	0,83
CaO	3,10	1,40	2,80	1,60	1,40	1,50	1,70
Na_2O	5,90	1,80	3,90	4,70	4,60	4,30	4,30
K_2O	1,90	4,80	3,40	4,10	4,60	4,40	4,40
P_2O_5	0,21	0,30	0,12	0,15	0,15	0,15	0,15
P.F.	0,60	1,40	0,60	0,50	0,60	0,70	0,60
H_2O	0,20	0,90	0,10	0,10	0,30	0,30	0,20
Nb (ppm)	10	10	10	10	10	10	10
Zr	156	98	63	226	273	249	257
Y	10	10	10	10	10	10	10
Rb	151	157	121	212	252	272	239
Sr	500	700	840	370	320	420	440
Ba	360	1.600	2.500	1.120	1.140	980	1.140
Li	41	28	33	34	28	46	27
F	520	420	250	68	740	1.100	1.200
QZ (%)	15,02	34,14	24,27	22,94	22,05	24,06	22,66
OR	11,35	28,82	20,27	24,43	27,45	26,32	26,28
AL	50,47	15,48	33,29	40,10	39,31	36,83	36,77
AN	14,48	5,60	12,03	7,21	6,02	6,54	7,53
C	0,89	4,98	2,05	0,31	0,37	0,91	1,04
HY	4,49	5,89	3,94	2,84	2,20	2,92	2,88
MT	1,91	3,21	2,49	1,08	1,42	1,26	1,47
IM	1,00	1,31	0,96	0,80	0,81	0,81	1,00
AP	0,38	0,51	0,72	0,29	0,36	0,36	0,36

Tabela II.2.1b – Análises químicas e minerais normativos – CIPW.

Tipo								Pγ3
	a		b					
Granito	Riacho Verde		Cajazeira			Saboeiro		Carnaúba
Nº Amostra	FM-010A	FM-011B	MF-214A	MS-190A	MF-190B	MF-490A	MF-490B	MF-115B
SiO_2 (%)	73,10	66,30	72,00	62,20	54,90	73,70	62,50	64,00
TiO_2	0,25	0,42	0,50	0,90	1,10	0,21	0,83	0,68
Al_2O_3	12,30	16,10	14,60	16,00	18,00	13,20	27,00	16,10
Fe_2O_3	1,50	2,00	2,70	2,20	3,60	1,00	2,30	2,20
FeO	0,91	1,70	1,40	3,30	4,30	0,67	2,30	1,20
MnO	0,05	0,12	0,06	0,06	0,09	0,05	0,06	0,08
MgO	0,20	0,28	0,66	3,30	3,30	0,41	1,70	0,66
CaO	0,73	1,60	2,10	4,10	5,60	2,00	3,40	1,50
Na_2O	4,30	5,70	4,30	3,00	3,90	4,30	4,60	3,90
K_2O	5,10	4,60	1,20	4,50	3,90	3,60	3,10	7,30
P_2O_5	0,05	0,11	0,15	0,43	0,66	0,06	0,30	0,16
P.F.	0,80	0,70	0,40	0,60	0,60	0,70	1,10	2,00
H_2O	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,10	0,30	0,20
Nb (ppm)	16	10		10	10	10	10	10
Zr	536	881		171	142	135	279	958
Y	86	34		10	10	10	14	62
Rb	255	80		212	153	100	174	194
Sr								
Ba								
Li								
F								
QZ (%)	28,10	12,12	36,80	13,87	0,34	31,10	14,70	11,19
OR	30,60	27,48	7,12	26,60	23,22	21,45	18,68	44,12
AL	35,41	48,76	36,53	25,39	33,25	36,68	39,68	33,75
AN		4,81	9,47	16,89	20,23	6,13	15,19	4,97
NF								
C			2,78				0,63	
D	2,03	2,09		0,51	2,78	2,50		
HY		0,86	3,01	10,81	12,68		5,38	
WO	0,37					0,13		0,65
OL								
ACM	1,35							
MT	1,53	2,51	2,91	3,19	3,80	1,46	3,40	2,27
IM	0,48	0,81	0,95	1,71	2,10	0,40	1,61	1,32
HE								0,67
AP	0,12	0,26	0,36	1,02	1,58	0,14	0,72	0,39

- o conjunto PSγ3C apresenta desde termos monzoníticos sem quartzo até granodiorítico-adamelíticos, demonstrando grande heterogeneidade;
- o conjunto PSγ3B, também muito heterogêneo, apresenta uma variedade grande de termos, tais como: sienito, monzonito, diorito, granodiorito e tonalito;
- uma amostra dos granitóides Pγ2 é um quartzomonzodiorito e aquela do conjunto PSγ3A é um sienito.

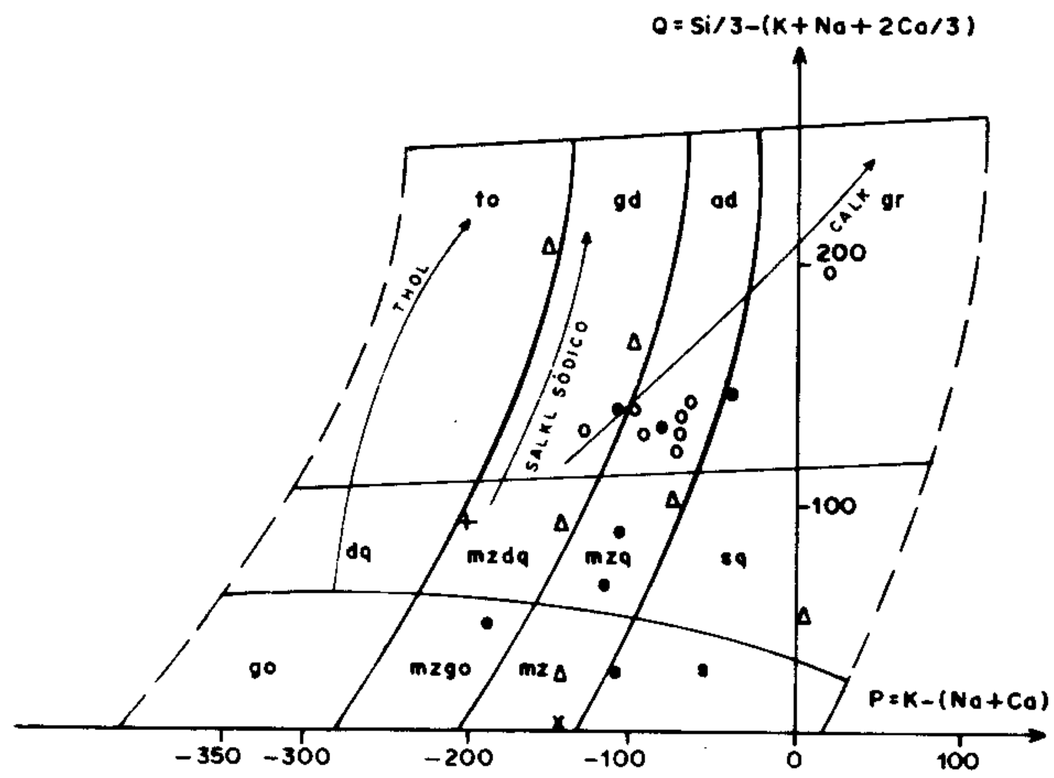


Figura II.2.20 – Classificação química dos granitóides da Folha Catarina, segundo Debon & Le Fort (1983). Chave dos campos: to - tonalito; gd - granodiorito; ad - adamelito; gr - granito; dq - quartzodiorito; mzdq - quartzomonzodiorito; mzq - quartzomonzonito; sq - quartzosienito; go - gabro - mzgo - monzogabro; mz - monzonito; s - sienito. THOL - toleítico (ou gabro-tmdhjemítico); CALK - calcialcalino (ou granodiorítico); SALKL - subalcalino (ou monzonítico) claro. (o) PSγ4; (x) - PSγ3C; ( ) - PSγ3B; ( ) - PSγ3A; (+) - Pγ2.

2.7.3.3 Balanço aluminoso e tipologia da associação

Com base no gráfico BxA de Debon & Le Fort (op. cit.) (figura II.2.21a), apenas o conjunto PSγ4 consegue apresentar uma boa distribuição de suas amostras, dispostas num *trend* aluminoso rico em quartzo. Os granitóides PSγ3C e PSγ3B dispõem-se num *trend* característico de associações cafêmicas, enquanto os conjuntos PSγ3A e Pγ2, tendo em vista a pequena quantidade de amostras, não permitem uma melhor definição do *trend* característico de uma determinada associação magmática. Os conjuntos PSγ4 e Pγ2 situam-se quase integralmente no campo peraluminoso do gráfico B x A, enquanto as demais localizam-se no campo metaluminoso. Apenas duas amostras, das 23 analisadas, caem no campo dos leucogranitóides, sendo os espécimes PSγ3C aqueles de maior teor em máficos e, portanto, de tendência subleucocrática a mesoleucocrática.

A maior parte das amostras do conjunto PSγ4 situa-se no campo III da figura II.2.21a o que, no balanço aluminoso, caracteriza-as como rochas com biotita. A unidade PSγ3C está definida entre os campos IV e V. No primeiro caso, estão as rochas com biotita, anfibólio + piroxênio, e, no segundo, as rochas com clinopiroxênio e anfibólio. Os granitóides PSγ3B dispõem-se no campo IV e os PSγ3A nos campos IV e V. A amostra representativa da Unidade Pγ2 está situada no campo III.

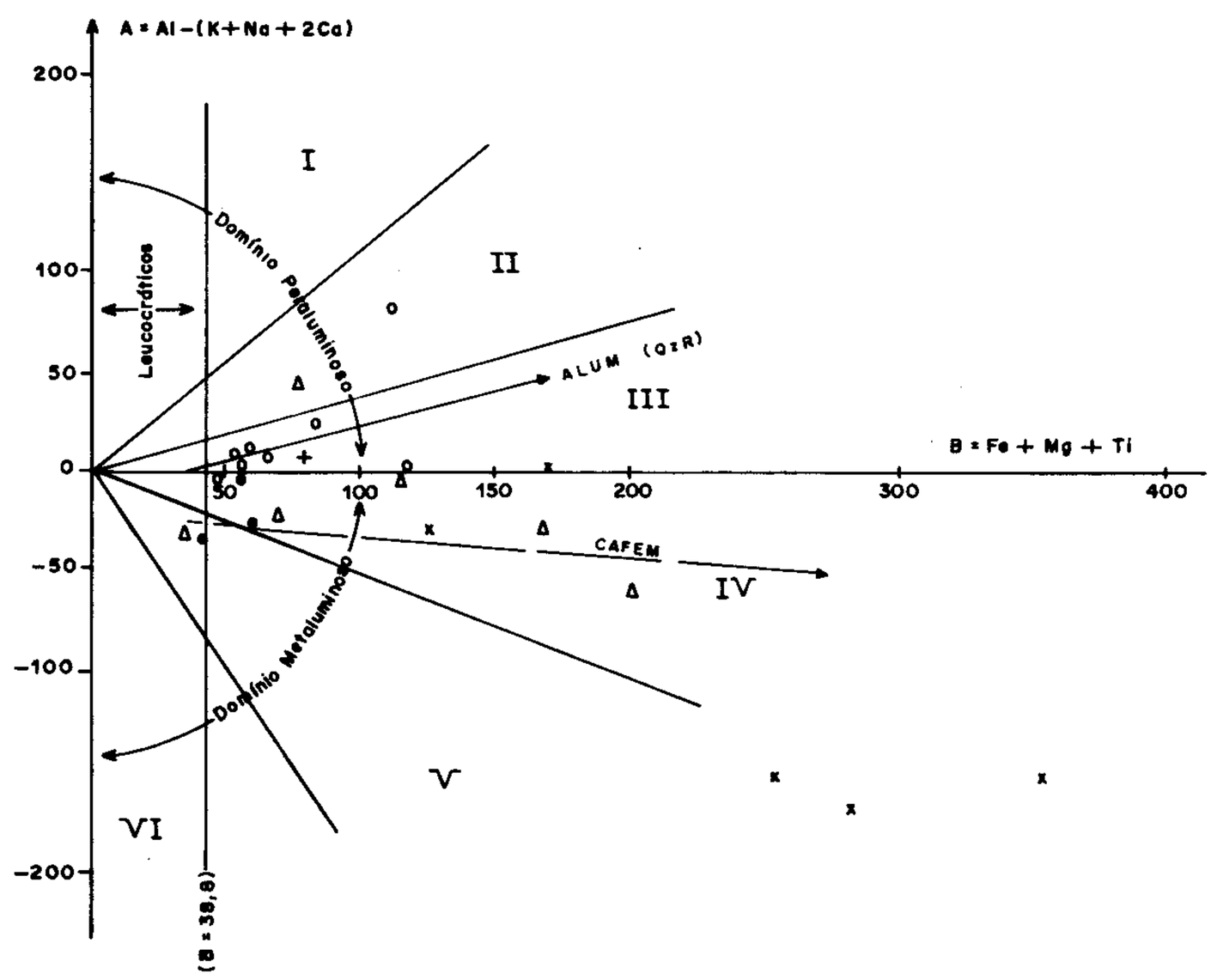


Figura II.2.21a – Composição dos granitóides da Folha Catarina segundo o diagrama de Debon & Le Fort (1983). Chave dos campos: I muscovita biotita; II biotita muscovita; III biotita ...; IV biotita hornblenda piroxênio olivina ...; V clinopiroxênio ...; VI rochas ígneas de composição excepcional. (o) PSγ4; (x) - PSγ3C; ( ) - PSγ3B; ( ) - PSγ3A; (+) - Pγ2. ALUM (QZR) trend aluminoso: CAFEM - cafêmico.

A associação magmática aluminosa constituída pelo conjunto PSγ4 pode ser caracterizada mais detalhadamente através do diagrama QBF (figura II.2.21b) e dos gráficos K(Na + K) x B (figura II.2.22a) e Q x B (figura II.2.22b). No diagrama QBF o conjunto PSγ4 se dispõe próximo a *trends* de associações aluminosas pobres em quartzo, descritas por Debon & Le Fort (1983). Os gráficos K/(Na + K) x B e Q x B, também utilizados pelos autores citados, caracterizam a unidade como mesocrática a subeucocrática sódica, com evolução sílico-sódica. Os índices aqui adotados são de Debon & Le Fort (1983), adaptados de La Roche (1964) e Shand (1927), citados em Debon & Le Fort & Sabaté (1988), e têm as seguintes fórmulas, todas em átomo-grama : Q = [Si/3 - (K + Na + 2Ca/3]; P = [K - (Na + Ca)]; A = [Al - (K + Na + 2Ca)] ; B = (Fe + Mg + Ti); F = [555 - (A + B)].

2.7.3.4 Ambiência geotectônica

O gráfico da figura II.2.23, elaborado a partir dos parâmetros multicatiônicos R_1 e R_2, definidos por La Roche et alii (1980), indica o seguinte posicionamento estrutural dos granitóides analisados:

- o conjunto PSγ4 é predominantemente tardiorogênico, com algumas poucas amostras plotadas tanto no campo sincolisional como pré-colisional;
- os granitóides PSγ3C não estão muito bem definidos, distribuindo-se aleatoriamente nos campos pré-colisional, tardiorogênico e sincolisional. Desses granitóides são também duas amostras que plotam acima da bissetriz do diagrama, mas na fronteira do campo soerguimento pós-colisão, tratando-se de rochas subsaturadas em sílica;
- os exemplares PSγ3B traduzem um comportamento que evolui desde os campos pré- e sincolisionais até o tardiorogênico, passando pelo campo de soerguimento pós-colisional;
- o conjunto PSγ3A tem suas poucas amostras plotadas no campo tardiorogênico.

De uma maneira geral, os conjuntos PSγ4 e PSγ3C com base na análise desse gráfico, apresentam um comportamento compatível com as observações de campo. O conjunto PSγ3B, por problemas que devem ser creditados à qualidade das amostras, destoa do esperado, já que no campo são conjuntos litostruturais plenamente deformados ou até polideformados.

O conjunto PSγ3A posiciona-se nesse gráfico no limite dos campos tardiorogênico e anorogênico, o que se afasta um pouco do esperado, talvez devido às modificações impostas pela milonitização. Contudo, deve-se ressaltar que parte desses PSγ3A pode tratar-se de corpos anorogênicos.

Na verdade, aqui está-se diante de uma limitação desse diagrama, pois todos os granitos bem diferenciados, ou seja, com baixo valor de 2 (6Ca + 2Mg + Al) e o alto índice de saturação de sílica dado por R_1 [4S-11(Na + K)-2(Fe + Ti)] fatalmente irão estar situados no campo tardiorogênico ou anarogênico. Nesses casos, deve prevalecer a relação de campo e os dados estruturais disponíveis. Recomenda-se, também, adensar a amostragem para se obter melhor representatividade da situação real dos corpos estudados.

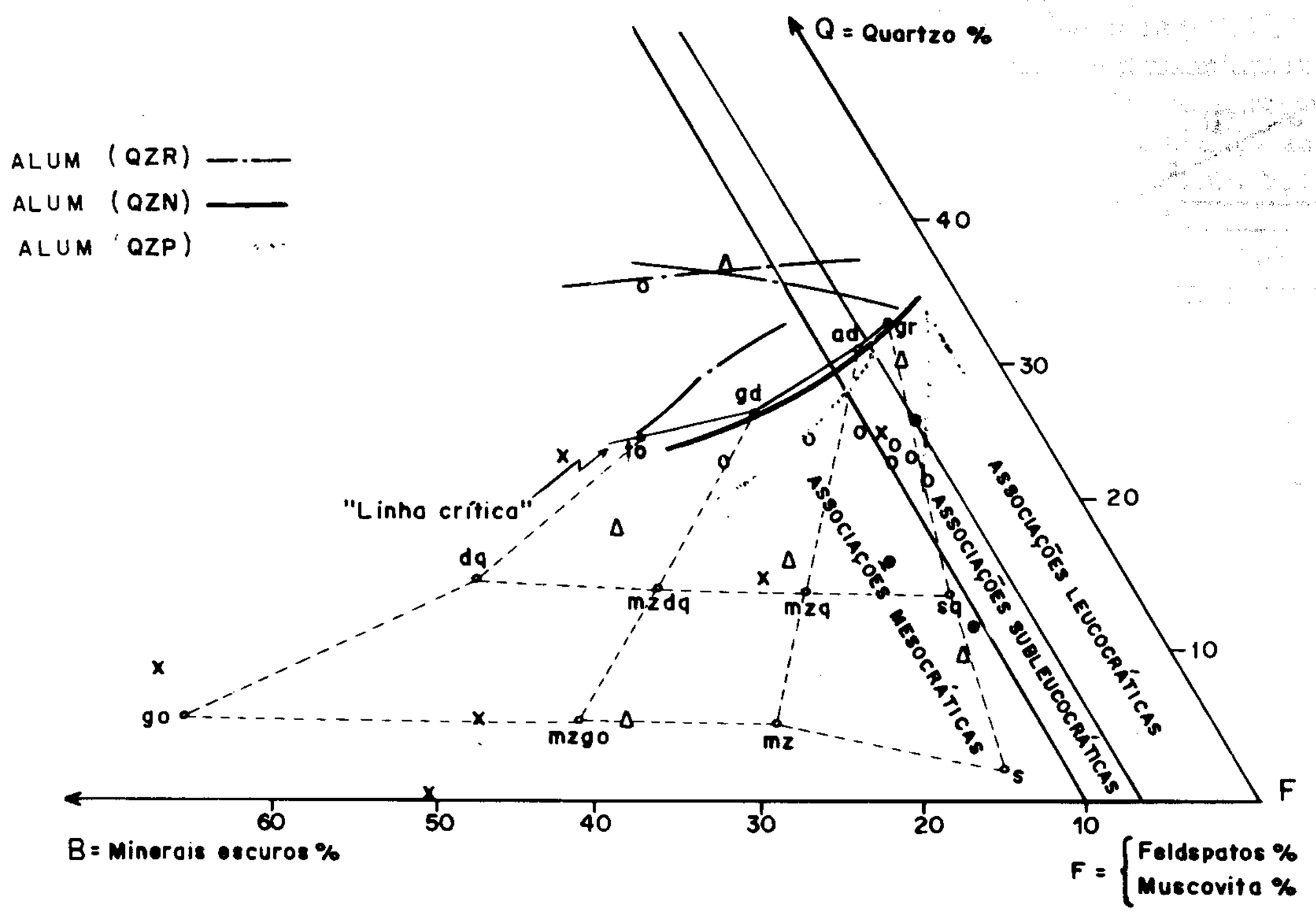


Figura II.2.21b – QBF de Debon & Le Fort (1983) mostrando as diferentes associações do tipo cafêmico ou aluminocafêmico, para alguns granitóides da Folha Catarina. (o) - PSγ4; (x) - PSγ3C; ( ) - PSγ3B; ( ) - PSγ3A. Chave dos campos: to - tonalito; gd - granodiorito; ad - adamelito; gr - granito; dq - quartzodiorito; s - sienito; sq - quartzosienito; go - gabro; mzgo - monzogabro; msq - quartzomonzonito; mzdq - quarzomonzodiorito; mz - monzonito. ALUM (QZR) - associação aluminosa rica em quartzo. ALUM (QZN) - associação aluminosa com quartzo normal. ALUM (QZP) - associação aluminosa pobre em quartzo. A linha crítica liga tonalito-granodiorito-adamelito e granito e serve para separar os subtipos aluminosos ricos em quartzo daqueles aluminosos com conteúdo de quartzo normal ou empobrecido.

2.7.3.5 Potencial metalogenético

O conjunto PSγ4 e algumas amostras do PSγ3C estão nos campos dos granitÓides tipo S dos diagramas ACF de Takahashi et alii (1980) (figura II.2.24a) e Wenrong & Hongnian (1985) (figura II.2.24b). Os demais conjuntos se distribuem no campo dos granitóides do tipo I.

Figura II.2.24a Diagrama ACF (Takahashi et alii, 1980), com limite dos campos I e S, para os granitóides da Folha Catarina. (o) - PSγA; (x) - PSγ3C; ( ) - PSγ3B; (o) - PSγ3A; (+) - Pγ2.

O conjunto PSγ3C apresenta algumas amostras que são, caracteristicamente, granitóides do tipo I, e outra do tipo S, o que sugere uma série híbrida, de origem provavelmente mantélica com termos altamente contaminados pela crosta.

Adotando-se o critério sugerido por Tauson & Kozlov (1973), de classificação de granitóides segundo sua especialização geoquímica (tabela II.2.2), os granitóides analisados apresentam a seguinte tipologia:

PSγ4 - conjunto predominantemente palingenético de tendência calcialcalina;

PSγ3C - conjunto bastante heterogêneo, com termos que variam de granitóides da série andesítica a granitóides palingenéticos calcialcalinos;

PSγ3B - conjunto também heterogêneo, onde segundo os referidos critérios, predominam termos granitóides da série latítica com tipos ultrametamórficos; PSγ3A - predominam granitóides da série andesítica; e

Pγ2 - a única amostra desse conjunto não permite um enquadramento seguro, dentro dos critérios adotados.

Assim, com base nesses resultados, a potencialidade metalogenética dos granitóides da área é baixa. Os principais tipos de granitóides mineralizados, na conceituação de Tauson & Kozlov (op. cit.), são os plumasíticos, agpaíticos e alcalinos a metais raros. Com base nos dados analíticos dos diversos tipos de granitóides, não se conseguiu o enquadramento de qualquer amostra dentro dos tipos mineralizados.

Entretanto, ao aplicar-se o diagrama QAP, com os campos de Lameyre & Bowden (1982), embora haja considerável dispersão dos pontos em todos os conjuntos graníticos, pode-se, não obstante, visualizar melhor suas tendências metalogenéticas, conforme relatado a seguir, em ordem decrescente de prioridade nas linhas horizontais:

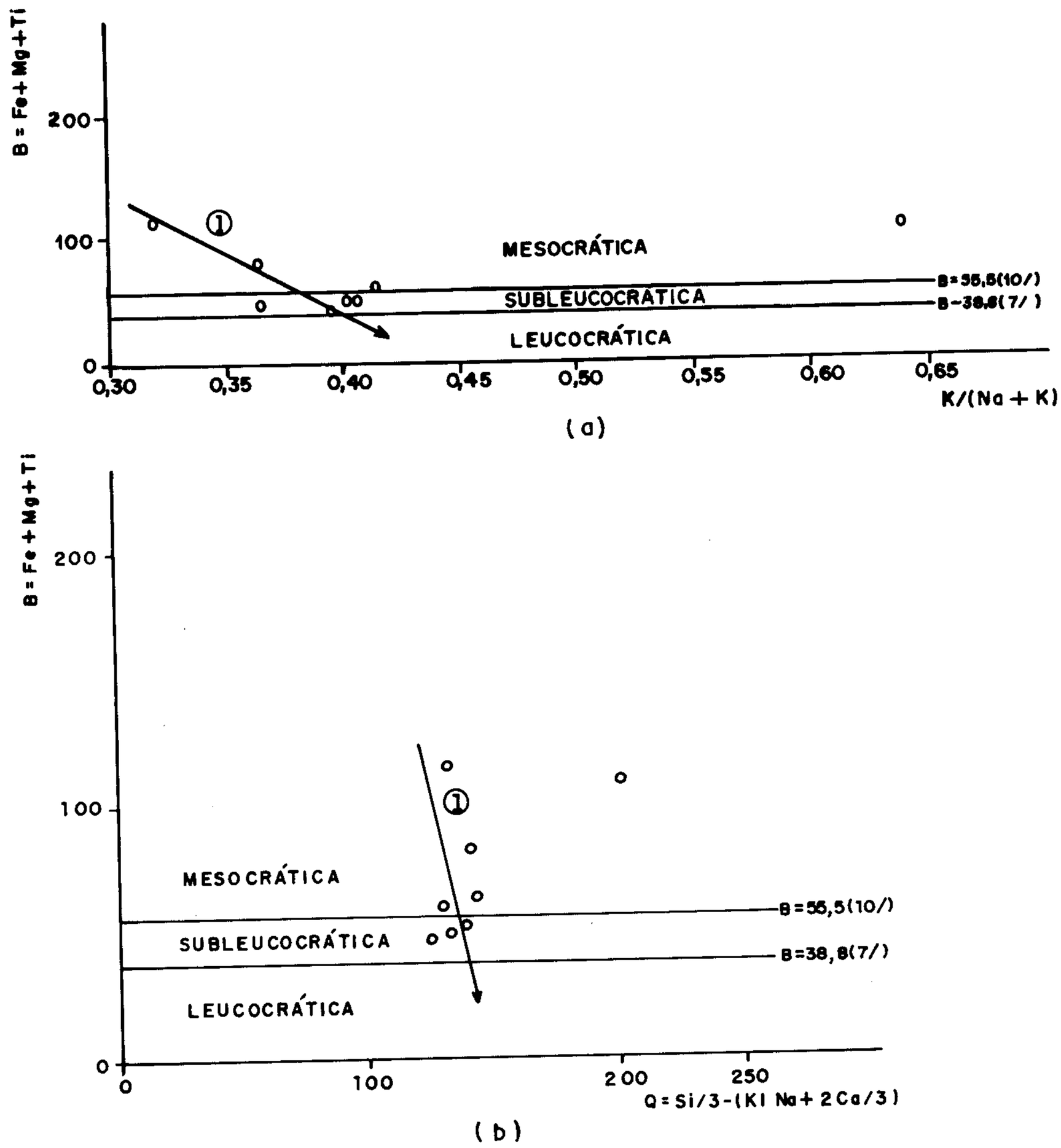


Figura II.2.22 – Calssificação química de rochas aluminosas, segundo Debon & Le Fort (1983), para os granitóides da Folha Catarina, utilizando-se os seguintes parâmetros: K/(Na + K) x Q x B. Regime de transcorrência: (o) - PSγ4.

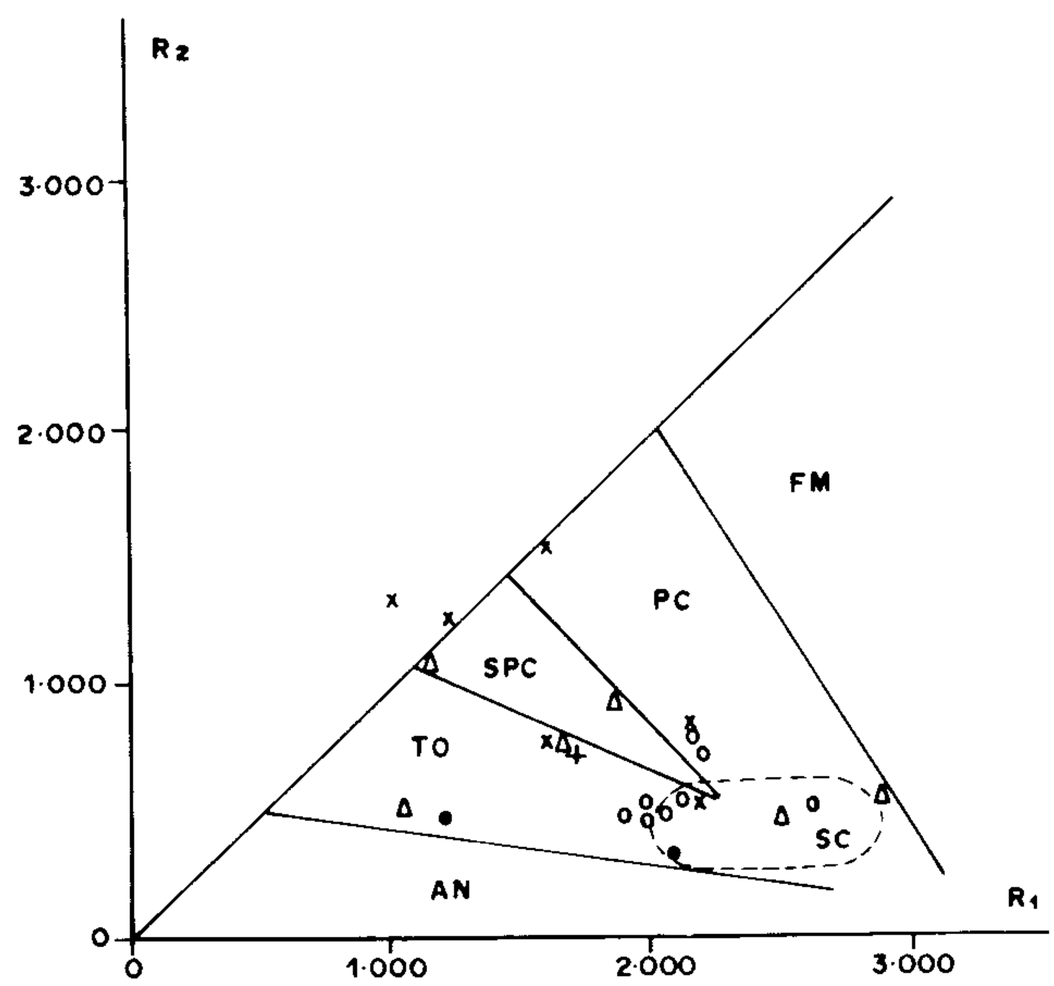


Figura II.2.23 – Diagrama R_1R_2, de La Roche et alii (1980), com indicação dos domínios tectônicos, segundo Batchelor e Bowden (1985). PC - pré-colisão; SPG - soerguimento pós-colisão; TO - tardiorogênico e SC - sincolisão. (o) - PSγA; (x) - PSγ3C; ( ) - PSγ3B; (o) - PSγ3A; (+) - Pγ2.

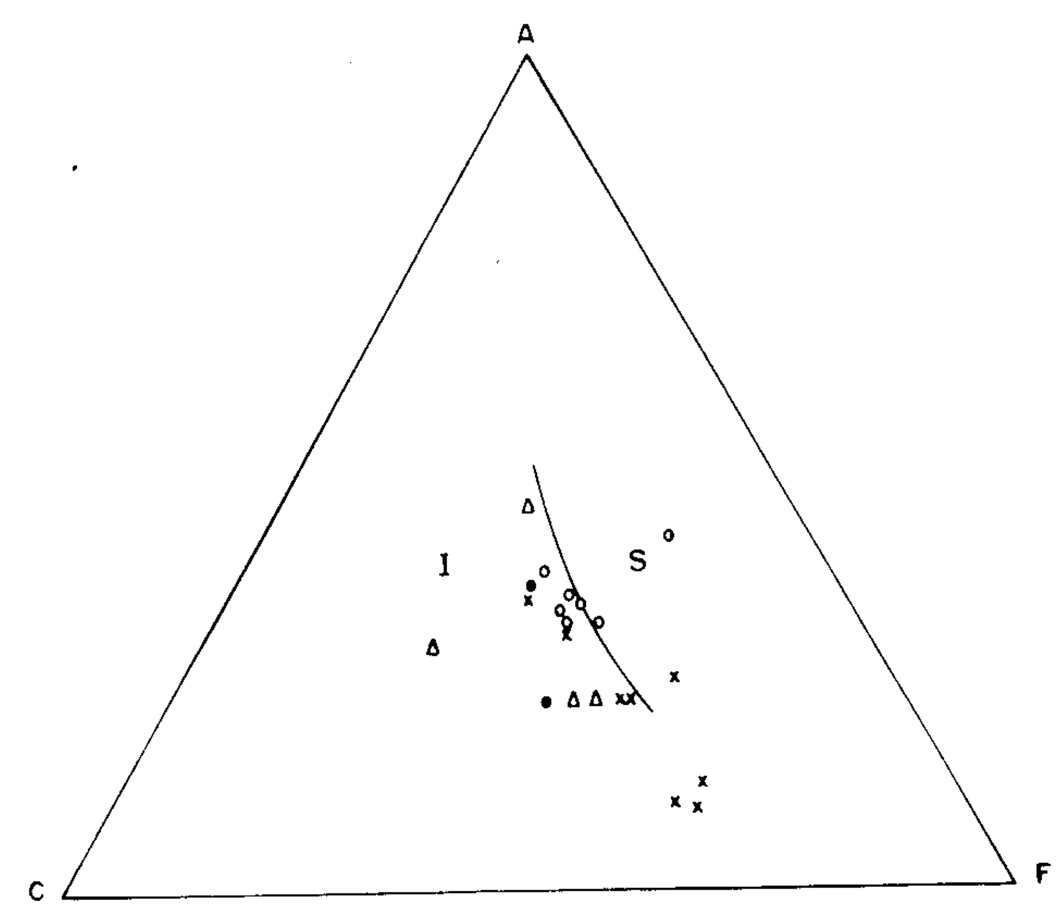


Figura II.2.24a – Diagrama ACF (Takahashi et alii, 1980), com limite dos campos I e S, para granitóides da Folha Catarina. (0) – PSγ4; (x) – PSγ3C; ( ) – PSγ3B; ( ) – PSγ3A.

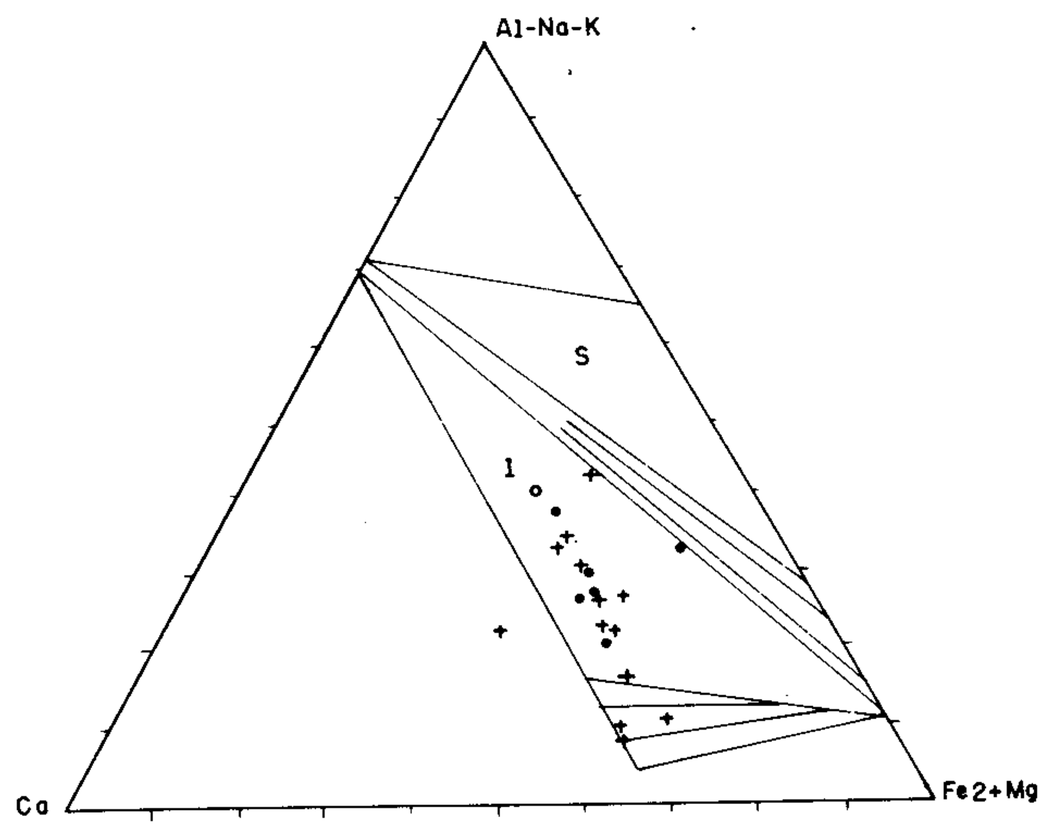


Figura II.2.24b – Diagrama triangular para Al-Na-K-Ca-Fe_2+Mg em granitos de diferentes origens. o - PSγ_2, granitóides pré-transcorrência; x - P$\gamma_{3a,b,c}$, granitóides sintrancorrência; - PSγ_4, granitóides tardi a sintranscorrência. Limite dos campos I e S, seg. Wenrong & Hongnian (1985).

PSγ4 - 1) série alcalino-aluminosa (al): Th, Y, TR, Zr; 2) mobilizados anatéticos de posicionamento apical: (mob) W, Sn, Nb; 3) calcialcalino monzonítico: U, Th, Mo;

PSγ3C - 1) série calcialcalino-monzonítica: (mz) U, Th, Mo(Cu): 2) série alcalino-aluminosa (al): U, Y, TR, Zr;

PSγ3B - 1) série calcialcalino-monzonítica (moz): U, Th, Mo; 2) mobilizado anatético de posicionamento apical (mob): W, Sn, Nb, U; 2b) mobilizado anatético de posicionamento de raiz migmatítica (mob): Y, TR(Au); 2c) alcalino-aluminosa (al): Th, Y, Tr, Zn;

PSγ3A - 1) série alcalino-aluminosa (al): Th, Y, TR, Zn(Au);

Pγ2 - 1) série calcialcalino-granodiorítica (calc): Mo-Cu(Au).

Apesar da dispersão referida e demonstrada anteriormente, a figura II.2.25 parece indicar uma tendência de agrupamento de todos os conjuntos em torno da associação do tipo calcialcalino-monzonítica e, nesse caso, o potencial metalogenético para o conjunto dos granitóides em questão seria, sobretudo, para U, Th, Mo (Lameyre, 1987) ou ampliando, segundo os estudos de Jackson (1985) nos granitóides do escudo árabe: Mo, W, Sn, Pb, Zn, Bi e Ag(Au).

Tabela II.2.2 – Razões de concentrações em tipos graníticos (seg. Tauson & Kozlov, 1973).

Nº da Amostra	Granitóide	K/Na	K/Rb	(Li x 1000)/K	F/Li	Ba/Rb	F(Li+Rb)/(Sr+Ba)	Sn (ppm)
01-FM-027	Pγ4	0,80	100	3,30	16,0	3,4	327	<10
02-FM-070	Pγ4	1,10	134	1,30	24,0	3,6	250	NA
03-Fm-070A	Pγ4	1,10	153	0,70	44,0	4,8	202	NA
04-MF-055	Pγ4	0,90	161	1,00	20,0	5,2	112	NA
05-MF-055A	Pγ4	1,10	151	0,70	26,0	4,5	142	NA
06-MF-168A	Pγ4	3,00	254	0,70	15,0	10,0	34	<10
07-MF-191B	Pγ4	1,20	123	1,60	11,0	4,3	117	<10
08-MF-311C	Pγ4	1,00	233	1,20	7,6	21,0	12	NA
09-FM-030B	Pγ3C	1,30	167	1,00	48,0	11,0	112	<10
10-MS-126A	Pγ3C	1,70	362	0,60	71,0	-	-	<10
11-MS-126B	Pγ3C	0,80	285	1,40	26,0	-	-	<10
12-MS-127A	Pγ3C	1,10	254	1,10	17,0	-	-	<10
13-MS-127B	Pγ3C	0,80	200	1,40	20,0	-	-	<10
14-MS-128	Pγ3C	1,40	335	1,00	35,0	-	-	<10
15-MF-115B	Pγ3B	2,10	312	0,30	35,0	-	-	<10
16-MF-490A	Pγ3B	0,90	299	0,50	25,0	-	-	NA
17-MF-490B	Pγ3B	0,80	148	1,80	28,0	-	-	<10
18-MS-190A	Pγ3B	1,70	176	1,30	5,5	-	-	NA
19-MS-190B	Pγ3B	1,10	212	1,60	4,2	-	-	NA
20-FM-010A	Pγ3A	1,30	166	0,80	11,0	-	-	<10
21-FM-011B	Pγ3A	0,90	477	0,70	10,0	-	-	<10
22-MF-084A	Pγ2	0,40	104	2,60	13,0	2,4	116	NA
23-Plagiogranitos S. toleítica		0,16	1.250	0,40	75,0	45,0	6	3
24-Granitos ultrametamórficos		2,20	385	0,15	16,0	11,5	12	3
25-Gran.palingenéticos calcialcalinos		1,10	240	1,10	16,0	5,3	155	6
26-Gran. palingenéticos alcalinos		1,20	300	0,70	18,0	11,0	40	4
27-Leucogranitos plumasíticos		1,40	130	2,40	31,0	0,5	6.800	22
28-Leucogranitos agpaíticos		1,20	290	0,90	29,0	0,3	15.000	18
29-Gran. série andesítica		0,70	200	0,90	39,0	5,5	100	2
30-Gran. série latítica		1,00	280	0,60	38,0	13,6	50	5
31-Gran. alcalinos a metais raros		1,20	140	1,30	17,0	1,9	430	6

Seguindo-se a linha de Ishihara para os granitos do tipo S de Chappell & White (1974), espera-se uma metalogenia do tipo Sn-W, Ta-Nb, especialmente para os granitóides do conjunto PSγ3A.

2.7.4 Terras raras

2.7.4.1 Introdução

Cinco amostras de granitóides foram analisadas na Folha Catarina, quanto ao seu comportamento em termos de terras-raras (TR), sendo quatro amostras procedentes do granito Cangati - PSγ4 (MF-055, MF-055a, FM-070 e FM-070a) e uma do granitóide foliado do açude São Gonçalo - Pγ2 (MF-084a) (figura II.2.26).

As análises foram realizadas nos laboratórios da GEOSOL/GEOLAB, pelo método de espectrometria de emissão de plasma (IPC). Nos boletins analíticos, além dos resultados em ppm dos conteúdos em TR de cada amostra, constaram curvas normatizadas a partir da aplicação de programa de computador, tendo-se tomado os valores do condrito IC de Evensen et alii (1978) como padrão de normalização dessas curvas.

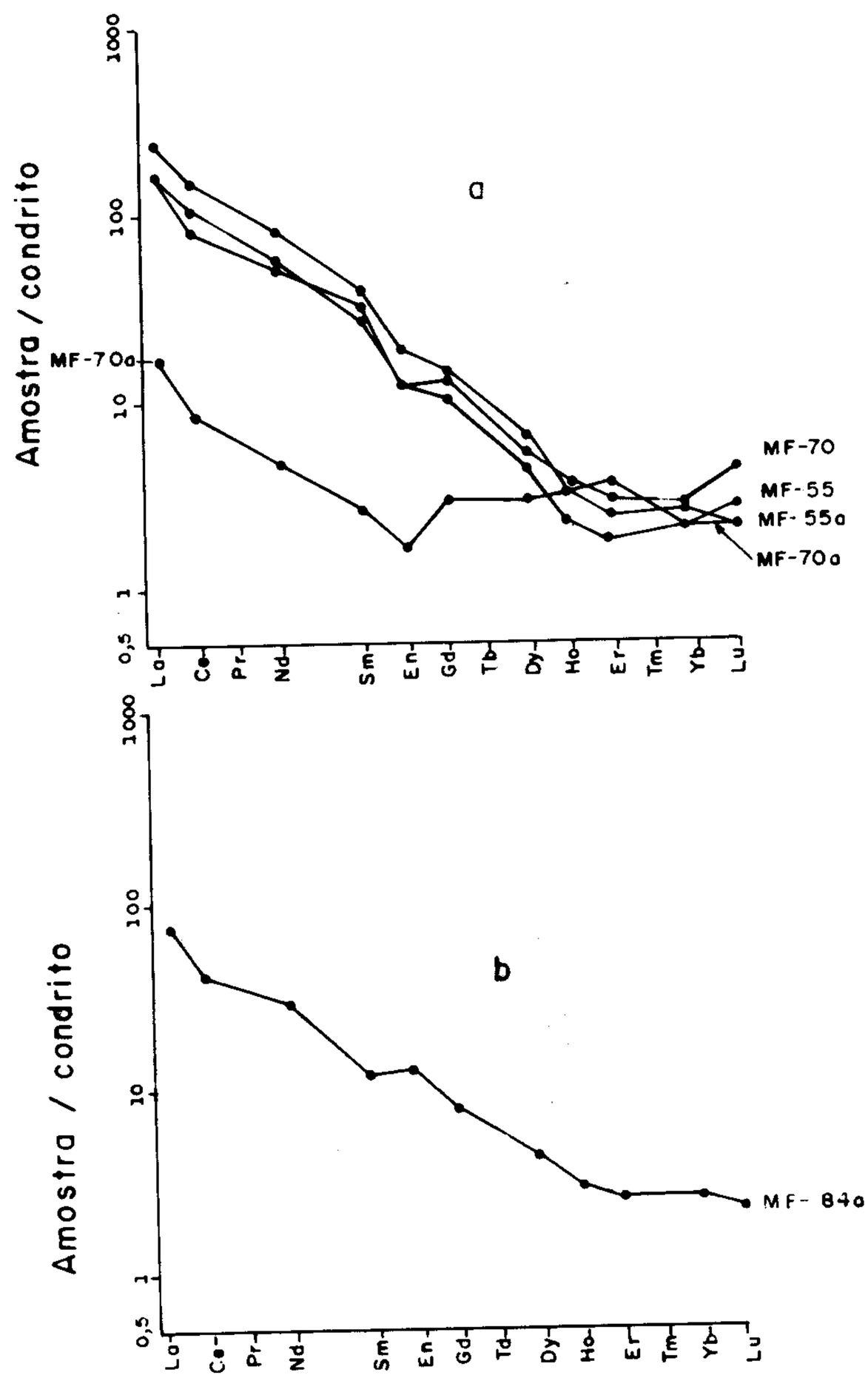


Figura II.2.26 – Espectros de ETR, normalizados para condritos, para os granitóides da Folha Catarina. a PSγ4; b Pγ2.

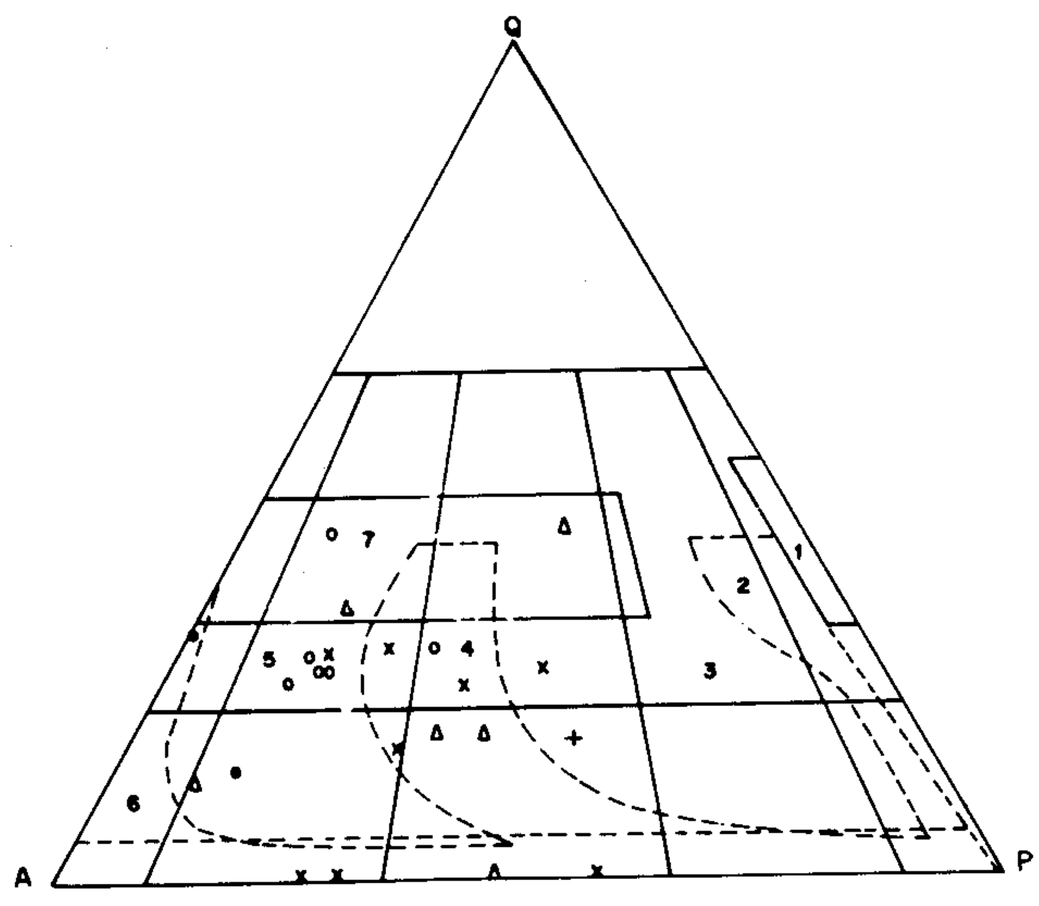


Figura II.2.25 – Diagrama de Streckeisen, utilizado por Lameyre & Bowden (1982) com os campos das séries magmáticas. Chave dos campos: 1 toleítico; 2 calcialcalino-trondhjemítico (baixo K); 3 calcialcalino-monzonítico (alto K); 5 granitóides aluminosos de províncias alcalinas; 6 alcalinas e peralcalinas; 7 granito de fusão crustal. (o) - PSγA; (x) - PSγ3C; ( ) - PSγ3B; (o) - PSγ3A; (+) - Pγ2.

2.7.4.2 Características dos granitóides

2.7.4.2.1 Suíte Cangati (PSγ4)

Esse conjunto, em termos de terras-raras, apresenta as seguintes características:

a) Três curvas são tipicamente inclinadas para a direita com o lado das terras-raras pesadas (TRP) formando uma perfeita curva *concave-upward* (FM-070, MF-055 e MF-055a); figura II.2.26);

b) essas três curvas apresentam suaves anomalias negativas de európio (0,45; 0,47; 0,67);

c) há nelas um forte enriquecimento em terras-raras leves (TRL) e depleção em terras-raras pesadas (TRP), resultando um forte fracionamento (La/Lu)N que chega ao valor de 109,40 (MF-055a) e as duas restantes são de 63 e 36, respectivamente, para as amostras MF-055 e FM-070;

d) o somatório de TR dessas curvas é bastante elevado, atingindo 378, 534 e 357 para as amostras MF-055, MF-055a e FM-070, respectivamente;

e) ao maior índice de diferenciação corresponde o maior somatório de TR, tendo-se MF-055a com DI = 88,82, seguido de MF-055 com DI = 87,47 e FM-070 com DI = 87,20;

f) todas as amostras são depletadas em Yb (valores menores do que 1,5ppm); g) tomando-se por base as anomalias negativas de Eu com valores muito baixos, pode-se atribuir uma origem crustal para esses granitos de acordo com o esquema de Shen Jili & Liu Jiayuan (1985) (figura II.2.27);

h) também com base nas propostas desses autores, a potencialidade mineral para esses granitos está ligada sobretudo a mineralizações de W;

i) o padrão geral dessas curvas pela sua semelhança com curvas de granitos de natureza crustal, embora as razões (somaCe/somaY)N (tabela II.2.3) sejam mais típicas de granitos transicionais;

j) a figura II.2.27 mostra claramente o caráter crustal desses granitos pelas suas relações de CaO e YEu, de acordo com Shen Jili & Liu Jiayuan (op. cit.). A figura II.2.28 também mostra a proximidade dos nossos pontos com a média dos granitos crustais, segundo Rosanov & Smirnova (1975), para os quais aquela posição é de granito metamórfico e de geossinclíneo;

k) a quarta curva com padrão distinto das demais, pelo seu baixo valor em TRT, inclusive em TRL, forma um quase *disc-shape* assimétrico, com o ramo TRP pouco depletado e quase plano, além de forte fracionamento em TRL;

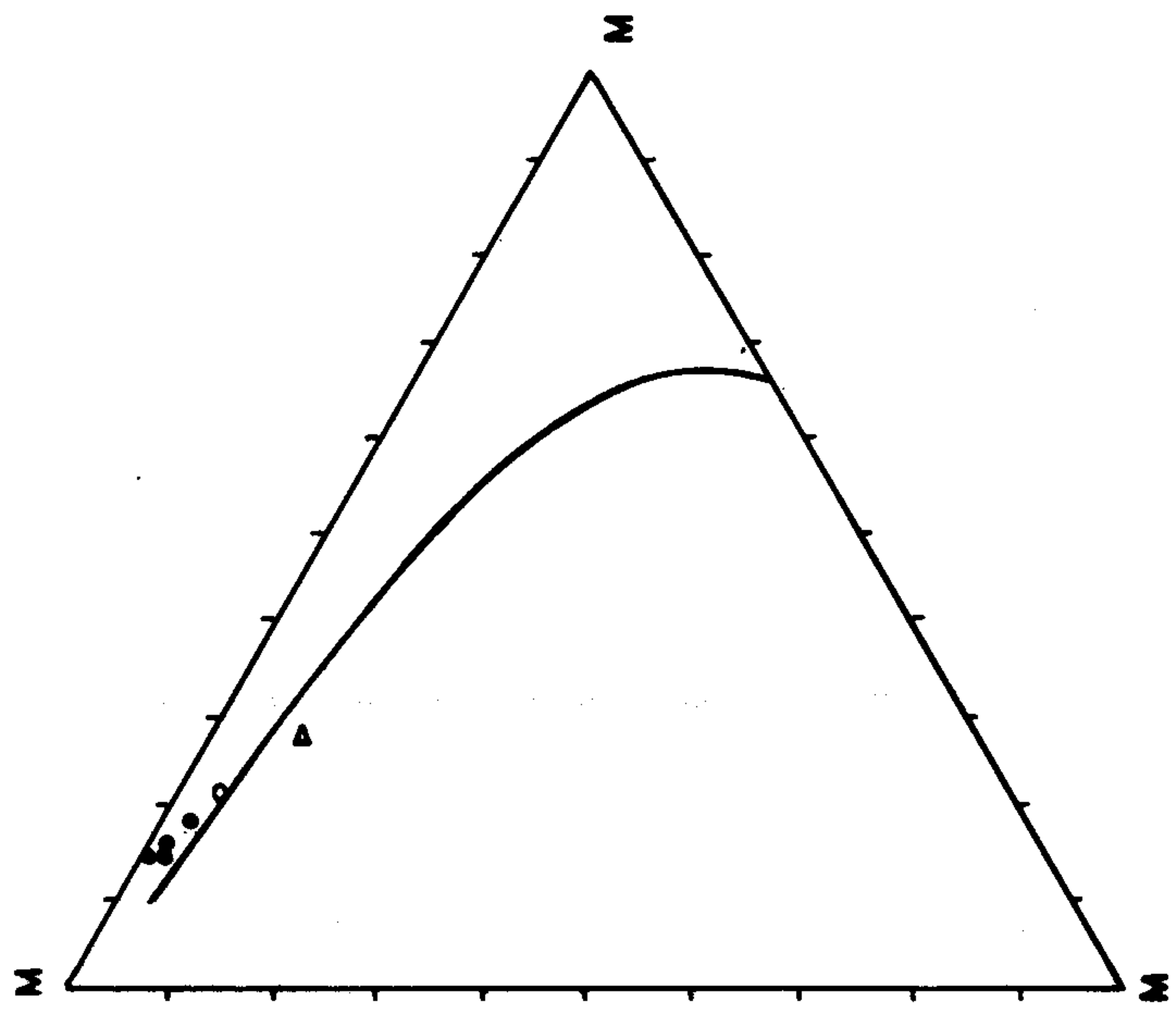


Figura II.2.28 – Diagrama de diferenciação de terras-raras, segundo Rozanov & Smirnova (1975) para os granitóides da Folha Catarina (o) - Pγ2; ( ) - PSγ4.

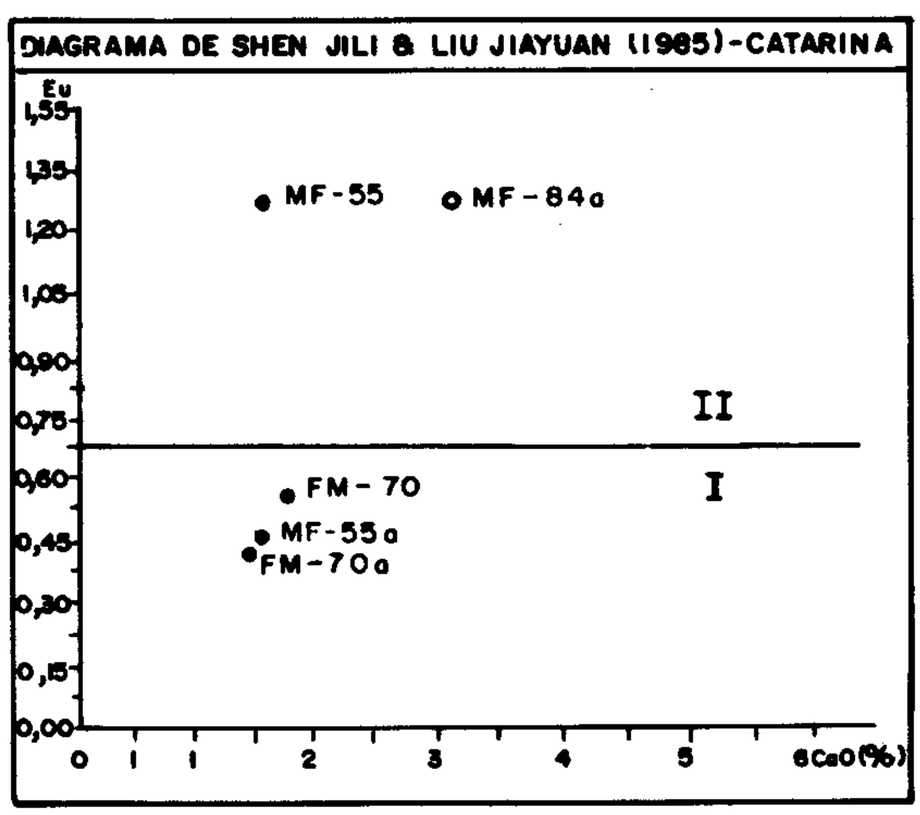


Figura II.2.27 – Diagrama EU x CAO, segundo Shen Jili & Liu Jiayaun (1985) para os granitóides da Folha Catarina (o) - Pγ2; ( ) - PSγ4. I Granitóides do tipo crustal; II Granitóides do tipo transicional.

l) sua anomalia em Eu é negativa e igual a 0,57 (tabela II.2.3);

m) o valor de TRT é muito baixo, semelhante, por exemplo, ao muscovita-granito fino da localidade de Baishishan, na província Jiangxi, China (segundo Shen Jili & Liu Jiayuan, 1985). Vale lembrar que tal muscovita-granito é considerado de origem crustal, e que ele é bem distinto dos muscovita-granitos de Dutra et alii (1986), por não apresentar, inclusive, o padrão *concave-upward*, no lado das TRP, tal como na figura II.2.26. Entretanto, verifica-se coincidência, no que tange ao baixo valor total de TR. Na verdade, ela se aproxima mais dos muscovita-biotita-granitos da Província Litinífera de Arassuaí(MG), tanto a nível de TRT quanto com relação à anomalia de Eu.

Do ponto de vista metalogenético, segundo Dutra et alii (1976), as rochas graníticas de Arassuai são potencialmente geradoras de mineralizações de W, Sn, Nb, Ta, Be, Li, TRP, Bi, Au e U. Aqui eles atribuem a diminuição de TR relacionada a processos metassomáticos concentradores de Li, Be, Sn e B, sob a forma de pegmatitos.

Por fim, a figura II.2.29, relacionando os valores de Y versus SiO_2, discrimina, segundo Sheraton & Black (1988) granitóides (ortognaisses) depletados e não depletados em Y. No primeiro caso, tratar-se-ia de rochas de origem de

acreação crustal primitiva, e, no segundo, seriam rochas originárias de fusão a seco de rochas crustais. As nossas amostras, na figura referida, plotam no campo dos granitóides depletados (mantélico), mas não possuem outas características que também são atribuídas a esses ortognaisses, como sejam: anomalia positiva de Eu e altos teores de CaO (3,35%); por isso não se pode concluir com segurança sobre o caráter depletado e, portanto, uma origem mantélica para a Suíte Cangati. Por ora, parece mais adequada uma origem crustal para tal granito, do que propriamente mantélica, mesmo considerando ainda o padrão de granito transicional que se pode deduzir das razões (SomaCe/somaY)N segundo Shen Jili & Liu Jiayuan (1985). É muito provável que tal granito não seja puramente crustal, mas tenha sido contaminado com material mantélico.

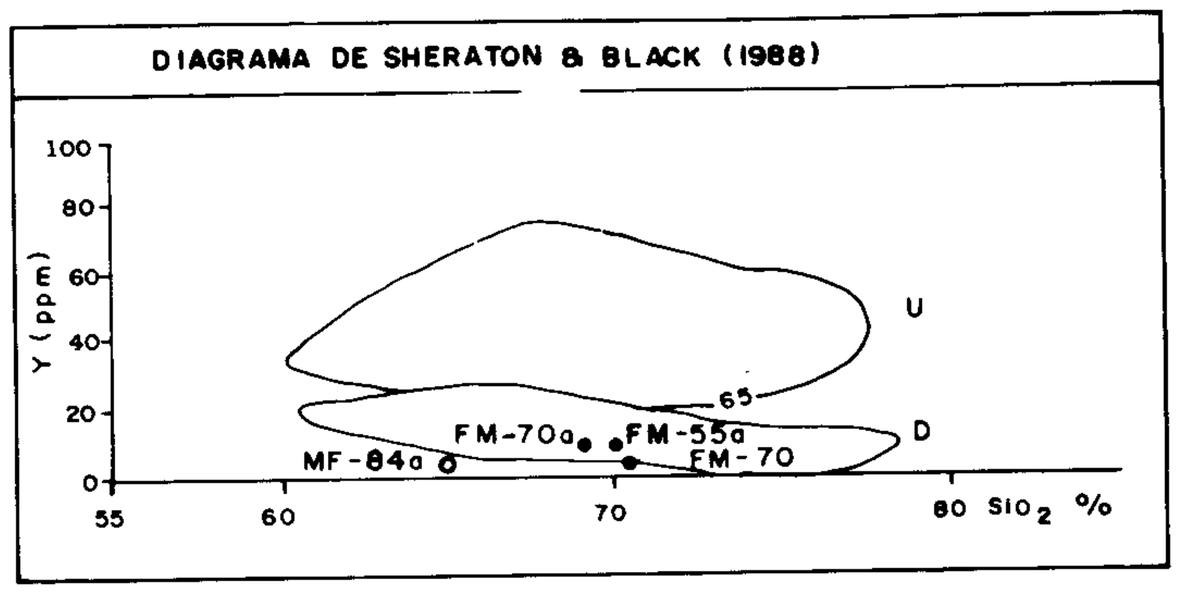


Figura II.2.29 – Diagrama SiO_2 x Y, segundo Sheraton & Black (1988), para os granitóides da Folha Catarina. (o) - Pγ2; ( ) - PSγ4.

Tabela II.2.3 – Elementos de terras-raras, suas relações, porcentagem de CaO, índice de diferenciação de Thorton & Tutle (1960) e SiO_2.

Matriz ⇒ b: catree. bin									
N = 5M = 38									
La	LaN	Ce	CeN	Nd	NdN	Sm	SmN	Eu	EuN
Gd	GdN	Dy	DyN	Ho	HoN	Er	ErN	Yb	YbN
Lu	LuN	YEu	Yb/La	TRL	TRP	ZRT	TRL/TRP	(La/Lu)N	(Ce/Yb)N
Z Série Y	Z Série Sc	Z Série Ce	(ZCe/ZY)N	Y	CaO	DI	SiO_2		
1 MF-084A									
17.260	70.560	25.590	40.120	13.770	29.060	1.790	11.620	.730	12.580
1.600	7.830	1.110	4.370	.160	2.820	.420	2.530	.430	2.600
.058	2.280	1.290	.040	153.000	22.000	188.000	6.950	30.900	15.400
39.220	7.000	139.000	3.540	5.000	3.100	76.840	65.100		
2 MF-055									
39.490	161.450	63.860	100.110	25.740	54.330	4.150	26.950	.720	12.410
2.060	10.080	1.120	4.410	.130	2.290	.300	1.810	.360	2.180
.065	2.560	.670	.010	343.000	23.000	378.000	14.910	63.000	45.900
56.140	6.000	315.000	5.610	5.000	1.600	87.470	70.400		
3 MF-55A									
54.870	224.300	89.490	140.290	37.810	79.800	6.150	39.940	1.080	18.610
2.990	14.630	1.690	6.650	.190	3.350	.390	2.350	.390	2.360
.052	2.050	.450	.010	484.000	31.000	534.000	15.610	109.400	59.400
83.180	7.000	444.000	5.340	10.000	1.400	88.820	70.000		
4 FM-070									
38.350	156.780	48.660	76.280	23.000	18.540	4.970	32.270	.620	10.680
2.640	12.920	1.250	4.920	.200	3.530	.510	3.070	.460	2.780
.110	4.330	.470	.020	314.000	32.000	357.000	9.810	36.200	27.400
64.320	10.000	281.000	4.370	5.000	1.500	87.200	70.000		
5 FM-070A									
4.100	16.760	5.590	8.760	2.300	4.850	.420	2.730	.096	1.650
.630	3.080	.780	3.070	.200	3.530	.630	3.790	.380	2.630
.055	2.170	.570	.150	33.000	18.000	53.000	1.800	7.700	3.300
14.060	8.000	30.000	2.130	10.000	1.700	85.720	69.100		

2.7.4.2.2 Granitóide São Gonçalo (Pγ2)

Desse granitóide, apenas uma amostra foi analisada para TR (MF-084a) e de sua curva padrão podem ser tiradas as seguintes conclusões:

a) a curva (figura II.2.26b) tem perfeito declive para a direita, com forte enriquecimento em TRL, ao lado de depleção de TRP; o somatório de TR é relativamente baixo - 188. O padrão dessa curva se assemelha muito à curva-modelo para granitos do tipo metamórfico-metassomático, segundo Wenrong & Hongnian (1985), mas a relação TRL/TRP é característica de granito de origem mantélica, de acordo com Chaoqun (1985);

b) o grau de fracionamento é alto, quando medido pela razão (Ce/Yb)N com valor de 15,4;

c) a anomalia de Eu é positiva e expressiva (YEu = 1,29);

d) a razão (soma Ce/somaY)N é relativamente baixa, quase no padrão dos granitos crustais de Shen Jili & Liu Jiayuan (1985); (tabela II.2.3);

e) essa amostra, na figura II.2.27, ocupa o campo dos granitos transicionais, junto à amostra MF-055 da Unidade PSY4. Porém, na figura II.2.28, ela se coloca próximo ao vértice de Ce, o que, segundo Rozanov & Smirnova (1975), reflete um granito metamórfico isento de processos metassomáticos capazes de enriquecer a rocha em soluções mineralizantes (o que a deslocaria para os pólos do Y e do Sc). Veja que, justamente ao contrário, há uma depleção de terras raras pesadas (TRP) correlacionadas ao Y (Sm-Ho) e também a Sc (Er-Lu);

f) do ponto de vista metalogenético, tendo-se como paradigma o valor de YEu alto, preconiza-se para a rocha a possibilidade de ouro.

g) as indicações dos subitens *a, b, c, d* e *f* permitem advogar, especulativamente, uma origem mantélica para essa rocha.

2.8 Rochas Filoneanas - eEγ

2.8.1 Diques pegmatóides e hiperácidos (eEγ)

Aqui, o termo pegmatóide é aplicado às rochas de grã muito grossa que se diferenciam dos pegmatitos clássicos por apresentarem uma menor taxa de feldspatos e, por vezes, muito pouca muscovita.

Ocorrem em diques de dimensões variadas e, geralmente, sem um zoneamento definido, sendo aparentemente estéreis ou muito pobres em mineralizações. Aparecem, com maior frequência, próximos aos corpos granitóides, especialmente aos relacionados aos tempos tardi e pós-transcorrência. Devido às suas pequenas dimensões, variando frequentemente de 0,5 a 1,0m de largura, por 1,5 a 5m de comprimento, não foram cartografados. Como exceção, tem-se o dique pegmatóide do serrote Coroado (figura II.2.30), a sul da vila Chatinho, encaixado em gnaisses migmatizados, que apresenta dimensões aproximadas de 80x35m^2, em superfície, por 30 m de altura, aproximadamente. No garimpo Guaribas, situado na encosta oeste da serra do Maia, o corpo responsável pela mineralização de ametista ocorre em forma de veios quartzofeldspáticos ramificados (vieiro múltiplo) e encaixados em muscovita-quartzito. A sudoeste da vila São Gonçalo, na localidade de Cavalo Magro, destacam-se também vários e pequenos jazimentos concordantes com a encaixante (biotita-gnaisse), em um dos quais (assinalado na Carta Geológica anexa) foi detectado pequenos cristais de água-marinha. Nos corpos granitóides de São José e da fazenda Cajazeiras, a leste da vila São Paulo, ocorrem vários corpos pegmatóides turmalinizados, de pequeno porte, e orientados para nordeste. Ainda são observados diques dobrados (metapegmatitos) e boudinados, de idade pré-transcorrência, mas sem expressão cartográfica e interesse econômico, os quais são notórios nos domínios da Unidade Mombaça.

Mesoscopicamente, as rochas pegmatóides são homogêneas, de coloração esbranquiçada, e apresentam uma composição mineralógica bastante simples, representada apenas por quartzo e muito pouco feldspato. A mica (muscovita) pode ou não estar presente. A ametista, quando existe, está associada aos núcleos de quartzo, em forma de drusas.

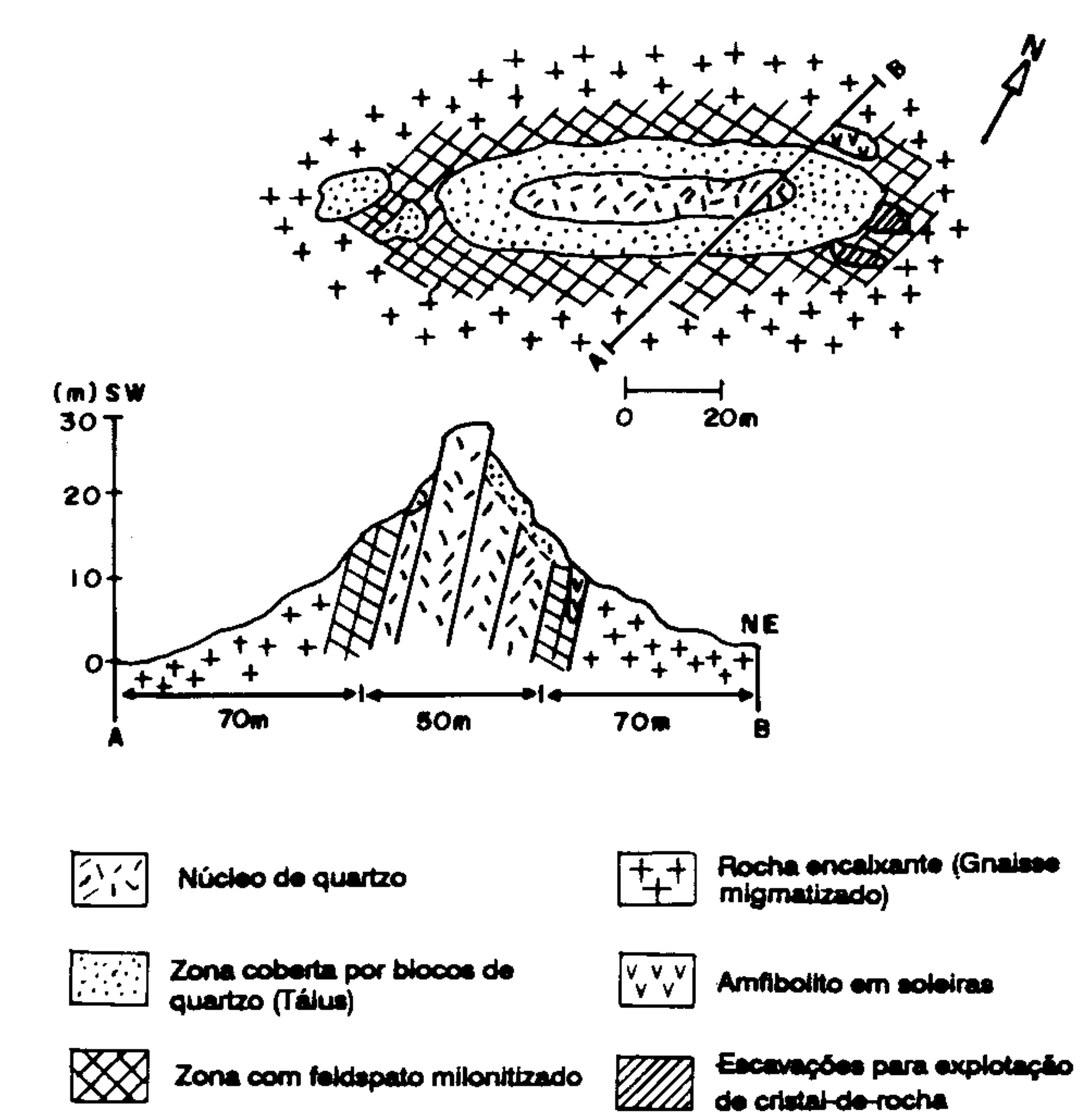


Figura II.2.30 – Depósito de ametista relacionado a pegmatito homogêneo. Serrote Coroado, a sul da vil Chatinho.

Os tipos petrográficos associados aos granitóides de São José e Cajazeiras são homogêneos, de cor esbranquiçada, granulação grossa, equigranulares e localmente isotrópicos, sendo constituídos de uma matriz quartzofeldspática com disseminação de palhetas de muscovita e concentrações localizadas de turmalina e opacos. Enquanto isso, os espécimes deformados apresentam, geralmente, uma granulação grossa e textura gnáissica, sendo constituídos de quartzo, feldspato e muscovita. Esse último mineral tanto aparece concordante como discordante com a foliação da rocha.

Os diques hiperácidos estão representados por veios e diques de quartzo, por vezes não-deformados. São corpos filoneanos de pequeno porte e formas retilíneas, sem expressão topográfica e, geralmente, discordantes e orientados para nordeste. Manifestam-se isoladamente ou de forma descontínua, em rosário, ao longo de fraturas ou nas zonas de cisalhamento, mormente naquelas de Hebron, Catingueira e São Paulo, onde são responsáveis pelas mineralizações de ametista e cristal de rocha. Na localidade Lagedo, a sul da vila São Gonçalo, tem-se um bolsão irregular de quartzo róseo, e diques orientados para norte -nordeste e oeste-sudoeste, encaixados em ortognaisses.

Nesses corpos ácidos, não raro, observa-se indícios de cisalhamento. Constituem-se de quartzo hialino e, localmente, leitoso, com alguma mica disseminada. Frequentemente, apresentam-se fraturados.

2.8.2 Diques básicos -Mδdb

As rochas filoneanas básicas, de cronologia mesozóica, estão representadas por diabásio e gabro, que são identificados ao longo de fraturas orientadas para nordeste, predominantemente. Foram observados em vários pontos da área, contudo têm maior expressão na zona de fraturas São Paulo-Flamengo, de comprimento superior a 60km, com extensão sudoeste que extrapola o limite oeste da folha. O gabro que encontra-se nessa zona forma, em superfície, corpos descontínuos e alinhados, com largura aproximada de 90m, na localidade de Raposa. Os mapas aeromagnetométricos dessa região revelam corpos de maior porte, provavelmente localizados em subsuperfície. Vários outros diques menores, não-cartografados, foram vistos numa faixa situada ao norte da serra do Sítio, entre as ZCJ e ZCA, com extensão superior a 10km.

Esses corpos interceptam, indistintamente, tanto os metamorfitos de idade proterozóica a arqueozóica, quanto o "Granitóide São Paulo". Geralmente, estão bastante intemperizados e se apresentam em blocos ovalados, dispersos sobre um solo castanho-avermelhado.

O diabásio e o gabro são rochas de granulação média, tonalidade cinza-escuro (mesotipo), homogêneas, faneríticas e que mostram (com auxílio da lupa 20x) uma constituição à base de anfibólio, piroxênio, plagioclásio e pequenos cristais de sulfetos metálicos (pirita ou calcopirita).

Ao microscópio, o diabásio exibe textura intergranular subofítica, hipidiomórfica, constituída essencialmente de plagioclásio (labradorita: An = 52 a 58%), piroxênio (augita e piegeonita) e anfibólio (uralita), tendo-se, como acessórios e minerais de alteração, os opacos (pirita ou calcopirita e outros) e o talco. Ainda, destaca-se a existência de vidro e alguns micrólitos desvitrificados.

2.9 Coberturas Sedimentares

2.9.1 Coberturas colúvio-eluviais indiferenciadas - TQc

Encontram-se representadas por sedimentos inconsolidados heterogêneos, formando pequenos capeamentos de dimensões diversas, com maior expressão a sudeste de Catarina e nordeste do maciço de Saboeiro, nas serras do Mota e Estrela, e a leste da serra do Maia. São testemunhos de antigas superfícies de aplainamento, que mostram vales pouco profundos e de entalhes suaves. Coroam destacados acidentes de relevo, com escarpas íngremes e desníveis variando de cerca de 60m, na serra do Mota, até confundir-se com a superfície do cristalino, a sudeste de Catarina.

Foram posicionadas no Tércio-Quaternário, em alusão à idade estabelecida por Campos et alli (op. cit.) para coberturas similares.

A sua caracterização litológica é dificultada pela heterogeneidade da sua composição, porque, em sua maioria, representam produtos de alteração *in situ*. Na serra do Mota, as mesetas resultam do intemperismo de muscovita-quartzito, que foi transformado em material areno-silte-argiloso inconsolidado e, localmente, laterizado. A leste de Catarina, as chapadas estão em fase de formação, apresentando um perfil litológico similar, mas guardando ainda detalhes texturais e estruturais das rochas cristalinas subjacentes. Localmente, observa-se veios ácidos, conservados como relíquias dentro do material decomposto. Os minerais mais estáveis, representados por grãos de quartzo, subangulosos e mal classificados, se encontram dispersos num material argilo-ferruginoso de coloração alaranjada. A leste da serra do Maia, a cobertura tem características de um sedimento elúvio-coluvial de aspecto mais heterogêneo do que o observado nas localidades anteriormente citadas. São clásticos grosseiros e imaturos, mal classificados e inconsolidados, sendo constituídos de fragmentos de quartzito e quartzo, subangulosos, disseminados numa massa areno-silte-argilosa alaranjada.

2.9.2 Terraços Aluvionais - Qt

São aluviões antigos que mantêm duas pequenas relíquias de terraços, preservadas ao longo da calha do rio Truçu, a leste da vila São Paulo. Constituem-se de clásticos grosseiros e inconsolidados repousando discordantemente sobre as rochas cristalinas. A área mais próxima da vila São

Paulo tem uma superfície aproximada de 600 x 100m^2, com cerca de 1,5 a 2m de espessura, sendo sulcada por vales abertos. Enquanto a mais distante, a leste da primeira, tem uma área estimada de 1.100 x 120m^2, mostrando no seu interior alguns pontos retrabalhados pelo nível de erosão atual. Outras ocorrências menores, não cartografadas na escala do mapa, foram assinaladas em áreas de inundação dos rios Truçu e Jaguaribe.

Esses depósitos são testemunhos deixados pelo rebaixamento do nível de base do rio Truçu, após retomada do ciclo atual de erosão.

Nas ocorrências visitadas, não foi observado um perfil litológico característico, mas apenas cascalhos inconsolidados com seixos de quartzo e quartzito de até 20cm de comprimento, arredondados e dispersos numa matriz areno-argilosa de coloração avermelhada. Localmente, alguns horizontes basais mostraram-se mais organizados, com seixos mais classificados e com diâmetro da ordem de 5 a 10cm, dispersos em matriz areno-siltosa, estando repousando discordantemente sobre rochas cristalinas intemperizadas.

2.9.3 Aluviões recentes - Qa

Esses sedimentos estão representados pelos depósitos fluviais encontrados nos leitos atuais dos rios Truçu e Jaguaribe. São coberturas pequenas, que ocupam áreas inundáveis nos períodos das enchentes.

Reúnem lençóis de areias puras, de granulometria fina a média e areias argilosas, além de argilas de boa plasticidade e pureza, e de coloração castanha. De uma maneira geral, são depósitos pequenos e por isso mesmo não-diferenciados, face à escala do mapa.

Capítulo 3
Geofísica

por
Mário José Metelo (aerogeofísica), Antônio Carlos Motta, Roberto Gusmão de Oliveira e José Carlos Rodrigues

3.1 Dados utilizados

3.1.1 Aerogeofísica

Os dados utilizados foram os resultantes do Projeto Aerogeofísico Iguatu, executado pela ENCAL para a NUCLEBRÁS (Dantas de Oliveira, 1980), que constou de levantamento gamaespectrométrico (canais de contagem total, tório, urânio e potássio) e magnetométrico (campo total). Os perfis aerogeofísicos foram voados segundo a direção NW-SE, espaçados de 1km, a uma altura média de 150m sobre o terreno. O magnetômetro utilizado foi o modelo G-803 da GEOMETRICS, e o gamaespectrômetro, modelo DIGRS-3002, da EXPLORANIUM, com cristais de NaI(tl) de volume total de 1018 polegadas cúbicas. Posteriormente, a NUCLEBRÁS efetuou o processamento dos dados e elaborou os produtos finais sob a forma de arquivos digitais (fitas magnéticas) e de mapas de contorno do canal de contagem total e do campo magnético total.

O reprocessamento dos dados efetuado pela CPRM constou da geração de *grids* de cada tema geofísico, com células de dimensões de 250 x 250m, a partir dos dados digitais finais do projeto submetidos a um filtro anti-aliasamento, com frequência de corte de 0.002 ciclos/m. Após a geração dos *grids*, foi aplicado um filtro direcional aos dados de temas com problemas de nivelamento segundo a direção das linhas de vôo, decorrentes da aquisição ou do processamento dos dados. Após esse tratamento, foram confeccionados mapas dos temas na escala 1:100.000, com intervalos de contorno abaixo indicados:

Contagem total = 25 cps
Potássio = 5 cps
Urânio = 2 cps
Tório = 2 cps
Razão U/Th = 0.04 cps
Razão Th/K = 0.06 cps
Razão U/K = 0.04 cps
Campo Magnético Residual = 5 nT

Os mapas temáticos não incluídos neste relatório estão disponíveis no DNPM ou CPRM.

3.1.2 Geofísica Terrestre

Foram executados 149 km de perfis utilizando os métodos de magnetometria, cintilometria e gravimetria, sendo que apenas 54 km do perfil A-B foram cobertos pelo método gravimétrico. A direção geral dos perfis é SE-NW, com intervalo entre as estações de 100m (figura II.3.1).

O levantamento magnético foi efetuado com magnetômetros de precessão protônica, da GEOMETRICS, modelos G-816 e G-826, com precisão de 1 nT (nano-Tesla). Durante o levantamento foi mantido um magnetômetro em uma estação base, com realização de leituras a cada 5 minutos, de forma a permitir a determinação da variação diurna do campo geomagnético. O processamento dos dados constou apenas da correção dessa variação. Na época do levantamento (outubro de 1987) o valor do campo total era cerca de 26.000 nT, a declinação magnética -21°50', e a inclinação -7°20'.

O levantamento radiométrico utilizou cintilômetros MICROLAB, modelo 346.

O levantamento gravimétrico foi executado pelo Observatório Nacional ON em conjunto com a CPRM, dentro do convênio CPRM/CNPq ON, firmado em 1986. A CPRM se encarregou do nivelamento geométrico do perfil e da logística de campo, e o ON do levantamento gravimétrico e do processamento dos dados.

As medições foram efetuadas segundo estações com intervalo médio de 1km, tendo sido codificadas e assinaladas no campo de forma a permitir a eventual reocupação das estações.

As medidas foram efetuadas com gravímetros La Coste & Romberg, modelo G, número de série 622 e 674, com precisão de 0.01 miligal.

Foram utilizadas, como amarrações, as estações gravimétricas de primeira ordem abaixo indicadas, pertencentes à rede fundamental do ON:

Para o cálculo dos valores, utilizou-se a seguinte fórmula:

Anomalia Bouguer Simples = AB + CT + g-g', sendo:

AB = correção de ar livre + correção Bouguer g = gravidade medida e g' = gravidade teórica.

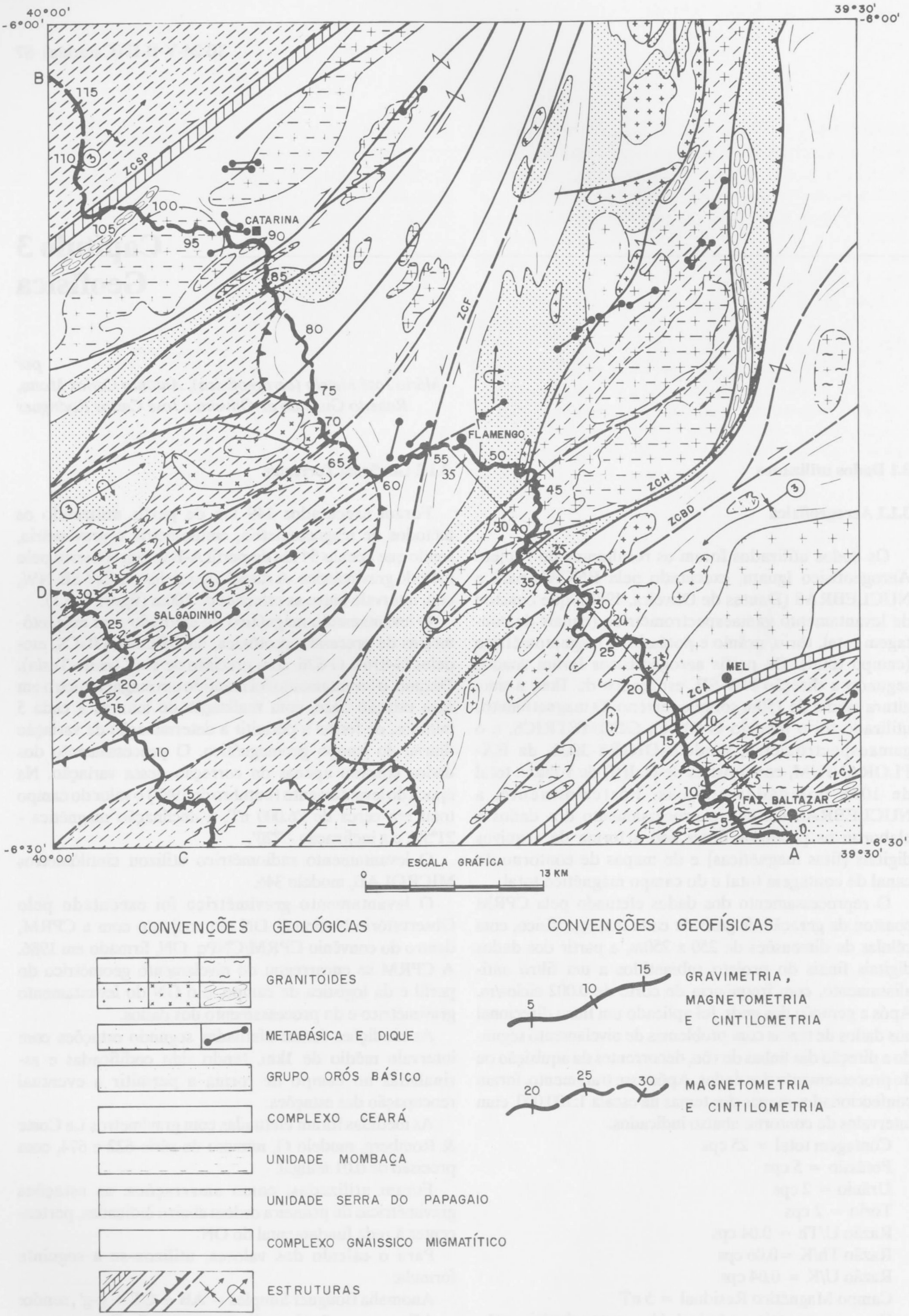


Figura II.3.1 – Localização dos perfis geofísicos.

Código da Estação	Localidade	Valor de G
17.1184	Mombaça - CE	978006,43
17.1284	Acopiara - CE	977983,05
17.1384	Iguatu - CE	977994,23

Considerando a topografia da região e os objetivos do levantamento geológico, bem como o propósito da gravimetria dentro do mapeamento, concluiu-se que se poderia utilizar os dados gravimétricos sem a correção de terreno.

3.2 Interpretação e correlação dos dados

3.2.1 Aeromagnetometria

As anomalias registradas em um levantamento magnetométrico consistem de perturbações do campo geomagnético provocadas pela presença de minerais magnéticos nas rochas. A feição de uma anomalia é função das variáveis abaixo indicadas:

a) Inclinação magnética da área;
b) Direção e sentido do perfil em relação ao norte magnético;
c) Formato, profundidade e mergulho do corpo;
d) Orientação do corpo em relação ao norte magnético;
e) Magnetização do corpo;
f) Magnetização remanente, se houver.

A combinação desses parâmetros, com diferentes valores entre si, produz uma infinita variedade de feições de anomalia.

Na interpretação dos dados magnetométricos considerou-se que as anomalias são decorrentes apenas da magnetização induzida pelo campo geomagnético atual.

A área do projeto localiza-se numa latitude magnética baixa e para auxiliar na interpretação dos dados, definiu-se, a partir dos parâmetros magnéticos da área, alguns modelos simplificados de feições geológicas e determinou-se, através de *software* de modelamento, a forma das anomalias resultantes provocadas por esses modelos (figura II.3.2).

Na interpretação qualitativa, o mapa magnético da folha foi dividido em quatro unidades magnéticas em função da intensidade do relevo magnético e do comportamento das curvas de contorno (figura II.3.3). Foram também delineadas as principais feições lineares da área.

Unidade magnética A – Constituída por anomalias alongadas associadas a feições lineares com gradiente magnético alto e amplitude média de 50 a 100 nT, é definida segundo uma faixa estreita atravessando a folha diagonalmente na direção NE-SW, e duas faixas nessa mesma direção, uma no canto SE e outra no NW. Geologicamente, essa unidade magnética está diretamente relacionada à presença de rochas básicas em forma de diques. O modelamento de um perfil transversal à unidade no centro da Folha, extraído do mapa aeromagnético, mostra que o dique de diabásio possui uma largura aproximada de 1km e está mergulhando para o noroeste. Considerando, entretanto, a filtragem utilizada na confecção do mapa de contorno, pode se tratar de enxame de diques (figura II.3.4). Tal fato é materializado no campo pelo sistema de diques São Paulo-Flamengo (Parte II, subitem 2.8.2). Para os terrenos mais a sudeste, a Unidade A se situa, em grande parte, sobre rochas ortognáissicas tonalíticas e anfibolitos com *sheets* granitóides (Unidade Mombaça), e metamorfitos de baixo grau da sequência vulcanossedimentar de Orós (micaxistos, quartzitos, rochas carbonáticas e metarriolitos). Enquanto isto, no quadrante noroeste, a principal zona anômala procura delimitar um *trend* de granitóides sintranscorrência do tipo 3B. Nessas situações, excetuando-se a zona sobre as rochas do Grupo Orós, as anomalias devem resultar de uma associação de litotipos básicos e intermediários, em parte como diques de diabásios, gabros e metabasitos.

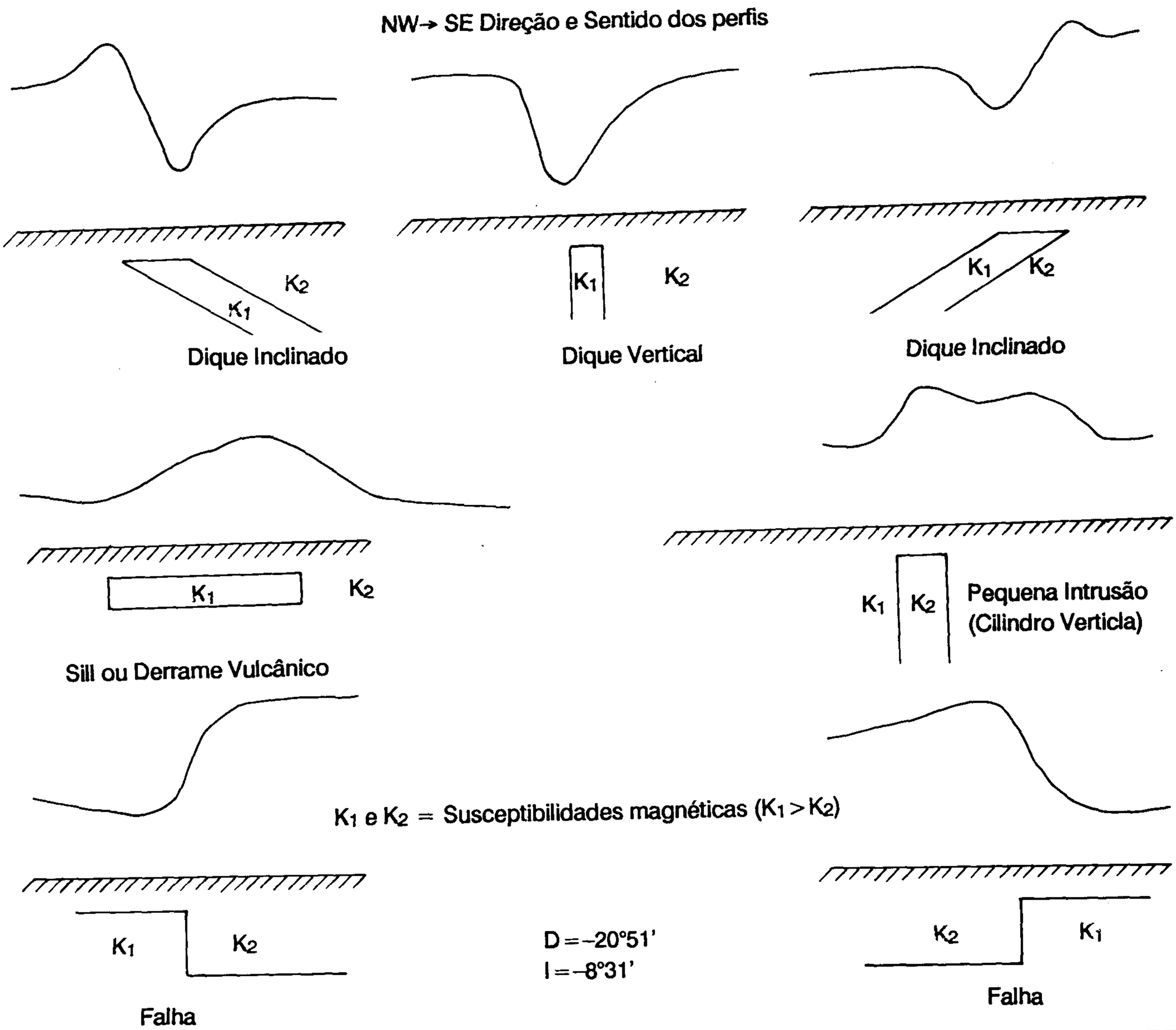
Unidade magnética B – Caracteriza-se por apresentar um relevo magnético médio, com as curvas de contorno fortemente orientadas na direção SW-NE. Geologicamente encontra-se relacionada ao sistema de cisalhamento SW-NE e, em parte, aos granitóides cedo a sintranscorrência 3B (PSγ3B).

Unidade magnética C – Apresenta um relevo magnético suave, sem orientação preferencial das curvas de contorno. Nessa unidade, os litotipos predominantes são as rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico.

Unidade magnética D – Apresenta também um relevo magnético suave, porém um pouco mais acidentado que a unidade C. Os limites dessa Unidade coincidem, grosso modo, com os contatos geológicos da Unidade Mombaça, em dois segmentos ocidentais.

Unidade Mombaça – As rochas dessa Unidade se inserem nas unidades magnéticas A, B e, maiormente, D. As unidades A e B ocorrem nos cantos SE e SW da folha e se deve à presença de ortognaisses granitóides associados a anfibolitos. As demais áreas ocupadas pelos migmatitos, ortognaisses e anfibolitos se incluem na Unidade Magnética D, com um relevo mais suave que a Unidade B, indicando que não há uma diferença conspícua no teor de magnetita entre os litotipos gnáissicos. Assim, os encraves e diques de rochas básicas metamorfizadas, existentes nos migmatitos da Unidade D, não apresentam contrastes regionais de magnetização, devido às suas dimensões reduzidas.

Complexo Ceará – As rochas desse Complexo estão incluídas nas unidades magnéticas B e C (esta dominante), mostrando que em sua maioria possuem fraca magnetização, ou seja, são pobres em minerais ferrimagnéticos, não apresentando "assinatura" magnética característica através da qual se poderia individualizá-las.



Amostra	Susceptibilidade Magnética K x 10^{-6} (e.m.u.)	Densidade	Litótipo
MS-108	6	2,70	Ortognaisse granítico
MF-283	6	2,65	Granito Cangati
MS-116	7	2,66	Milonito c/sillimanita
MF-168E	10	2,67	Micaxisto
MS-107A	10	2,78	Biotita-hornblenda-ortognaisse
MF-311C	13	2,66	Granito Cangati
MF-303A	14	2,67	Leucognaisse
MF-171	16	2,54	Quartzo-xisto
MF-307A	16	2,58	Quartzito
FM-51	16	2,92	Milonito-gnaisse
FM-62	16	3,10	Calcissilicática
MF-287	19	2,65	Muscovita-quartzito
MS-123	19	2,74	Biotita-hornblenda-ortognaisse
MF-195	32	2,70	Quartzo-biotita-feldspato-gnaisse
MF-282A	32	3,07	Calcário dolomítico
MS-110	35	2,75	Ortognaisse
MF-126	51	-	Quartzito
MS-032	58	-	Hornblenda-anfibolito
MF-402	108	-	Muscovita-biotita-gnaisse cataclástico
MF-46	151	-	Clorita-anfibólio-tremolita-xisto
MF-176	222	2,66	Quartzo-feldspato-biotita-muscovita-gnaisse
MS-106	223	2,73	Epidoto-biotita-ortognaisse

Amostra	Susceptibilidade Magnética K x 10^{-6} (e.m.u.)	Densidade	Litótipo
FM-040	-	2,84	Quartzo-plagioclásio-diopsídio-calcissilicática
FM-042	-	2,78	Granada-muscovita-biotita-gnaisse
FM-57	-	3,03	Ortognaisse
FM-63	-	2,62	Granito
MF-286	-	2,67	Biotita-gnaisse
MF-308	-	2,58	Granito porfiróide
MF-490	-	2,73	Quartzo-feldspato-biotita-hornblenda-gnaisse
MF-409	226	-	Quartzo-feldspato-biotita-gnaisse e hornblenda-gnaisse
MS-046	255	-	Talco em biotita-gnaisse
MF-416	264	-	Granito gnaissificado
MS-040	270	-	Biotita-monzonito pórfiro orientado
MF-373	398	-	Quartzo-feldspato-hornblenda-biotita-gnaisse
MS-121	461	-	Biotita-ortognaisse granítico
MF-491	462	-	Quartzo-feldspato-biotita-hornblenda-gnaisse
MF-421	510	-	Granito porfirítico
MF-415	589	-	Quartzo-feldspato-biotita-hornblenda-gnaisse
FM-87	756	-	Biotita-granodiorito cataclástico
FM-90	1194	-	Hornblenda-biotita-gnaisse
MS-031	2508	-	Hornblenda-ortognaisse
FM-49A	-	2,67	Muscovita-quartzito
MF-191B	-	2,72	Granito gnaisse
MF-280	-	2,72	Leucogranito

Figura II.3.2 – Susceptibilidade magnética e densidade.

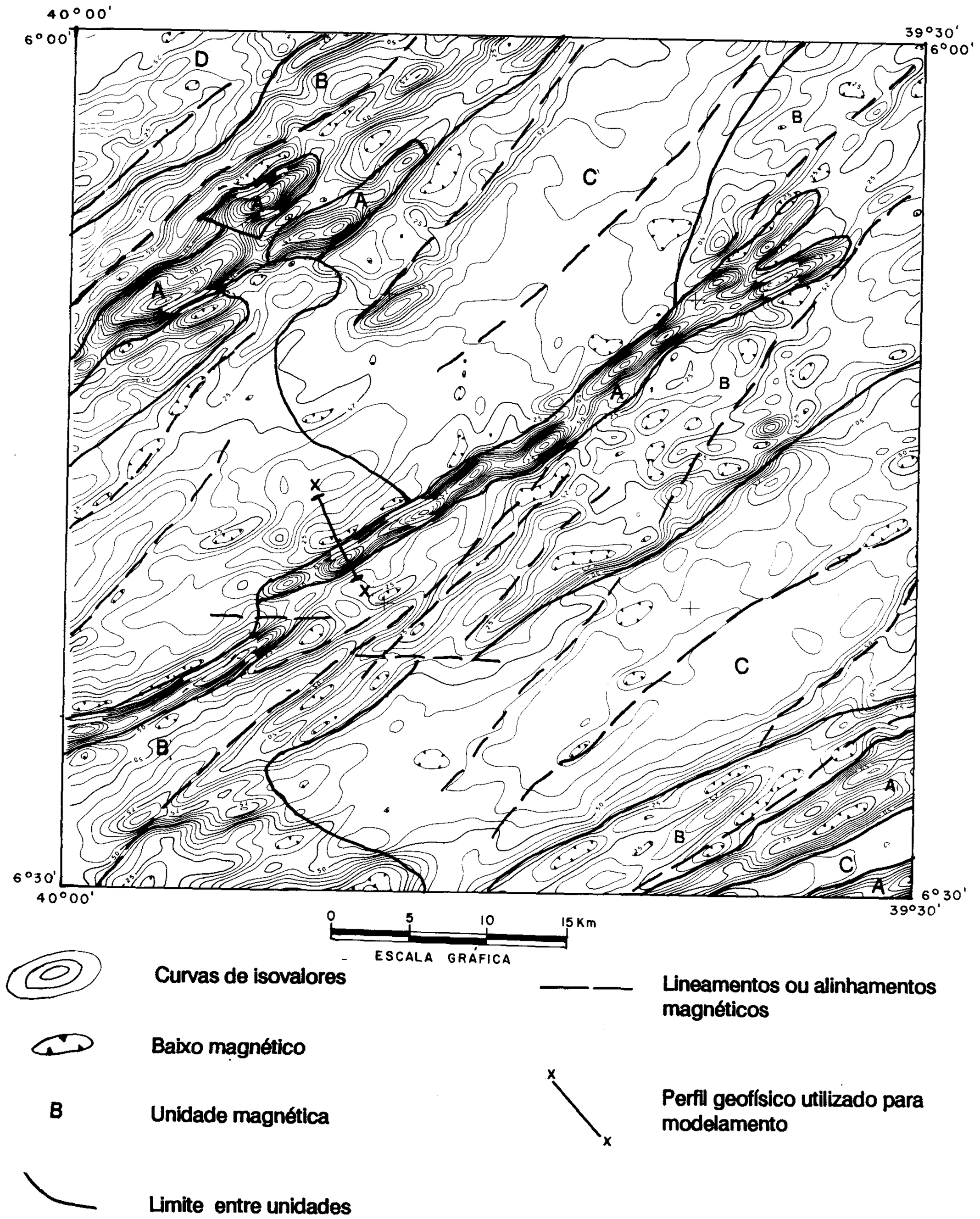


Figura II.3.3 – Interpretação do mapa residual do campo magnetico total.

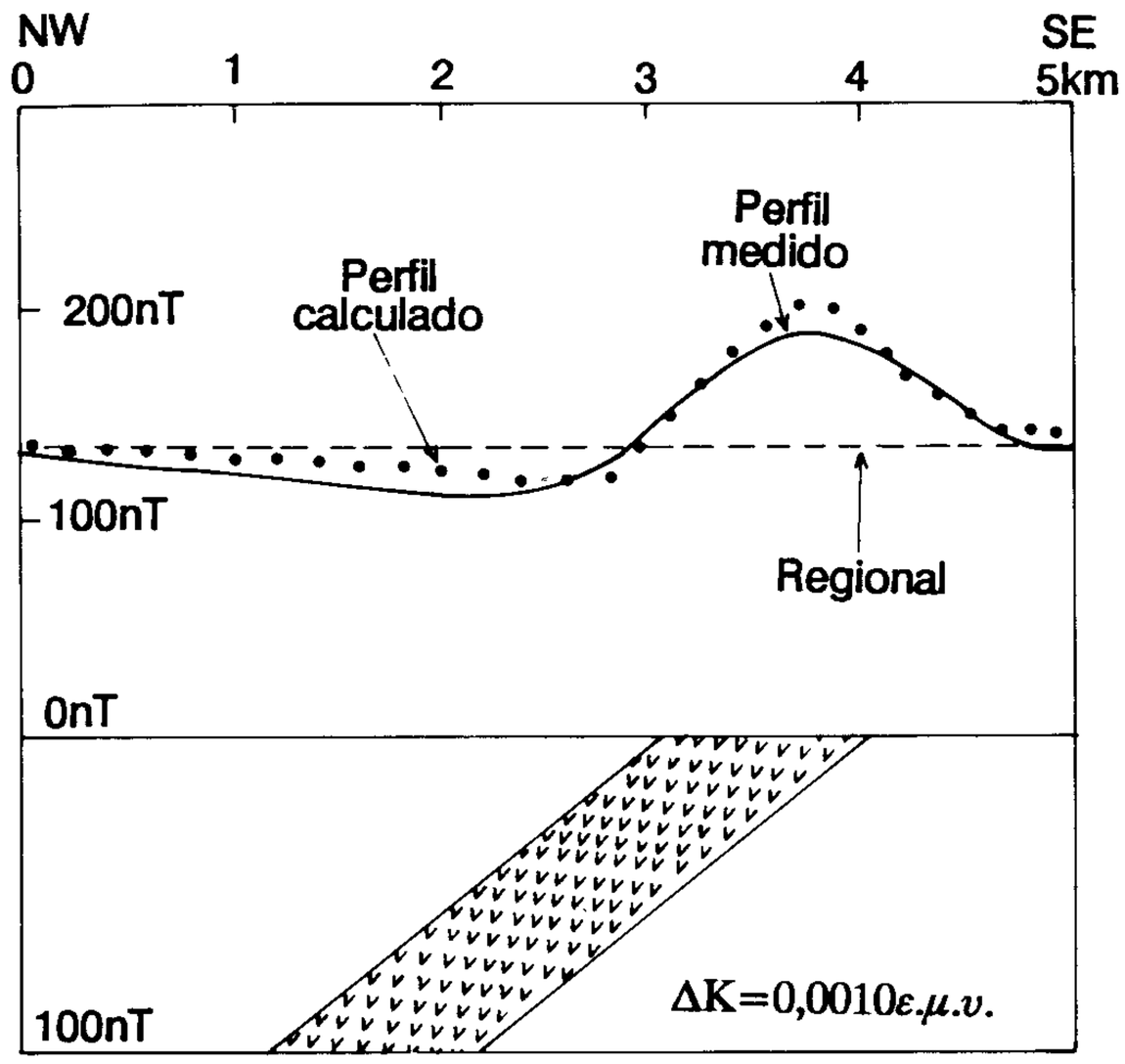


Figura II.3.4 – Modelamento de perfil aerogeofísico X-X' (figura II.3.3).

Complexo Gnáissico-Migmatítico – Os gnaisses e migmatitos, bem como as rochas subordinadas que constituem esse complexo, apresentam fraca susceptibilidade magnética, estando contidos na unidade magnética C. As rochas metabásicas e metaultrabásicas que ocorrem como intercalações subordinadas aos litótipos biotita-gnáissicos não possuem "assinatura" magnética típica dessas rochas. Partindo da premissa de que as rochas máficas e ultramáficas possuem, geralmente, magnetita como acessório na composição original, pode-se supor que esse mineral foi alterado por processos secundários pós-cristalização.

Unidade Serra do Papagaio – A área de ocorrência dessa unidade apresenta, em parte, comportamento magnético semelhante àquelas de alguns corpos granitóides cedo- a sin-transcorrência, incluindo-se na unidade magnética B. A unidade A, que atravessa a Unidade Serra do Papagaio, corresponde a diques de rochas básicas (diabásio e gabro).

Grupo Orós – As rochas desse grupo estão representadas pela unidade magnética C, sem expressão magnética e compatível com os quartzitos e xistos paraderivados. A unidade A, localizada no canto sudeste, provavelmente denuncia a existência de rochas máficas (metavulcânicas ?) em subsuperfície, já que os trabalhos de campo não mapearam corpos rochosos de tal natureza.

Rochas Plutônicas Granitóides – Essas rochas estão especialmente associadas às unidades magnéticas B e C. Aquelas incluídas na unidade B provocaram uma orientação SW-NE das curvas de isovalores, enquanto que na unidade C, o campo geomagnético não foi pertubado pela intrusão dessas rochas. Nota-se que essas unidades magnéticas estão alinhadas com a direção preferencial de cisalhamentos. Geologicamente, a unidade B representa zonas com uma maior participação de rochas básicas, enquanto na unidade C, aparentemente, o predomínio é das rochas ácidas.

3.2.2 Aeroradiometria

A gamaespectrometria registra e discrimina as radiações gamas emitidas pela desintegração dos elementos urânio, tório e potássio. Para detectar a presença do urânio, mede-se a radiação emitida pelo elemento-filho bismuto 214; do tório, a radiação emitida pelo tálio 208, e do potássio, a radiação proveniente do isótopo potássio 40.

Na interpretação dos dados radiométricos procurou-se delimitar intervalos de radioatividades que melhor representassem as diferentes litologias. Assim, estabeleceu-se os valores radiométricos da tabela II.3.1 para os diferentes temas radiométricos. Todas as informações radiométricas foram analisadas neste trabalho, mesmo aquelas de temas cujos mapas não estão incluídos neste Texto Explicativo.

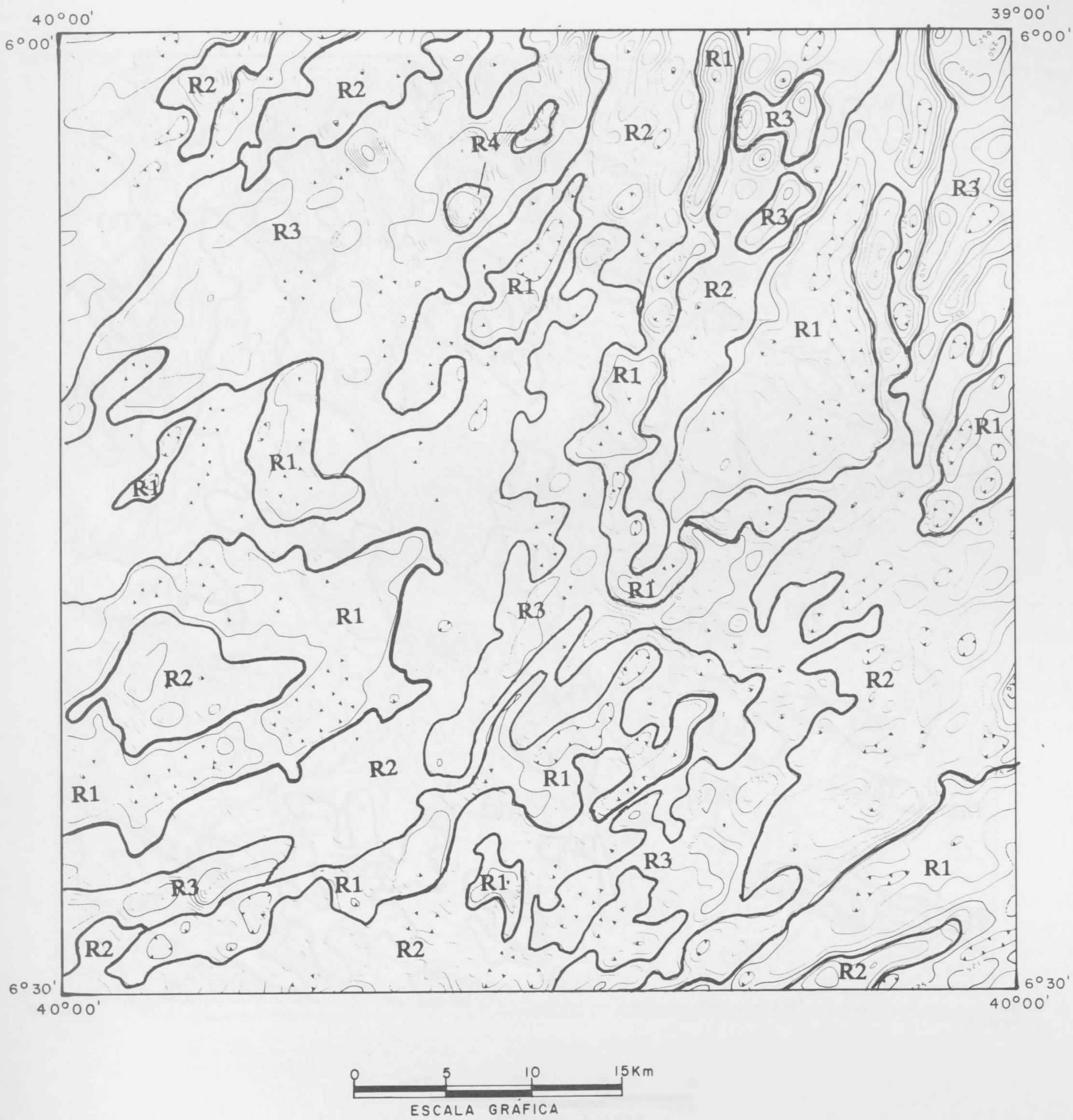
Na identificação das unidades radiométricas interpretadas, adotou-se a convenção de utilizar, como prefixo, as letras "R" para contagem total, "Th" para tório, "U" para urânio, "K" para potássio, "UT" para a razão U/Th, "UK" para a razão U/K e "TK" para a razão Th/K.

As interpretações dos mapas de contagem total, tório, potássio e razão Th/K estão mostradas nas figuras II.3.5, II.3.6, II.3.7 e II.3.8, respectivamente. Tabela II.3.1 - Unidades Radiométricas

Tabela II.3.1 – Unidades radiométricas

C.Total	Potássio	Tório	Urânio	U/Th	U/K	Th/K
R_1 < 150	K_1 < 35	Th_1 < 14	U_1 < 8	UT1 < 0,30	UP_1 < 0,30	TK_1 < 0,50
R_2 = 150 a 200	K2 = 35 a 55	Th_2 = 14 a 24				TK_2 = 0,50 a 0,80
R_3 = 200 a 375	K_3 = 55 a 95	Th_3 = 24 a 30	U2 = 8 a 12	UT_2 = 0,30 a 0,50	UP2 = 0,30 a 0,46	TK3 = 0,80 a 1,00
R_4 = 375 a 450		Th4 = 30 a 56		UT_3 = 0,50 a 0,60		TK_4 = 1,00 a 1,30

Unidade Mombaça – A gamaespectrometria mostrou que os teores médios dos radioelementos U, Th e K são semelhantes nos migmatitos e nos gnaisses. Os níveis radiométricos correspondem às unidades R1, K1 e Th2. Verifica-se, sobre estas rochas, níveis radiométricos maiores, correspondentes à unidade K2, devido à ocorrência de corpos graníticos. Por outro lado, deve-se



Unidades radiométricas

R1 = < 150 cps

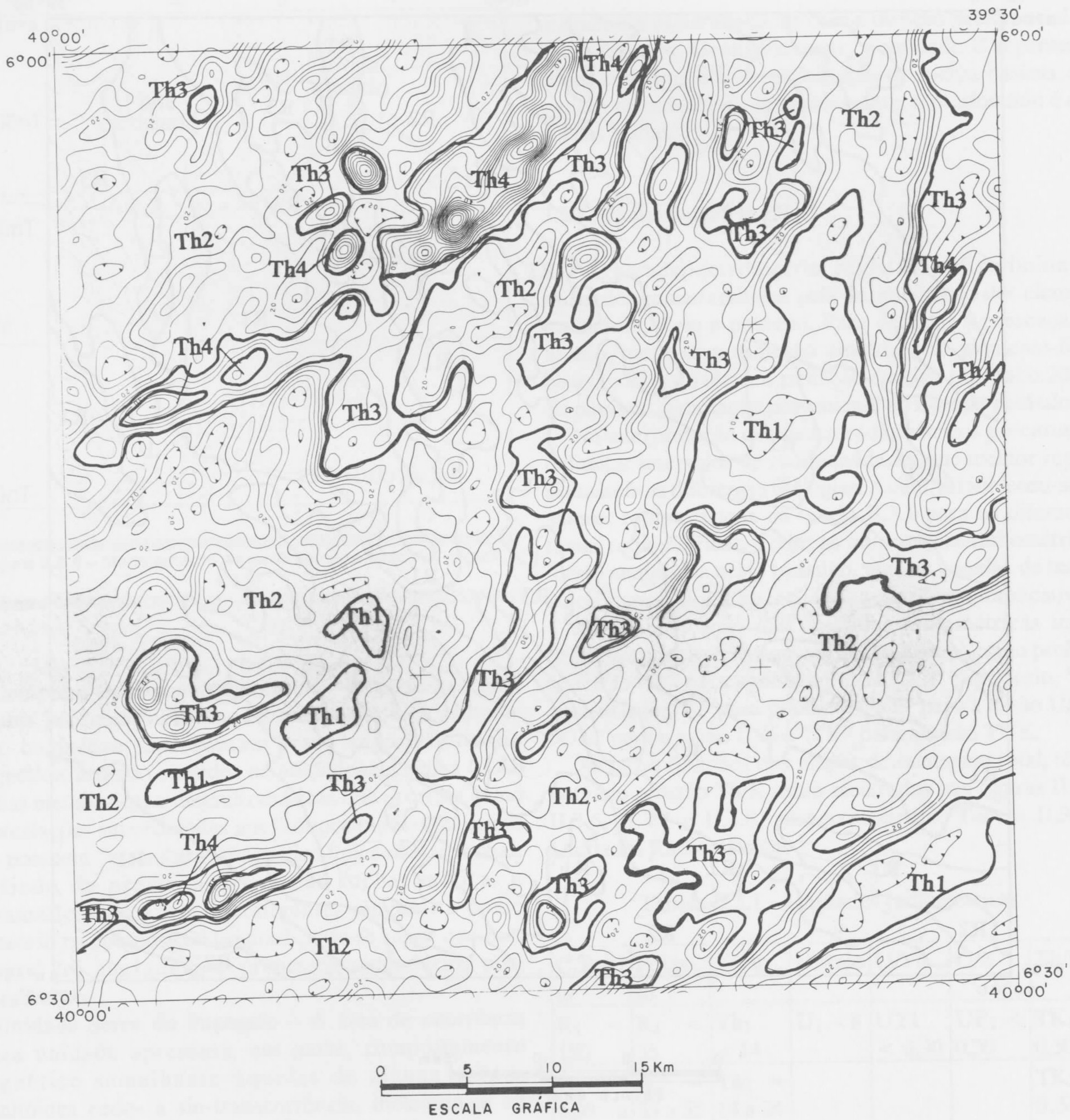
R2 = 150 a 200 cps

R3 = 200 a 375 cps

R4 = 375 a 450 cps

Limite entre as unidades

Figura II.3.5 – Mapa de interpretação do canal de contagem total.



Unidades radiométricas

Th1 = < 14 cps

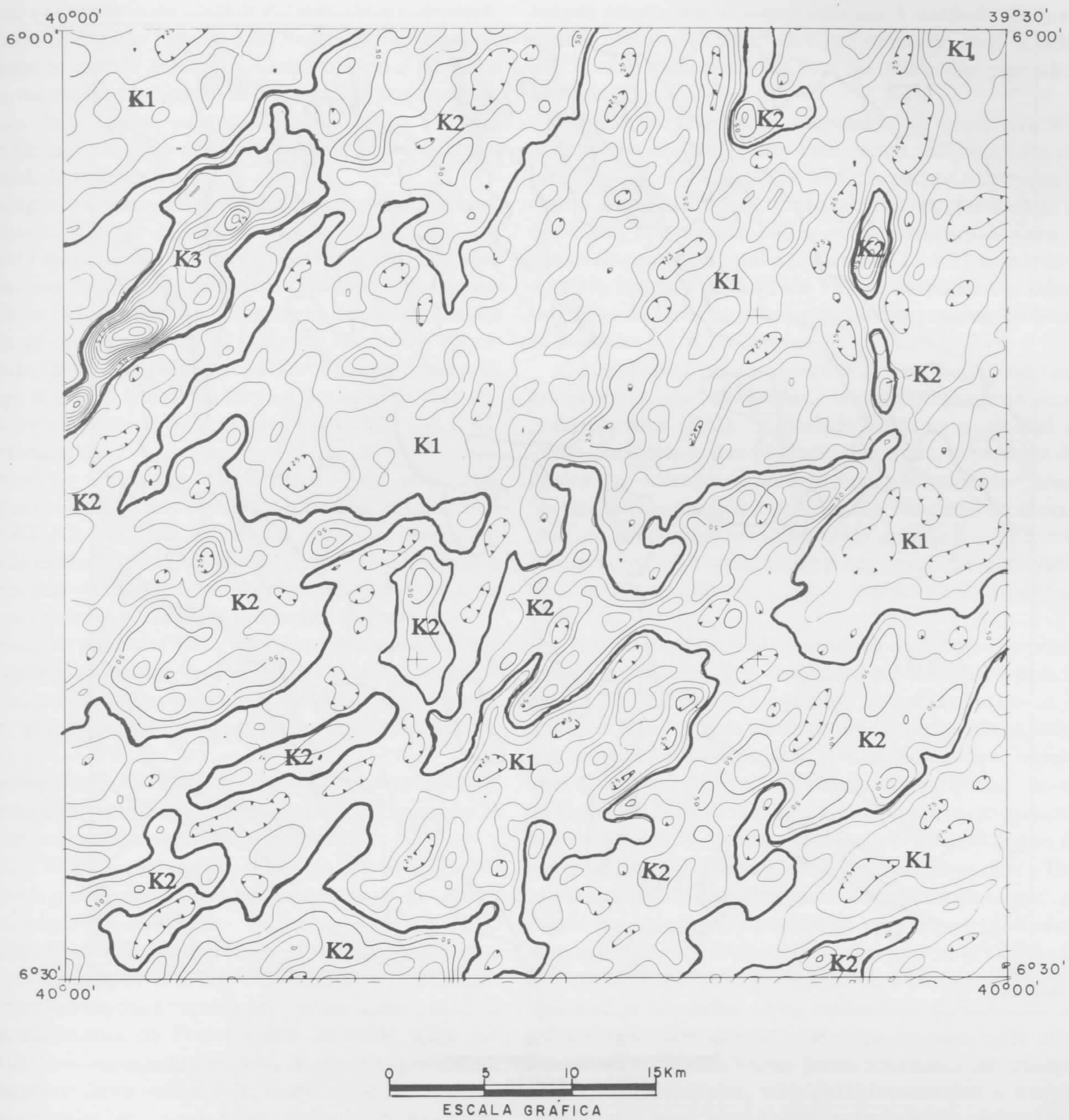
Th2 = 14 a 24 cps

Th3 = 24 a 30 cps

Th4 = 30 a 58 cps

Limite entre as unidades

Figura II.3.6 – Mapa de interpretação do canal do tório.



Unidades radiométricas

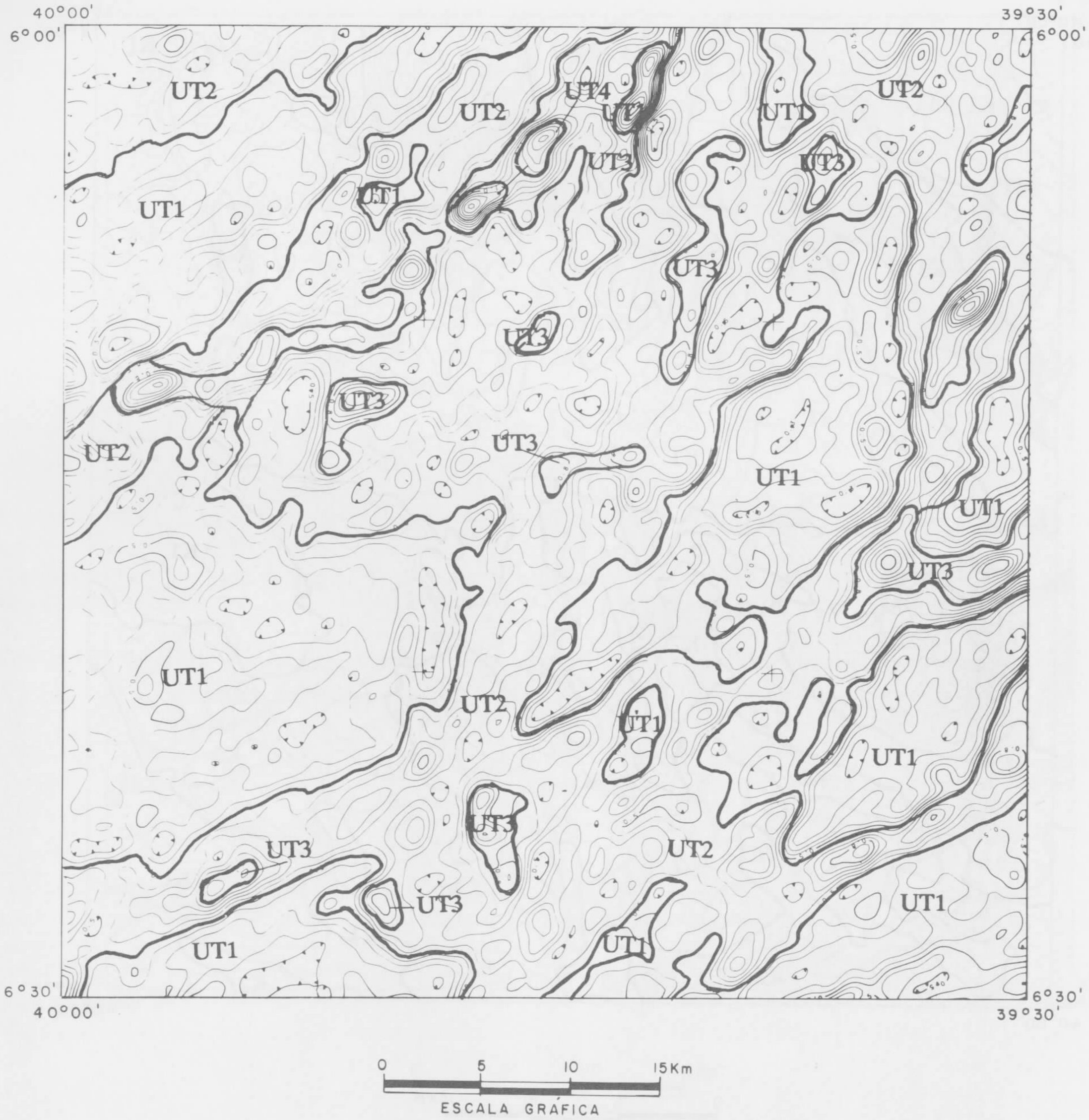
R1 = < 35 cps

R2 = 35 a 55 cps

R3 = 55 a 95 cps

Limite entre as unidades

Figura II.3.7 – Mapa de interpretação do canal do potássio.



Unidades radiométricas

Th1 = < 0,50 cps

Th2 = 0,50 a 0,80 cps

Th3 = 0,80 a 1,00 cps

Th4 = 1,00 a 1,30 cps

Limite entre as unidades

Figura II.3.8 – Mapa de interpretação da razão tório/potássio.

destacar a ocorrência da unidade K2 numa área compreendida entre os riachos Fundão e do Barão, onde a geologia não mapeou corpos graníticos. Como o local é de difícil acesso, não se fez verificação *in loco*. Assim, por analogia, as ilhas de granitos, orientadas na direção SW-NE, provavelmente também ocorrem na área delimitada por essa unidade radiométrica.

Complexo Ceará – Através dos níveis radiométricos, foi possível separar o domínio dos quartzitos e xistos (PIcqtxt) que apresenta uma radioatividade menor que os domínios de xistos e quartzitos (PIcxtqt) e dos gnaisses e xistos (PIcgnxt). Essa delimitação é possível usando o canal de contagem total. O primeiro domínio é abrangido pela unidade radiométrica R1 e os dois últimos pela unidade R2. Nos canais de tório e potássio os três domínios enquadram-se nas mesmas unidades, Th2 e K1, respectivamente.

Complexo Gnáissico-Migmatítico – As seguintes unidades radiométricas ocorrem sobre as rochas do Complexo: R2, R3, K1, Th2, Th3 e Th4. As áreas correspondentes às unidades Th3 e Th4 mostram um enriquecimento do elemento tório, individualizando, assim, corpos mais toríferos dentro do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Por outro lado, as unidades Th3 e Th4 ocorrem também sobre corpos graníticos mapeados. Portanto, é provável que essas unidades radiométricas estejam delimitando, grosso modo, corpos graníticos não discriminados nos trabalhos de campo.

Unidade Serra do Papagaio – As rochas dessa Unidade apresentam níveis radiométricos baixos. Correspondem às unidades radiométricas R1, K1, Th1 e Th2.

Grupo Orós – As rochas desse grupo estão representadas pelas unidades radiométricas de baixa radioatividade R1, K1 e Th2.

Rochas Plutônicas Granitóides – Os corpos mapeados como rochas plutônicas, correspondendo a granitóides diversos relacionados a eventos pré-, cedo- a sin- e tardi- a pós-transcorrência do Proterozóico Superior, além daqueles de posicionamento duvidoso, são os que apresentam maiores níveis de radioatividade, como segue:

a) granitóides tardi a pós-transcorrência(PSγ4) - sobre esses corpos predominam as unidades R3, K2 e Th2. No entanto, dois corpos no quadrante SE da Folha, situados a norte e a sul da Zona de Cisalhamento Baixio da Donona, apresentam níveis radiométricos menores para os canais de contagem total (R1) e potássio (K1). Também, aqueles localizados a norte dessa zona de cisalhamento, junto ao riacho Sabonete, apresentam menores teores de potássio (K1) e maior concentração de tório (Th3);

b) granitóides cedo- a sintranscorrência (PSγ3A,B,C) - classificados como granitos, monzogranitos e granodioritos porfiróides, em parte representados por augengnaisses, e dioritos gnaissificados, apresentam níveis radiométricos da unidade R2, com exceção da borda sul do corpo cortado pela Zona de Cisalhamento de São Paulo, que corresponde à unidade radiométrica R1. No canal do tório, ambos os corpos mapeados se correlacionam à unidade Th2, enquanto que para o potássio, o corpo maior, no quadrante SE, é mais radioativo (K2); o do norte corresponde à unidade K1.

Os corpos granitóides mapeados no quadrante NW apresentam maiores níveis radioativos, enquadrados nas unidades R3, K3, Th2, Th3 e Th4. Os corpos mapeados no centro-norte da Folha, junto ao riacho Cachoeira, ao contrário, apresentam baixos níveis radioativos para os canais de contagem total e potássio (R1 e K1), com o nível do tório mantido na unidade Th2. O corpo na localidade do riacho do Cedro é o menos radioativo, correspondendo às unidades R1, K1 e Th1;

c) granitóides pré-transcorrência - os augengnaisses e ortognaisses polideformados, de composição granítica a granodiorítica (Pγ2), mapeados no lado ocidental da Folha, incluem-se nas unidades R2 e K2, à exceção daqueles que ocorrem na área do Açude Rivaldo de Carvalho, que correspondem à unidade R1. No canal do tório, a unidade predominante sobre esses corpos é a Th2, com exceção dos dois corpos situados na proximidade do riacho do Cangati, no extremo oeste, correlacionado à unidade Th3;

d) granitóides de posicionamento duvidoso - os ortognaisses granitóides (Pγ), mapeados no canto SE e mais ao norte, na região do rio Truçu, correlacionam-se às unidades R1 e K1. Este último, considerando a abrangência das unidades radiométricas, possivelmente deve ocupar uma área maior do que a mapeada. Aquele situado no sul da Folha, ao norte do rio Jaguaribe, possui radioatividade maior (R2 e K2). Quanto ao canal do tório, o corpo do canto SE representa a unidade Th1, e os outros dois a Th2.

Na análise dos dados radiométricos verificou-se que não existe uma uniformidade entre os corpos plutônicos mapeados e a distribuição dos radioelementos U, Th e K. Mesmo os corpos cartografados com a mesma simbologia apresentam diferentes níveis radioativos, dificultando até mesmo o estabelecimento de uma relação entre eles. Foram identificadas várias áreas anômalas, de maiores níveis radiométricos, não correlacionadas a corpos plutônicos, mas que apresentam níveis radioativos compatíveis com eles. Por conseguinte, uma hipótese para explicar a ocorrência dessas áreas anômalas é que estejam indicando corpos plutônicos não identificados nos trabalhos de campo, devido à dificuldade de acesso ou ao intemperismo intenso. Destaca-se uma área de ocorrência das unidades Th3 e Th4 (figura II.3.6) no canto NW da Folha, sugerindo uma maior área de exposição do granitóide (3B) mapeado nessa região. Uma faixa de áreas anômalas alinhadas (Th3 e Th4), que se estende a partir do canto SW na direção norte, também sugere a existência de rochas graníticas. No lado leste da folha também ocorrem faixas mais toríferas, sugerindo diferenciação litológica no Complexo Gnáissico-Migmatítico. No sul, também, ocorrem essas unidades radiométricas. Com relação à interpretação do potássio (figura II.3.8), destacam-se três áreas:

uma da unidade radiométrica K3, mostrando uma área mais potássica no granitóide que ocorre na região do riacho do Saco, no quadrante NW; uma outra unidade K2 sobre rochas da Unidade Mombaça, sugerindo a existência de um corpo granítico (Pγ2) semelhante àqueles que ocorrem nessa unidade; e, finalmente, a ocorrência da Unidade K2 (canto SW) sobre rochas do Complexo Gnássico-Migmatítico, também sugerindo uma diferenciação litológica.

A interpretação da contagem total (figura II.3.5) corrobora as observações acima, ao mesmo tempo que sugere uma maior área de exposição para os corpos graníticos (Pγ) mapeados no extremo centro-leste da Folha, às margens do rio Truçu, e no sul, ao norte do rio Jaguaribe.

3.2.3 Geofísica Terrestre

Para suporte das interpretações gravimétrica e magnetométrica foram feitas medições de susceptibilidade magnética (K) em 87 amostras e determinação de densidade em 31, selecionadas na área de influência dos perfis AB e CD. Os valores referentes a algumas amostras encontram-se na tabela II.3.2, organizada com os valores de susceptibilidade em ordem crescente.

Os valores de K menores que 100x10-6 e.m.u corresponderam a 81,6% do total, compreendendo diversos litótipos. Dentre esses, 17 são menores que 10-6, 36 estão entre 10x10-6 e 20x10-6, e 15 entre 20x10-6 e 50x10-6 e.m.u.

Somente dois valores acima de 1000x10-6 e.m.u foram encontrados nas amostras, correspondendo às de número FM-90 e MS-031. Esta última apresenta um valor igual a 2508x10-6 e.m.u.

De uma maneira geral, as susceptibilidades encontradas são pequenas, refletidas no padrão geral do mapa aerogeofísico (figura II.3.3), caracterizado por um relevo suave e gradiente não muito forte, apresentando como exceção faixas anômalas relacionadas a diques básicos no extremo nordeste e no centro da Folha.

As rochas aflorantes apresentam uma grande variação no valor da densidade (tabela II.3.2), coerente com as características petrográficas de cada litótipo selecionado.

Tabela II.3.2 – Susceptibilidade magnética e Densidade

Amostra	Susceptibilidade Magnética K x 10^{-6} (e.m.u.)	Densidade	Litótipo
MS-108	6	2,70	Ortognaisse granítico
MF-283	6	2,65	Granito Cangati
MS-116	7	2,66	Milonito c/sillimanita
MF-168E	10	2,67	Micaxisto
MS-107A	10	2,78	Biotita-hornblenda-ortognaisse
MF-311C	13	2,66	Granito Cangati
MF-303A	14	2.67	Leucognaisse
MF-171	16	2,54	Quartzo-xisto
MF-307A	16	2,58	Quartzito
FM-51	16	2,92	Milonito-gnaisse
FM-62	16	3,10	Calcissilicática
MF-287	19	2,65	Muscovita-quartzito
MS-123	19	2,74	Biotita-hornblenda-ortognaisse
MF-195	32	2,70	Quartzo-biotita-feldspato-gnaisse
MF-182A	32	3,07	Calcário dolomítico
MS-110	35	2,75	Ortognaisse
FM-042	–	2,78	Granada-muscovita-biotita-gnaisse
FM-057	–	3,03	Ortognaisse
FM-63	–	2,62	Granito
MF-286	–	2,67	Biotita-gnaisse
MF-308	–	2,58	Granito porfiróide
MF-490	–	2,73	Quartzo-feldspato-biotita-hornblenda-gnaisse
MF-409	226	–	Quartzo-feldspato-biotita-gnaisse e hornblenda-gnaisse
MS-046	255	–	Talco em biotita-gnaisse
MF-416	264	–	Granito gnaissificado
MS-040	270	–	Biotita-monzonito pórfiro orientado
MF-373	398	–	Quartzo-feldspato-hornblenda-biotita-gnaisse
MS-121	461	–	Biotita-ortognaisse granítico
MF-491	462	–	Quartzo-feldspato-biotita-hornblenda-gnaisse
MF-421	510	–	Granito porfirítico
MF-415	589	–	Quartzo-feldspato-biotita-hornblenda-gnaisse

Dentre as 31 determinações de densidade efetuadas, 12 foram consideradas atípicas, e por esta razão, descartadas do cálculo do valor médio dos litótipos amostrados, que ficou em torno de 2,68g/cm^3. Os valores de densidade apresentaram medidas situadas no intervalo de 2,58 g/cm^3 a 3,07 g/cm^3.

O valor médio de 2,68 pode ser considerado como um dos mais baixos até agora encontrado dentre as folhas mapeadas no nordeste brasileiro.

O maior valor observado nas amostras selecionadas foi de 3,07 g/cm^3, correspondente à amostra MF-282A, localizada na zona de influência da Zona de Cisalhamento de Hebron, fato observado também em outros zonas de cisalhamento do nordeste.

Essas variações de densidade se refletem no perfil Bouguer (figura II.3.1), provocando uma seqüência de altos e baixos localizados, associados a maiores ou menores densidades, respectivamente, com relação ao embasamento.

3.2.3.1 Perfil AB - Gravimetria

Esse perfil corresponde a um intervalo de 53 km (figura II.3.1) localizado em uma estrada muito tortuosa e, por esse motivo, para sua interpretação foi adotada uma técnica de retilinicação, em que estabeleceu-se uma linha reta entre a fazenda Baltazar (início do perfil) e o povoado de Flamengo (fim do perfil). Os dados gravimétricos e os dados geológicos foram rebatidos segundo essa linha reta, reduzindo a quilometragem total do perfil para apenas 36 km. Essa técnica permite trabalhar com as larguras verdadeiras das unidades litológicas, evitando curvas e obliquidades do perfil.

Para a operação de modelagem foram fixados os dados geológicos da superfície e adotada a densidade média da crosta superior em 2,68 g/cm^3. Este tipo de procedimento elimina parte da ambiguidade do método, sobretudo ao que se refere à forma e a espessura dos litótipos.

Em termos descritivos o perfil (figura II.3.9) é constituído por um alto Bouguer com amplitude de 5 mgal na parte sudeste, ladeado por baixos. Considerando a amplitude e o comprimento de onda das anomalias, bem como a tendência do regional, caracterizada por um leve gradiente positivo para sudeste, no sentido do afloramento dos litótipos mais densos (Unidade Mombaça), não existe estrutura crustal profunda que possa ser identificada no âmbito desse perfil. Portanto, as feições anômalas principais e as secundárias superpostas, são resultantes de contrastes de densidade que ocorrem a nível de crosta superior. A dimensão do perfil também impede uma visão do comportamento gravimétrico regional. Por todos esses motivos acima explicitados, o modelo obtido somente extrapolou até a profundidade de 8 km.

A partir do modelo matemático foi feita uma interpretação da seção geológica da crosta superior (figura II.3.9). Apesar dos cuidados com a fixação dos dados geológicos da superfície e com a retilinização do perfil, nem sempre ocorre uma perfeita correlação com a geologia cartografada. No entanto, o importante é a visão da seção crustal dando o aspecto em profundidades das feições geológicas superficiais.

As rochas plutônicas ácidas cujas dimensões são expressivas, apresentam formas diapíricas com raizes que atingem até 4 km de profundidade. A penetração forçada desses corpos, na maioria dos casos, tem seu controle definido por zonas de falhas. O seu contraste de densidade (2,62 e 2,63 g/cm^3) em relação com suas encaixantes (2,66 g/cm^3) para o Complexo Gnáissico-Migmatítico e 2,69 g/cm^3 para a Unidade Mombaça) é uma das razões da ascenção crustal dessas litologias.

O Grupo Orós aflora no extremo sudeste do perfil. Sua seção gravimétrica corresponde a uma calha com 3 km de profundidade. São metassedimentos de baixa densidade (2,64 g/cm^3) preservados pela atuação de falhas que constituem o contato desse grupo com a Unidade Mombaça. O contato tectônico possui mergulho forte no sentido sudeste.

O Complexo Ceará tem características gravimétricas semelhantes às do Grupo Orós. Está posicionado em calhas estreitas com profundidade de 2,5 km, controladas por falhas que encaixam estas litologias no "embasamento". No local atravessado pelo perfil, o contato sudeste é verticalizado e controlado por uma zona de cisalhamento; no contato noroeste a interface com o "embasamento" mergulha com intensidade de 40 no sentido sudeste, sem indicações suficientes de que trata-se, em termos gravimétricos, de um contato tectônico.

A Unidade Serra do Papagaio, no trecho atravessado pelo perfil, está encaixada nos metassedimentos do Complexo Ceará mediante duas falhas verticais. A densidade de 2,67 g/cm^3, mais alta que o Complexo Ceará e o Grupo Orós, indica que esta unidade possui uma parcela de litologias mais densas que metassedimentos, provavelmente rochas básicas intercaladas (Capítulo 2).

O Complexo Gnáissico-Migmatítico constitui o "embasamento" do Complexo Ceará e é, também, a encaixante de grande parte das plutônicas ácidas que ocorrem na Folha Catarina. É composto de rochas mais densas (2,66 g/cm^3) que as litologias com elas inter-relacionadas, a exceção da Unidade Mombaça. Ele está sobreposto estratigraficamente a rochas cuja densidade é semelhante àquela da Unidade Mombaça, sendo, no entanto impossível afirmar com base nos dados gravimétricos, que trata-se da mesma unidade. A interface entre este complexo e a unidade sotoposta é marcada por um conjunto de falhamentos interpretados com base na gravimetria e em alguns casos definidos pela geologia. Esse conjunto de falhas configura uma estrutura caracterizada por abatimentos e soerguimentos, que definem um maior ou menor espessamento do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Os locais de maior espessamento correspondem à presença de rochas plutônicas e das calhas do Complexo Ceará.

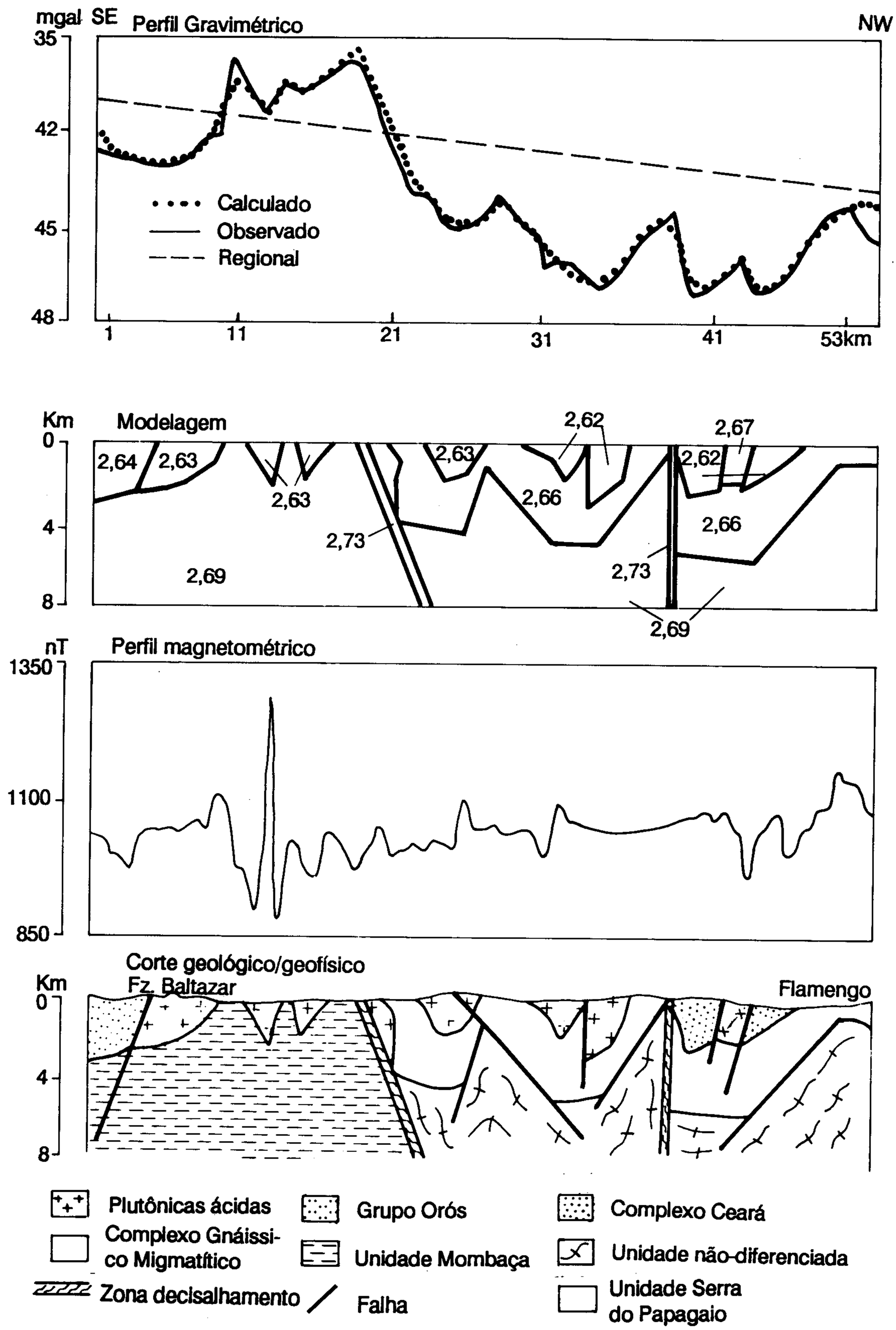


Figura II.3.9 – Apresentação do perfil geofísico AB no trecho 0 a 53, com modelagem gravimétrica (Dens. em g/cm^3) e com corte geológico/geofísico interpretado.

A Unidade Mombaça possui as rochas mais densas do perfil (2,69 g/cm^3). Sua área de afloramentos, no sudeste da Folha, está correlacionada com a principal feição do perfil gravimétrico, um alto Bouguer no qual estão sobrepostas anomalias negativas de pequena amplitude associadas com plutônicas ácidas. Segundo a interpretação gravimétrica e com base na densidade, além das evidências de campo, essa unidade é constituída por um conjunto de rochas com parcela significativa de litótipos de herança básica, tendo sido, no entanto, granitizados ou injetados de corpos graníticos. A seção gravimétrica também nos demonstra que, no local atravessado pelo perfil, a Unidade Mombaça possui uma estruturação dômica, controlada por falhas que lhe dão a forma de um *horst*.

Duas zonas de cisalhamento foram bem ressaltadas na interpretação e modelagem desse perfil gravimétrico. Uma ocorre na borda sudeste do Complexo Ceará e a outra na borda noroeste da Unidade Mombaça, ambas possuindo densidade de 2,73 g/cm^3. Pela modelagem e interpretação gravimétrica, conclui-se que estas zonas possuem componentes verticais.

3.2.3.2 Perfil AB (trecho 0-53 km) - magnetometria e radiometria

Esse perfil (figura II.3.9), no trecho referido, corresponde à mesma posição do perfil gravimétrico. Ele é caracterizado por anomalias de pequeno comprimento de onda e amplitudes que variam de 50 a 400 nT. Essas anomalias estão freqüentemente associadas com estruturas (falhas e zonas de cisalhamento), contatos litológicos e principalmente com corpos magnéticos tabulares e estreitos. Não foram observadas variações a nível do campo magnético regional, indicando que não existe estrutura crustal profunda com resposta magnética. Por esse motivo não foi efetuada uma modelagem do perfil completo, tendo sido escolhido para essa operação trechos significativos que tenham correlação com feições litológicas localizadas, rasas ou superficiais.

Nesta escolha não foram consideradas as anomalias localizadas no intervalo entre as estações 30 a 32 e 46 a 50. Nestes casos o perfil ocorre em curvas da estrada e apesar da existência das feições anômalas, a posição em que o perfil as atravessa torna qualquer interpretação incoerente, sobretudo no caso de modelagens. Em termos de interpretação qualitativa, em ambos os casos, ocorre correlação com zona de cisalhamento.

O perfil radiométrico não será apresentado completo, uma vez que na etapa de aquisição de dados um dos equipamentos apresentou defeito, prejudicando os registros nos trechos em que este equipamento foi utilizado. Em decorrência, na apresentação da modelagem dos dados magnéticos, só serão apresentados os trechos que possuem dados radiométricos corretos.

a) – Trecho da estação 1,5 a 3,5: as anomalias modeladas (figura II.3.10) ocorrem no interior do Grupo Orós. Os corpos magnéticos causadores são estreitos (50 a 100 metros), verticalizados e com baixo contraste de susceptibilidade magnética. Uma exceção, quanto a susceptibilidade, é o corpo que ocorre nas proximidades do quartzito milonitizado. Ele aflora ao longo da zona de cisalhamento que marca o contato do Grupo Orós com a Unidade Mombaça. A posição vertical desses corpos contraria a interpretaçao gravimétrica que define para a zona de cisalhamento um mergulho forte para sudeste. Esta contradição está associada com o fato de corpos estreitos necessitarem de um menor espaçamento entre as estações de leitura para terem uma melhor definição das suas anomalias.

O perfil radiométrico apresenta um nível médio em torno de 40 cps que corresponde a radioatividade dos metassedimentos do Grupo Orós. Esse valor cresce localmente para 70 cps sobre o quartzito cisalhado.

b) – Trecho da estação 8 a 10,5: a modelagem (figura II.3.11) define a seção de uma rocha plutônica não magnética, com contatos subverticais encaixada na Unidade Mombaça. A forma do perfil caracterizada por um pico achatado é comum no perfil regional; a amplitude de 100 nT e o contraste de susceptibilidade obtido são compatíveis com um litótipo encaixante pouco magnético.

O nível radiométrico, em torno de 80 cps, não reflete bem a presença de rochas ácidas aflorantes, porém pode indicar um solo residual com minerais radioativos. No local é comum a presença de tonalitos e granodioritos.

c) – Trecho da estação 10 a 14: este trecho do perfil (figura II.3.12) cruza um alinhamento de diques básicos que cortam ortognaisses encaixados na Unidade Mombaça. A feição principal é um pico positivo que representa, segundo a modelagem, um corpo tabular, com largura de 400m, com topo na profundidade de 50m e mergulhando 40° para sudeste. Na operação de modelagem foi considerado que o corpo magnético possui magnetização remanescente, sugerindo que na época da sua colocação o campo magnético da Terra era o inverso do atual. Essa feição se repete no trecho 63 a 68 do perfil AB, onde novamente o assunto será discutido. Nas proximidades ocorre outro corpo magnético de pequena dimensão, porém com magnetização induzida pelo campo geomagnético atual.

O nível médio de radioatividade do perfil é de 50 cps; esse valor não distingue as plutônicas mapeadas nesse intervalo do perfil, refletindo unicamente o comportamento radiométrico da Unidade Mombaça.

d) - Trecho da estação 14 a 16: corresponde à faixa de influência da zona de cisalhamento de Aiuaba (figura II.3.13). A presença de rochas básicas ou zonas de concentração de minerais magnéticos encaixados no falhamento são os causadores das anomalias, cuja modelagem definiu quatro seções de corpos ou zonas magnéticas, com largura variando de 50 a 200m. Eles estão verticalizados e em dois casos o topo do corpo localiza-se a 50m de profundidade enquanto os outros dois são aflorantes.

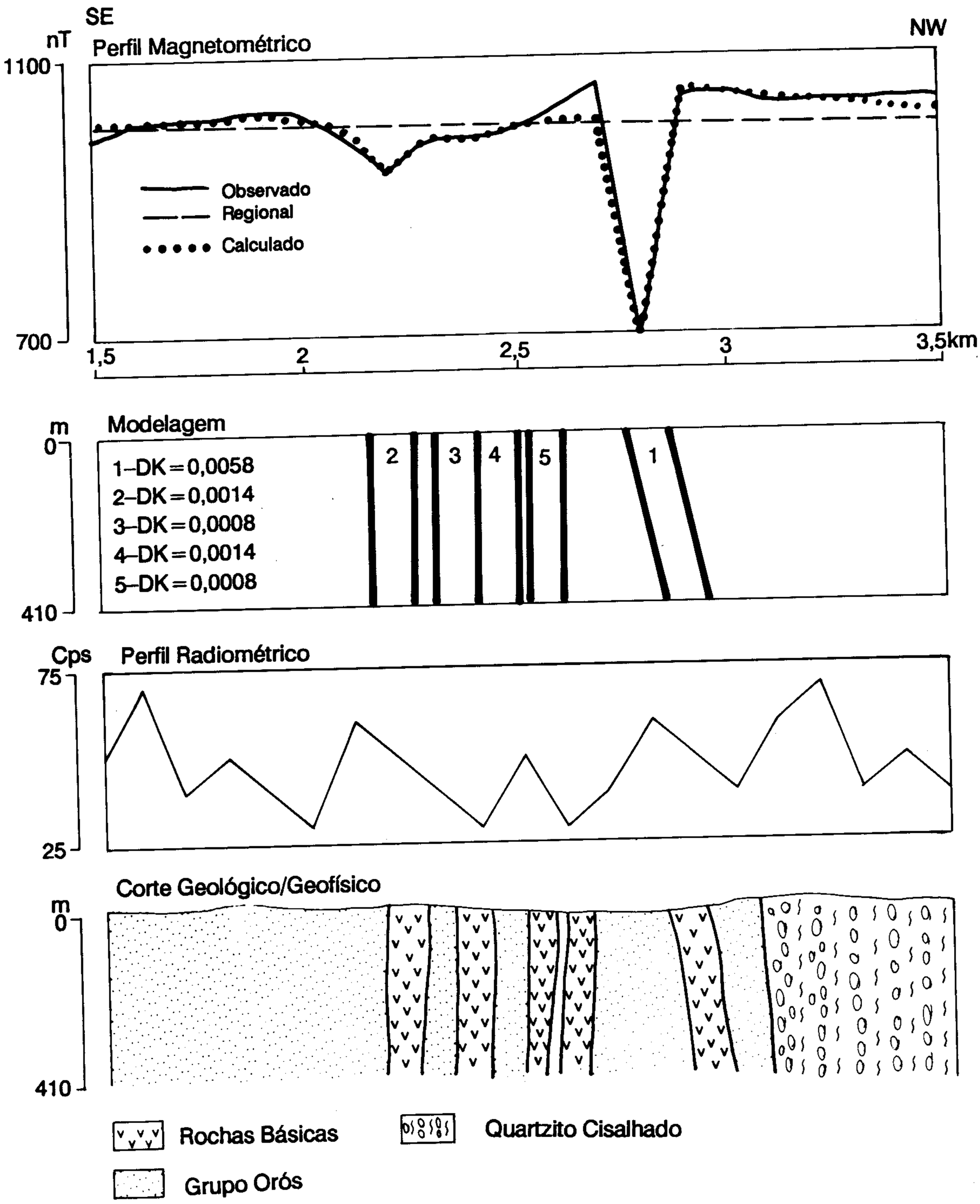


Figura II.3.10 – Trecho 1,5 a 3,5 do perfil AB. Apresentação dos perfis magnetométrico e radiométrico, com modelagem do magnetométrico e com corte geológico/geofísico interpretado. Dk - contraste de susceptibilidade magnética em e.m.u.

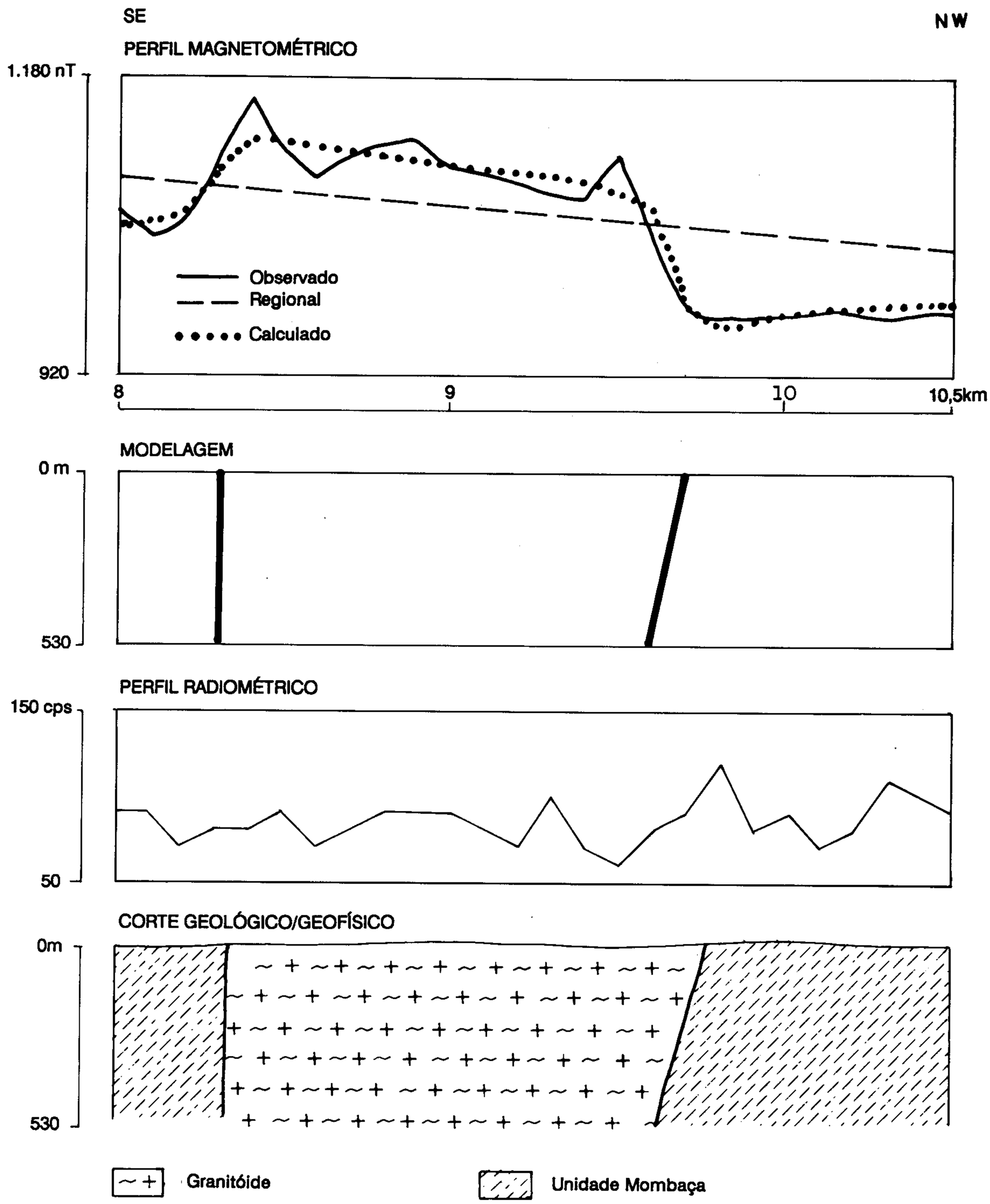


Figura II.3.11 – Trecho 8 a 10,5 do perfil AB. Apresentação dos perfis magnetométrico e radiométrico, com modelagem do magnetométrico e com corte geológico/geofísico interpretado. Dk - Contraste de susceptibilidade magnética em e.m.u.

O nível médio de radioatividade é de 50 cps. Este valor surpreende em função de ser comum ocorrer anomalias radiométricas em zonas de cisalhamento. No entanto a presença de rochas básicas encaixadas no falhamento torna coerente o valor acima mencionado.

e) - Trecho da estação 17 a 19: a anomalia neste trecho do perfil foi modelada pela seção de um corpo com 1.000m de largura e com contraste de susceptibilidade baixo (figura II.3.14). Ele possui um mergulho forte para noroeste e o seu topo está na profundidade de 200m. Sua correlação geológica é feita com uma rocha plutônica portadora de fácies dioríticas posicionada junto à zona de cisalhamento de Aiuaba. A contradição entre o modelo que apresenta o topo a 200m de profundidade e o corpo cartografado ser aflorante pode ser explicada pelo fato da fácies diorítica em maior volume está em posição mais profunda que o atual nível de erosão do corpo, ou pela presença de um nível de alteração superficial que desmagnetizou os minerais magnéticos existentes.

O nível radiométrico em torno de 100 cps indica a existência de uma rocha plutônica pouco diferenciada, confirmando os dados da geologia.

f) - Trecho da estação 43,8 a 45,5: este trecho (figura II.3.15) corresponde ao sítio de afloramentos da Unidade Serra do Papagaio. A anomalia magnética superposta nessa unidade é causada, segundo a modelagem, por três corpos tabulares aflorantes, com largura variando de 50 a 150m e mergulhos de 45 no sentido noroeste. Apesar de não estarem cartografados, provavelmente em função da sua pequena largura, esses corpos magnéticos podem representar ortognaisses dioríticos com fácies miloníticas ou lentes de anfibolito.

O perfil radiométrico apresenta picos acima de 100 cps que configuram a proximidade da zona de cisalhamento que corta obliquamente a Unidade Serra do Papagaio.

3.2.3.3 Perfil AB (trecho 53-116 km) - magnetometria e radiometria

Todas as observações efetuadas com relação ao trecho 0 a 53 são válidas para o trecho agora apresentado (figura II.3.16). O perfil radiométrico também apresentou problemas com relação a aquisição de dados por parte de um dos instrumentos, tornando inviável a apresentação do perfil completo.

As anomalias magnéticas do trecho 53 a 60 não foram interpretados, porque neste intervalo, segundo o mapa aeromagnético, o perfil segue sobreposto a um *trend* anômalo positivo e segundo os dados geológicos ele é paralelo aos corpos causadores (zona de fratura São Paulo). Portanto, estes dois fatos levam a conclusão de que o perfil terrestre apresenta formas anômalas distorcidas, tornando impossível uma interpretação coerente.

As anomalias estreitas e com amplitude em torno de 300 nT que ocorrem no intervalo 85 a 92, estão correlacionadas com a zona de cisalhamento que passa a sudeste da cidade de Catarina. Elas podem representar zonas de concentração de minerais magnéticos ou diques de granitóides magnéticos. Optamos pela não modelagem dessas anomalias pelo fato de neste trecho do perfil passar uma linha de alta tensão.

A anomalia que ocorre no intervalo 92,5 a 100 está correlacionada com a plutônica ovalada que aflora a oeste de Catarina, não havendo dúvida de que esta rocha contém minerais magnéticos.

a) - Trecho da estação 63 a 68: este trecho do perfil (figura II.3.17) atravessa a zona de fratura São Paulo (figura II.3.1) estrutura que cruza a Folha na direção SW-NE; nessa zona é frequente a ocorrência de diques básicos. As anomalias com eles associadas são definidas por picos positivos com amplitudes de até 500 nT. Essa estrutura denuncia uma fratura profunda na crosta e é posterior aos grandes eventos tectônicos e metamórficos que marcaram a área. Por este motivo, os minerais magnéticos que constituem os diques básicos estão preservados em relação ao tempo da sua cristalização, sobretudo mantendo uma possível magnetização remanescente. Na operação de modelagem foi considerado que o tipo de anomalia produzida pelos diques básicos é resultante de uma magnetização inversa em relação a da atual (induzida), preservada na rocha desde a sua formação. Como resultado desta intepretação foram definidos cinco corpos estreitos (100 a 200m), verticalizados e aflorantes.

O nível médio de radioatividade em torno de 100 cps é incompatível com rochas básicas, porém é possível que a zona de fratura São Paulo tenha sido também um local de percolação deminerais radioativos. A diminuição do nível na estação 65 indica o limite da zona de fratura ou o contato do Complexo Gnáissico-Migmatítico com a Unidade Mombaça.

b) - Trecho da estação 110 a 112,5: as anomalias deste trecho (figura II.3.18) ocorrem sobre a Unidade Mombaça e marcam a presença de corpos moderadamente magnéticos, provavelmente correlacionados com litologias básicas. Pelo resultado da modelagem foram definidos oito corpos tabulares, estreitos (100 a 200m), aflorantes e com mergulho forte para noroeste. Eles ocorrem agrupados em torno da estação 111.

Os dados radiométricos deste trecho não serão apresentados pelos motivos acima explicados.

3.2.3.4 Perfil CD - magnetometria e radiometria

Esse perfil (figura II.3.19) está localizado no quadrante sudoeste da Folha Catarina. Foi também executado em uma estrada tortuosa e sua principal feição magnética, que ocorre entre as estações 18,5 e 22, não poderá ser modelada porque está posicionada em uma curva do perfil, e portanto deve conter formas anômalas falsas. São picos positivos que ocorrem no interior da Unidade Mombaça, tendo bastante

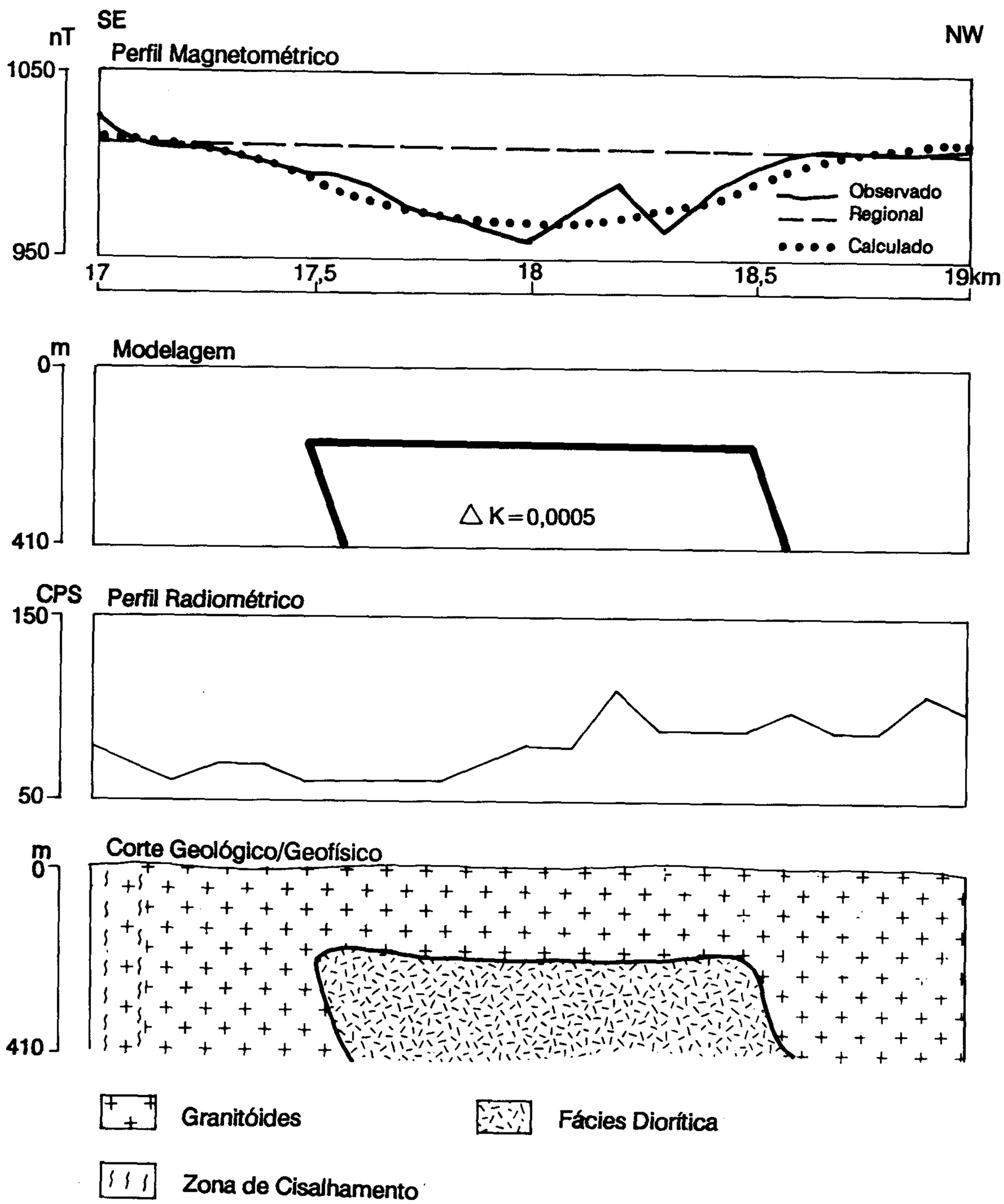


Figura II.3.14 – Trecho 17 a 19 do perfil AB. Apresentação dos perfis megnetométrico e radiométrico, com modelagem do magnetométrico e com corte geológico/geofísico interpretado. Dk - Contraste de susceptibilidade magnética em e.m.u.

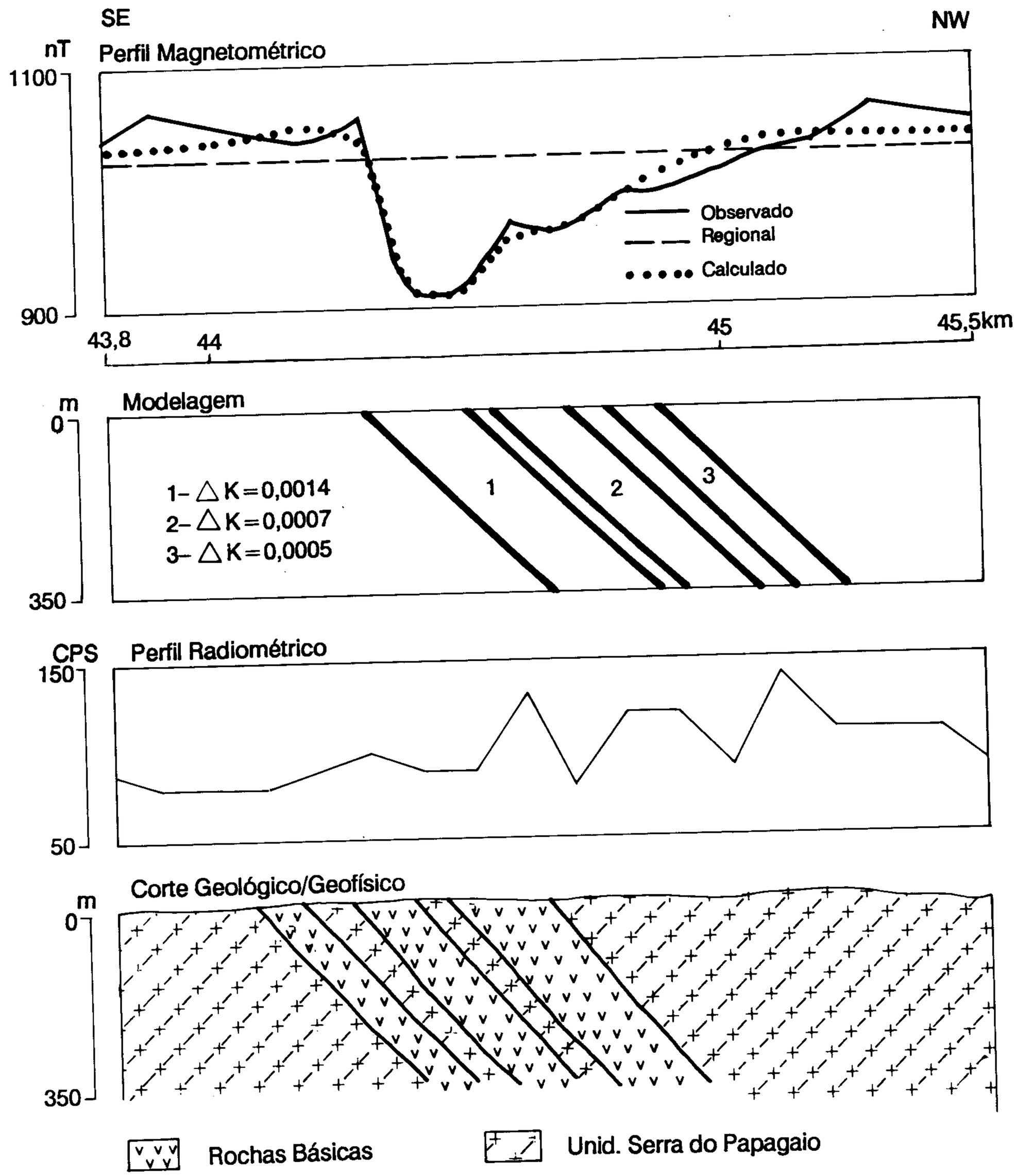


Figura II.3.15 – Trecho 43,8 a 45,4 do perfil AB. Apresentação dos perfis megnetométrico e radiométrico, com modelagem do magnetométrico e com corte geológico/geofísico interpretado. k - Contraste de susceptibilidade magnética em e.m.u.

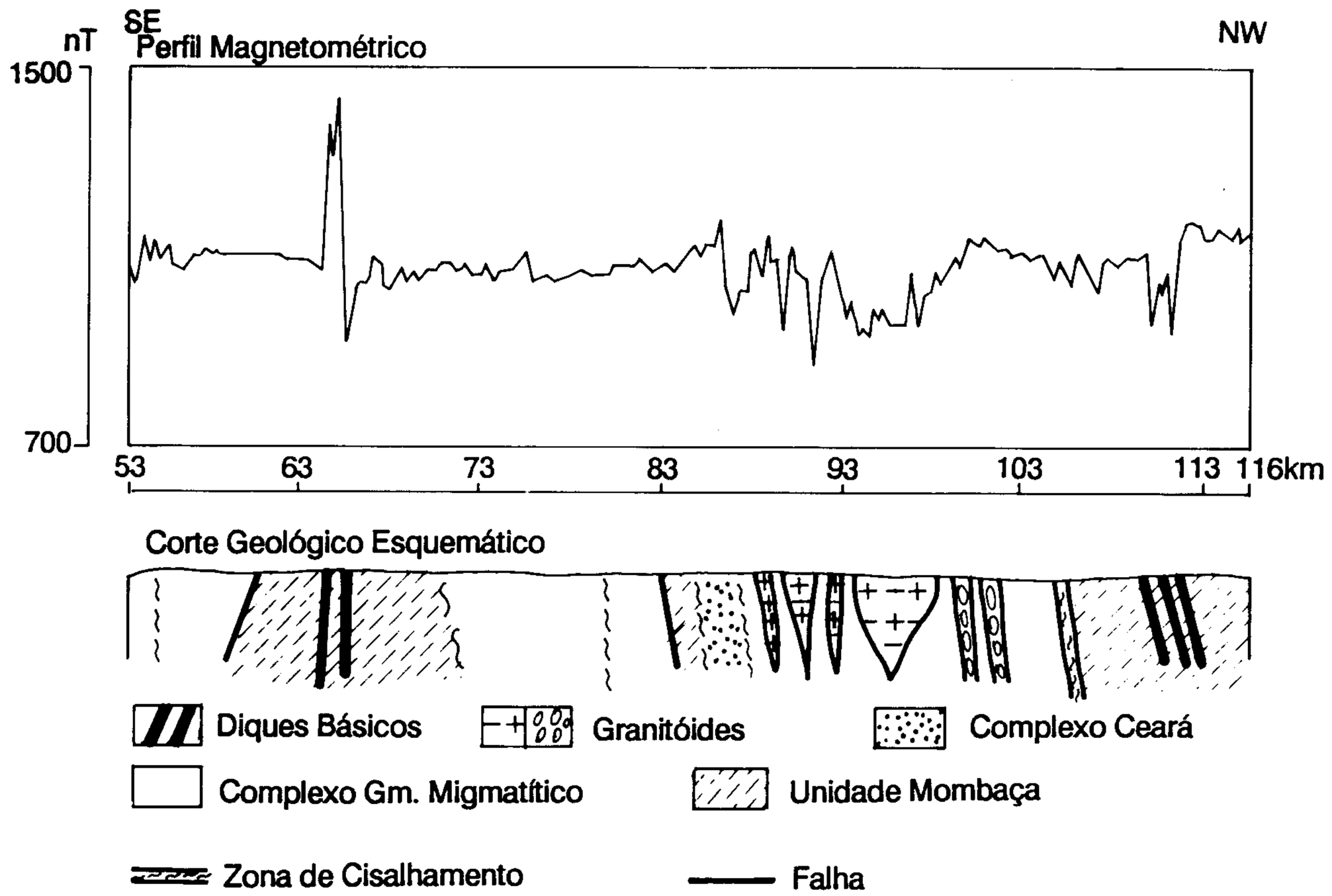


Figura II.3.16 – Perfil magnetométrico AB. Apresentação do corte geológico esquemático com dados da interpretação geofísica.

semelhança com aqueles encontrados no perfil AB. Essa feição constitui a continuidade de uma faixa anômala superposta à zona de fratura São Paulo. Como já explicado antes, é possível que as anomalias constituídas por picos positivos sejam o resultado de magnetização remanescente produzida por diques básicos. Duas outras feições também se destacam, elas serão analisadas individualmente.

a) - Trecho da estação 7 a 9,5: corresponde à relação de contato entre o Complexo Gnáissico-Migmatítico e a Unidade Mombaça (figura II.3.20). A modelagem indica que essa unidade é mais magnética do que o complexo e que o contato é marcado por um corpo magnético estreito representando uma zona de falha entre as duas unidades.

O perfil radiométrico, com nível médio de 70 cps, demonstra que as duas unidades são radiometricamente indistintas. A zona de falha é marcada por um pequeno pico que ultrapassa 75 cps.

b) - Trecho da estação 31 a 33: nesta posição do perfil ocorre uma anomalia sobre litologias da Unidade Mombaça, centralizada exatamente na estação 32. Essa anomalia tem a amplitude de 700 nT e 200m de comprimento de onda; foi modelada por um corpo com 100m de largura, aflorante e com mergulho forte para sudeste (figura II.3.21).

O perfil radiométrico apresenta uma diminuição do nível de radioatividade nas proximidades do corpo interpretado por magnetometria. Isto pode ser um indício de que trata-se de rochas básicas.

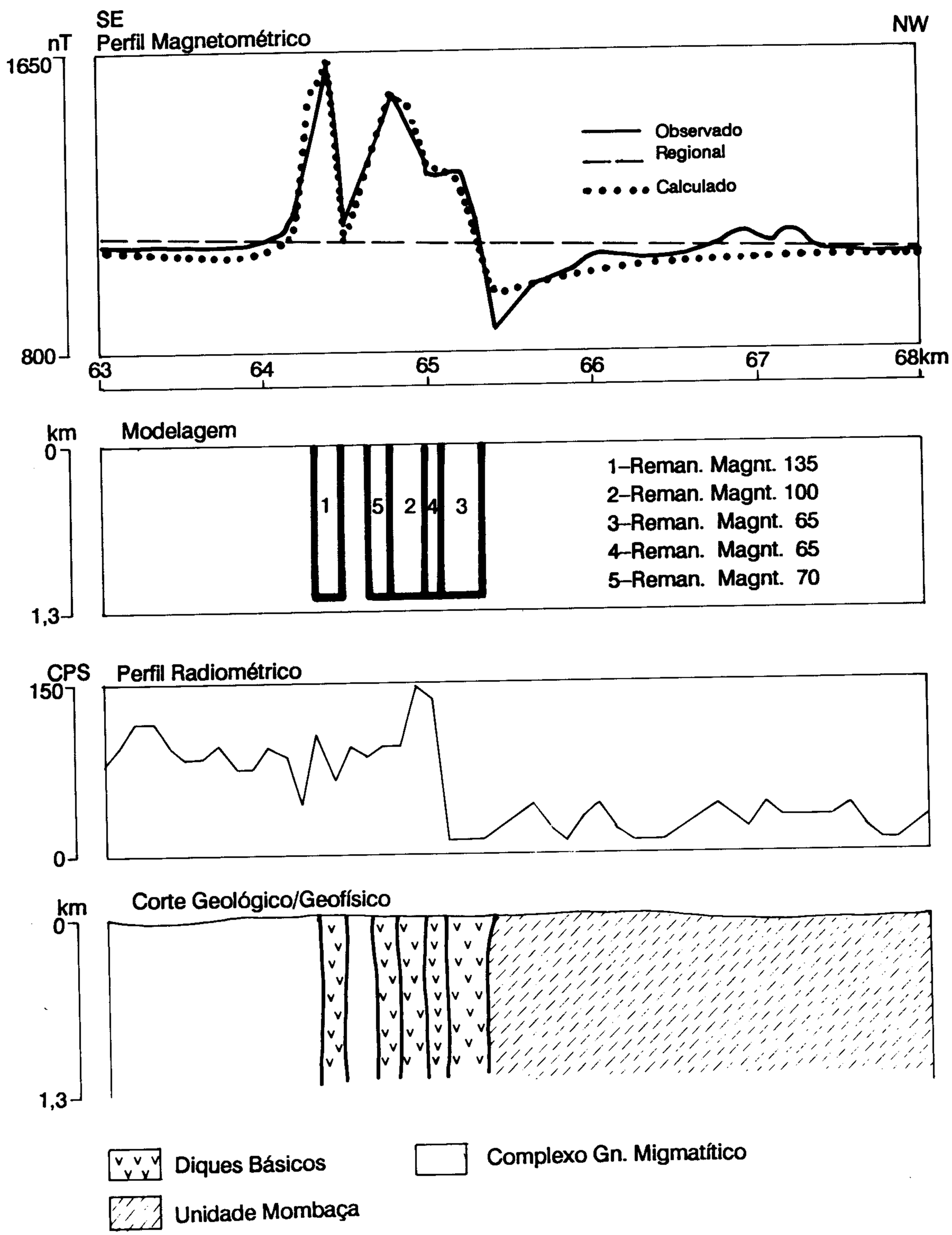


Figura II.3.17 – Trecho 63 a 68 do perfil AB. Apresentação dos perfis magnetométrico e radiométrico, com modelagem do magnetométrico e com corte geológico/geofísico interpretado. magnetização remanente em e.m.u.

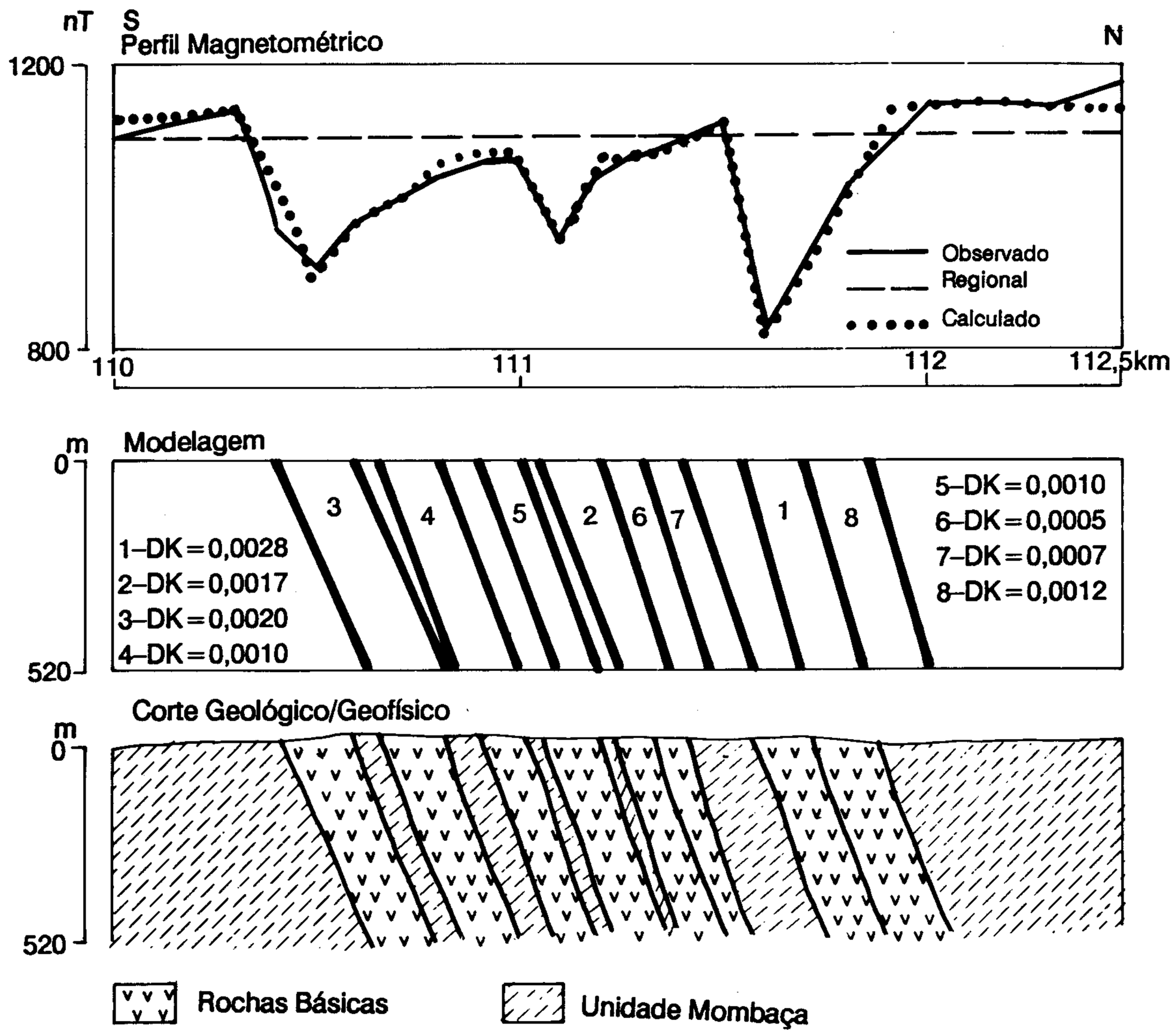


Figura II.2.18 – Trecho 110 a 112,5 do perfil AB. Apresentação do perfil magnetométrico com sua modelagem e com corte geológico/geofísico interpretado. K - Contraste de suscpetibilidade magnética em e.m.u.

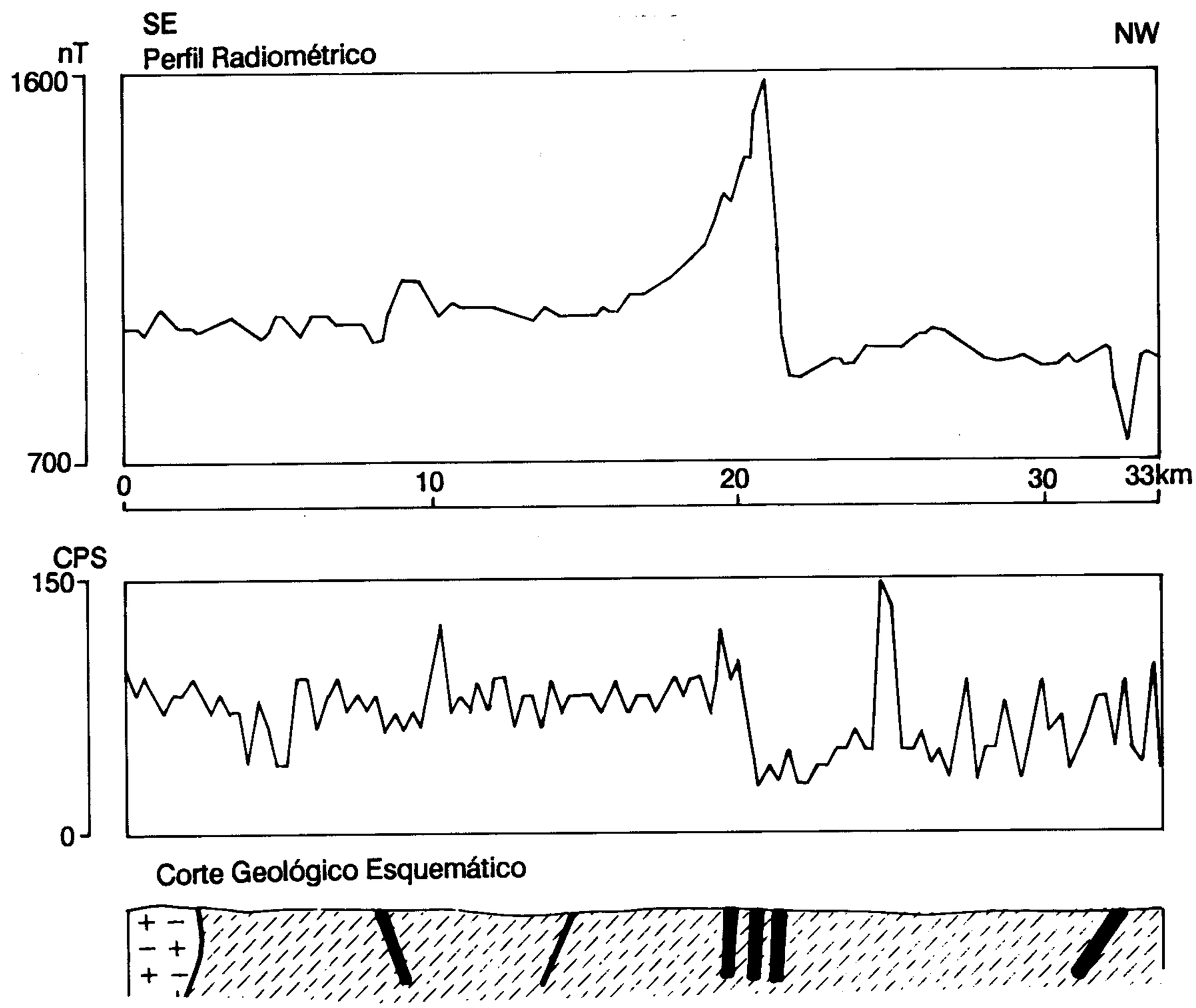


Figura II.3.19 – Perfil geofísico CD. Apresentação dos perfis magnetométrico e radiométrico e do corte geológico esquemático com dados da interpretação geofísica.

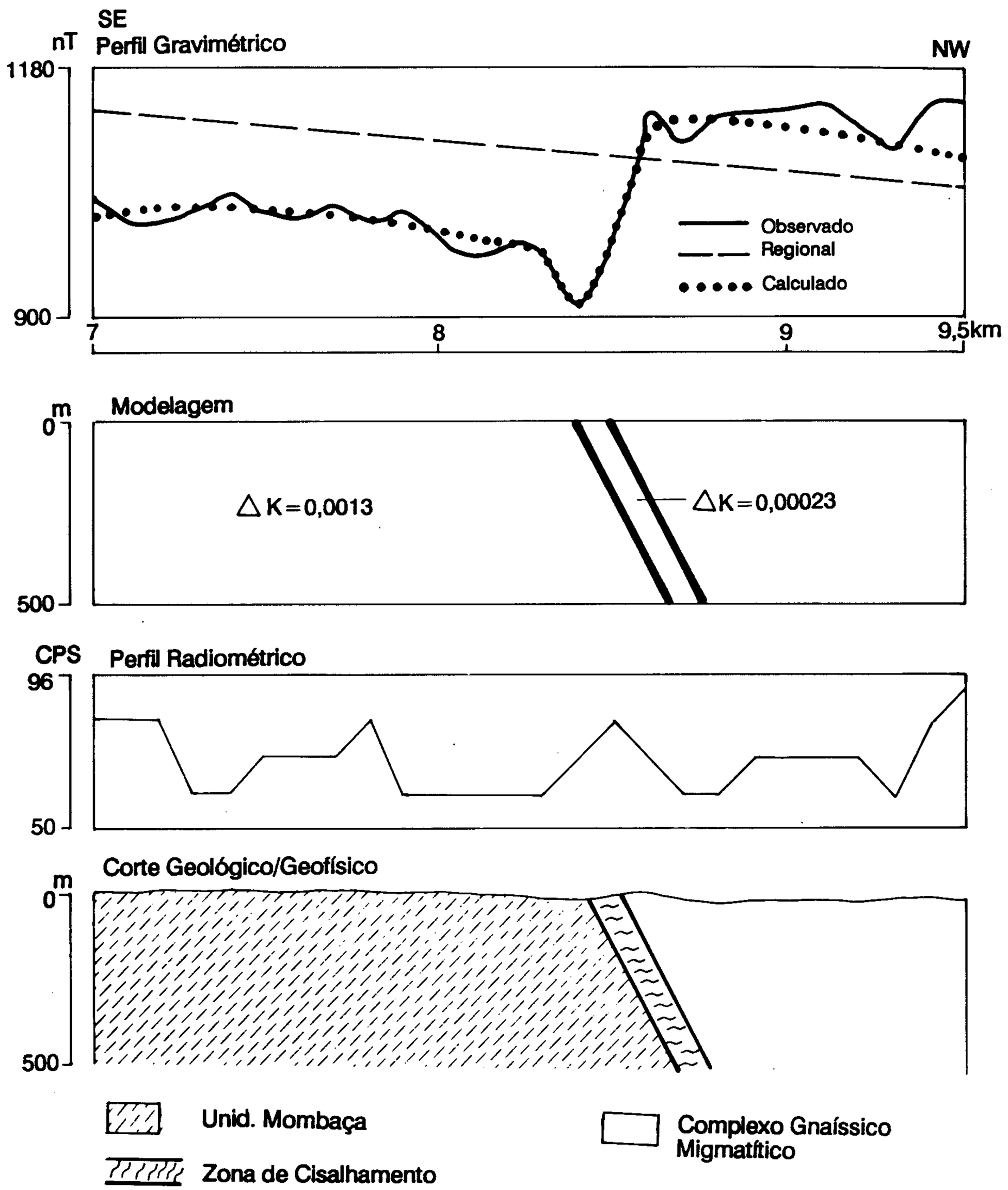


Figura II.3.20 – Trecho 7 a 9,5 do perfil CD. Apresentação do perfil magnetométrico e radiométrico, com modelagem do magnetométrico e com corte geológico/geofísico interpretado. K - contraste de susceptibilidade magnética em e.m.

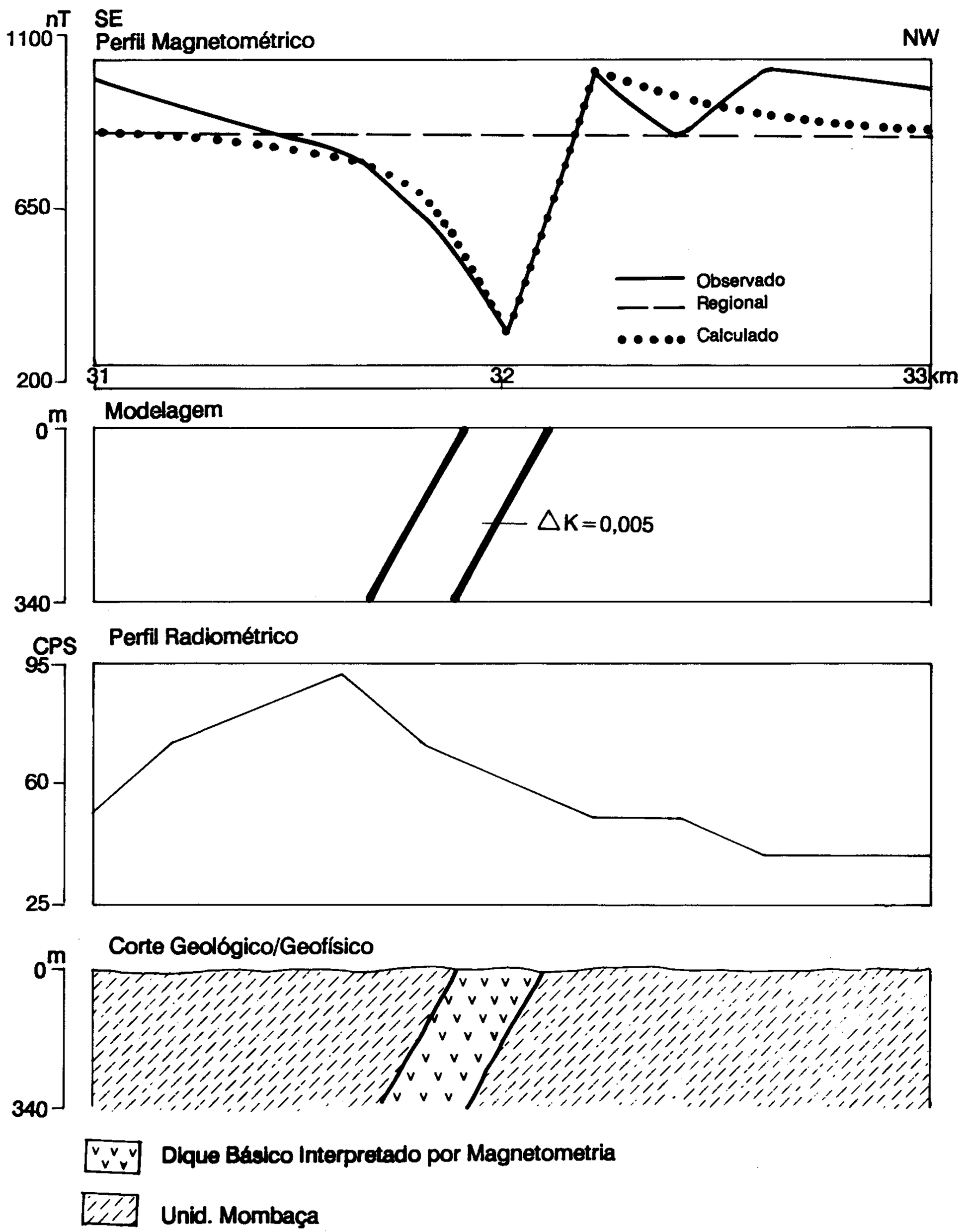


Figura II.3.21 – Trecho 31 a 33 do perfil CD. Apresentação do perfil magnetométrico e radiométrico, com modelagem do magnetométrico e com corte geológico/geofísico interpretado. K - contraste de susceptibilidade magnética em e.m.u.

Capítulo 4
Geologia Estrutural e Tectônica

por
José Carvalho Cavalcante

4.1 Considerações iniciais

Neste capítulo, procura-se conciliar e discutir, de forma resumida, as diversas informações de ordem tectonostrutural coligidas a partir dos trabalhos de campo e laboratório/escritório, levados a efeito na Folha Catarina, juntando-se alguns dados extraídos da literatura geológica sobre a Província Borborema. Para isso, vários aspectos já foram mencionados em capítulos antecedentes. Um deles, refere-se aos terrenos cartografados como uma pequena porção do conhecido Sistema (Faixa) de Dobramentos Jaguaribeano (Brito Neves, 1975; Santos & Brito Neves, 1984) (figura II.1.2), numa parte onde predominam rochas de fácies anfibolito, em distintos graus de migmatização; fazendo parte do vasto domínio da Província Estrutural Borborema (Almeida et alii, 1977).

Na área, os elementos estruturais macroscópicos desenhados a partir de fotografias aéreas convencionais (escala 1:70.000) e de imagens de satélite LANDSAT (4 e 5) e mosaicos de radar (escalas aproximadas de 1:100.000 e 1:250.000), são maiormente denunciados por traços retos e curvilineares de importantes zonas de cisalhamento (ZC's) e dobras mergulhantes (figura II.4.1), com parâmetros direcionais oscilando entre NNE e ENE. Adicionam-se, ainda, traços de estruturas mais ou menos circulares, elipsoidais e sigmoidais que, por vezes, exibem núcleos ocupados por rochas plutônicas granitóides (ex.: Granitóide Mel); tendo-se, abaixo da Zona de Cisalhamento Senador Pompeu (ZCSP), um arranjo de traços estruturais que traduz fielmente a "área de estiramento com padrão sigmoidal" do Nordeste do Brasil (Fortes, 1986) (figuras II.4.2 e II.4.3). Essa macroestruturação é mencionada, corriqueiramente, como resultante do Evento (Ciclo) Termotectônico Brasiliano (Proterozóico Superior/Eopaleozóico).

No que tange às fases deformacionais, elas foram hierarquizadas a partir da Folha Mombaça, onde se reconhece mais facilmente os terrenos dos "gnaisses cinzentos" arqueanos, sem grandes modificações da tectônica e granitização brasíliana pan-africanas. Nesses terrenos, as fases pegmatíticas, mais jovens, exibem idades Rb/Sr (Rocha Total; RI-0,705) de 1.700 158m.a. e 1.328 234m.a. (Pessoa et alii, 1986), sendo a primeira determinada em pegmatito granítico róseo.

As idades das diferentes fases deformacionais ainda não se encontram bem estabelecidas. Por exemplo, cita-se o caso da tangencial D_{n+1} (subitem 4.3.2), aqui suposta como do Proterozóico Inferior (Ciclo Transamazônico/Eburneano), que nos pensamentos de Caby & Arthaud (op. cit.) figura II.1.4), Arthaud & Hartmann (op. cit.), Caby (1988, com. pessoal) e Caby (1988), faz parte da tectônica brasiliano-pan-africana responsável pela estruturação de nappes do centro-oeste cearense. Ainda, Caby (op. cit.) aponta a inexistência das orogêneses transamazônica/Eburneana e Uruaçuana/Espinhaço-Nibariana nas províncias Borborema (Brasil) e Nigeriana (África), sendo os grupos Ceará (Faixa de Dobramentos Jaguaribeana) e Jucurutu (Faixa de Dobramentos Seridó) (figura II.1.2) sequências de bacias ensiálicas desenvolvidas no curso do Proterozóico Inferior, mas com tectonização brasiliana. Contudo, mesmo que o modelo geodinâmico advogado por Caby (op. cit.) justifique características geométricas e cinemáticas de vários compartimentos litológicos da Província Borborema (figuras II.1.2 e II.4.3), ainda ostenta elementos contraditórios ou não devidamente esclarecidos (informes adicionais em Jardim de Sá et alii, 1988; Jardim de Sá, 1988). Dentre estes, destacam-se: 1) a discordância estratigráfico-metamorfostrutural (discordância angular) entre o Complexo Casa Nova (evolução tectono-metamórfica brasiliano-pan-africana, no conceito de Caby, op. cit.) e o Grupo Chapada Diamantina (1.290 ± 52m.a. - idade do anquimetamorfismo de pelitos da Formação Caboclo - Brito Neves et alii, 1979), como descrita no norte do estado da Bahia (Jardim de Sá & Hackspacher, 1980); e 2) a discordância angular entre o Grupo Martinópole e o Grupo Ubajara (este com idade de metamorfismo e sedimentação em torno de 610 e 1.000m.a., respectivamente, de acordo com Novais et alli, 1971, apud Hackspacher et alii, 1988), em terrenos do noroeste do Estado do Ceará.

Em diversas partes do território brasileiro (ex.: Província Mantiqueira) e africano (ex.: Província Nigeriana) (figura II.4.3), onde os segmentos crustais são erodidos a níveis de crosta média e inferior, e exibem intensos e extensivos efeitos do tectonotermalismo e magmatismo brasilianos, encontram-se intrincados arranjos litostrutu-

rais como os anotados na área cartografada, geralmente propiciando problemas nas configurações estratigráfico-tectônicas. No caso do nordeste do estado de São Paulo e sudeste do estado de Minas Gerais, conjuntos litológicos similares ao Complexo Ceará (p. ex.: Complexo Andrelândia-Itapira) já receberam posicionamentos cronológicos assíntico-brasiliano (Ebert, 1954; 1967; 1971; apud Cavalcante et alii, 1979), uruaçuano (Almeida et alii, 1973) e transamazônico (Cavalcante, op. cit.). Em 1988, Arthur et alii apontam idade (Rb/Sr) de 1.700 ± 140m.a. para um corpo granitóide com xenólitos de rochas do Complexo Andrelândia-Itapira, que consubstancia o pensamento de Cavalcante et alii (op. cit). Na Província Nigeriana, os "cinturões de xistos" (ex.: cinturão de xistos Ife-Ilesha) do tipo Ceará, são ora considerados como pan-africano/brasilianos (Caby, op. cit.; Boesse & Ocan, 1988), ora como eburneano-transamazônicos (Rahaman, 1988 - informação verbal).

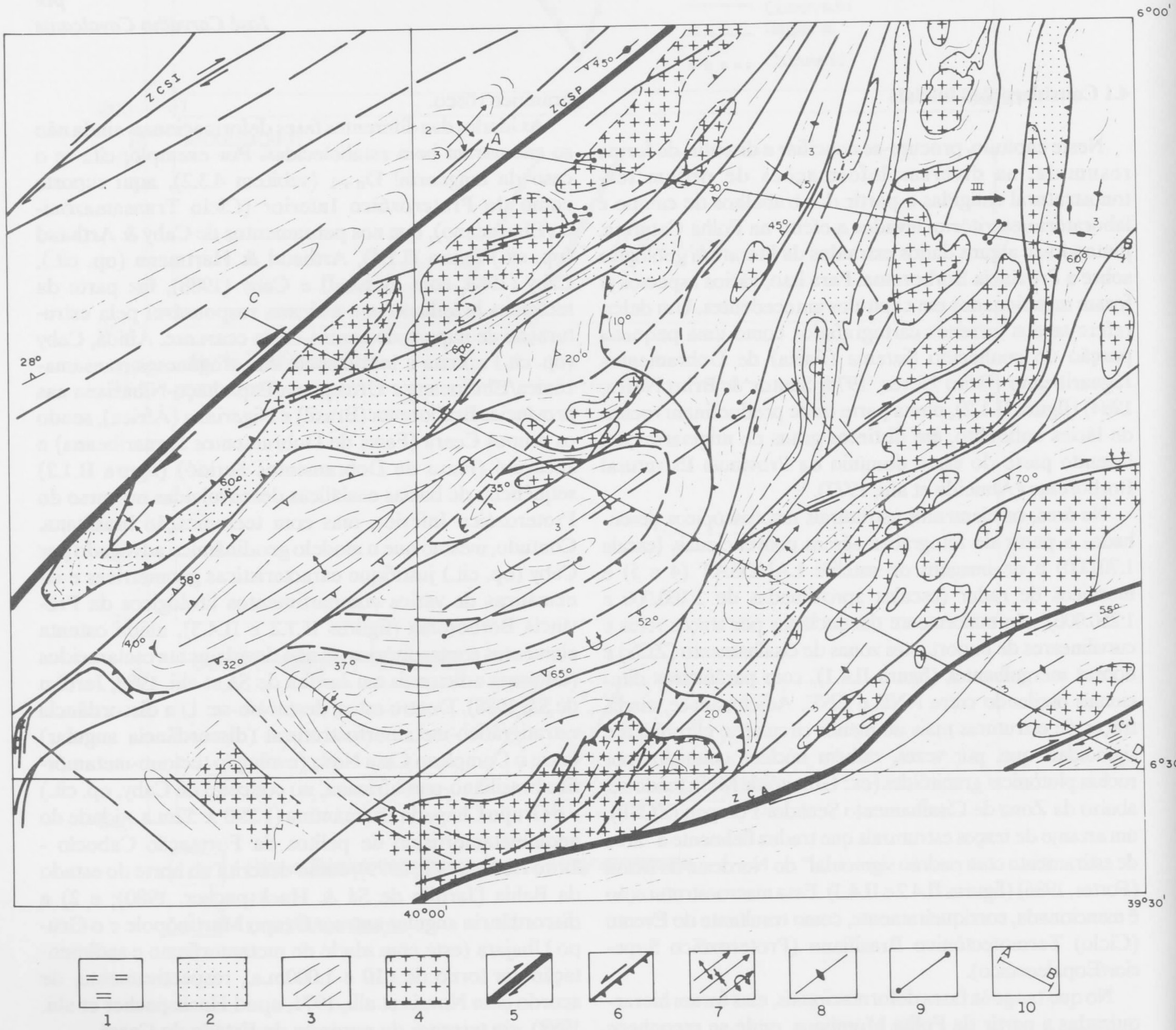


Figura II.4.1 – Principais traços estruturais da Folha Atarina e áreas adjacentes a leste (Folha Arneiroz) e sul. 1 Grupo Orós; 2 áreas preferencialmente micaxistos-quartzíticas do Complexo Ceará; 3 áreas predominantemente gnáissico-migmatíticas (Complexo Ceará, pró-parte); 4 granitóides diversos; 5 principais zonas de cisalhamento transcorrente; 6 zonas de cisalhamento transcorrente, inversa e indeterminada; 7 dobras antiformal, sinformal e revirada, mergulhantes; 8 tendência principal de eixos de dobras (2 = D_{n+1}; 4 = D_{n+3}; 9 dique de diabásio/gabro; 10 seção geológica.

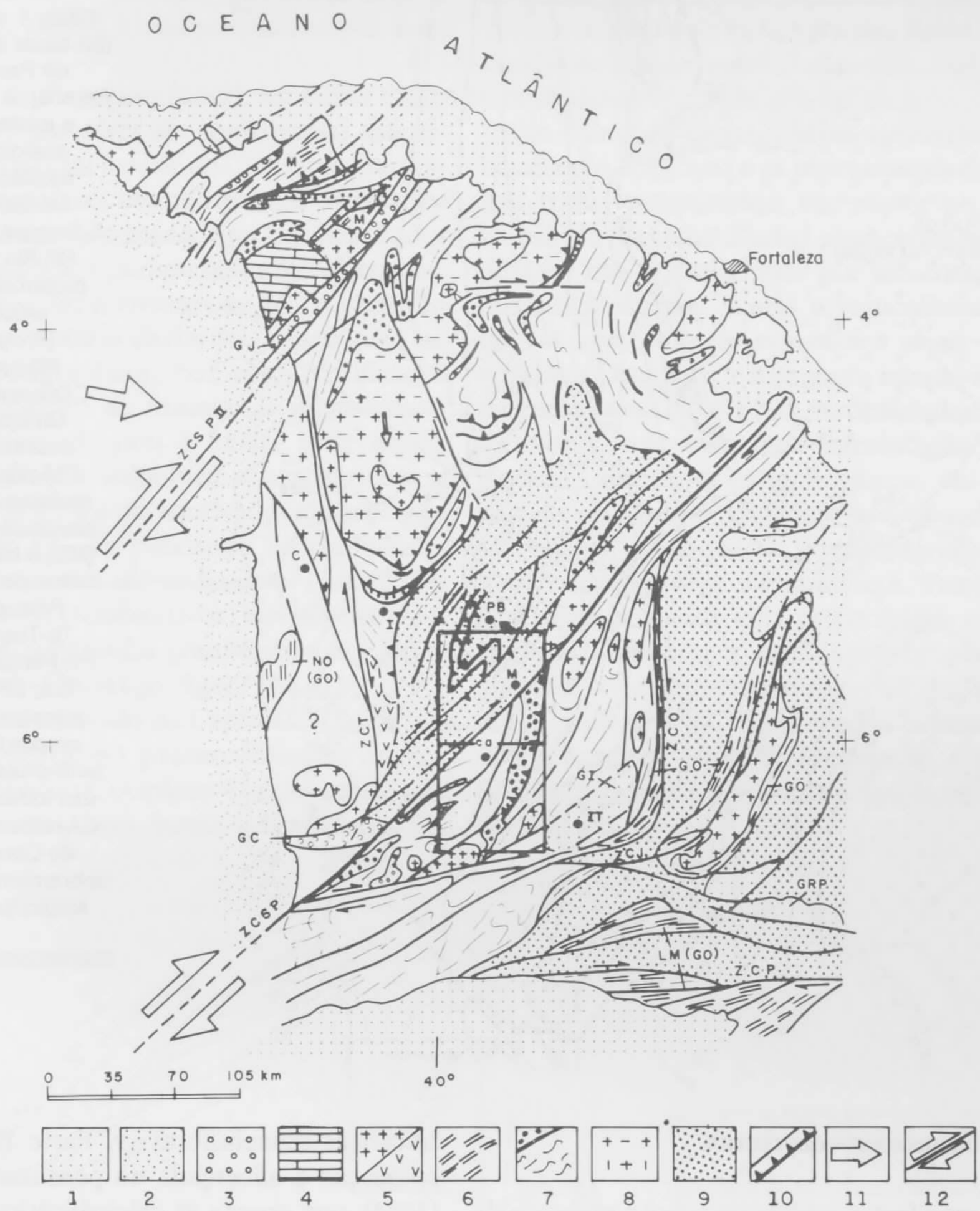


Figura II.4.2 – Esboço geológico do estado do Ceará e áreas vizinhas. 1 coberturas mesozóicas (GI - graben Iguatú, GRP - graben Rio do Peixe) e cenozóicas; 2 coberturas siluro-devonianas da bacia do Parnaíba; 3 coberturas molassóides do Proterozóico Superior/Eopaleozóico; 4 Grupo Ubajara (PS); 5 granitóides e gabróides (dioritos); 6 seqüências do Proterozóico Médio (M - Grupo Martinópole; NO - "Seqüência" Novo Oriente; GO - Grupo Orós; LM - "Seqüência" Lavras da Mangabeira; GC - Grupo Cachoeirinha); 7 Complexo Ceará (Proterozóico Inferior) envolvendo fragmentos do embasamento arqueano retrabalhado; 8 núcleos com alta taxa de anatexia, encerrando litótipos arqueanos e do Proterozóico Inferior (Complexo Ceará); 9 embasamento arqueano retrabalhado no Proterozóico; 10 principais zonas de cisalhamentos transcorrente e inversa ou de empurrão; 11 vetor de compressão principal; 12 vetores de deslocamentos do Proterozóico Superior.

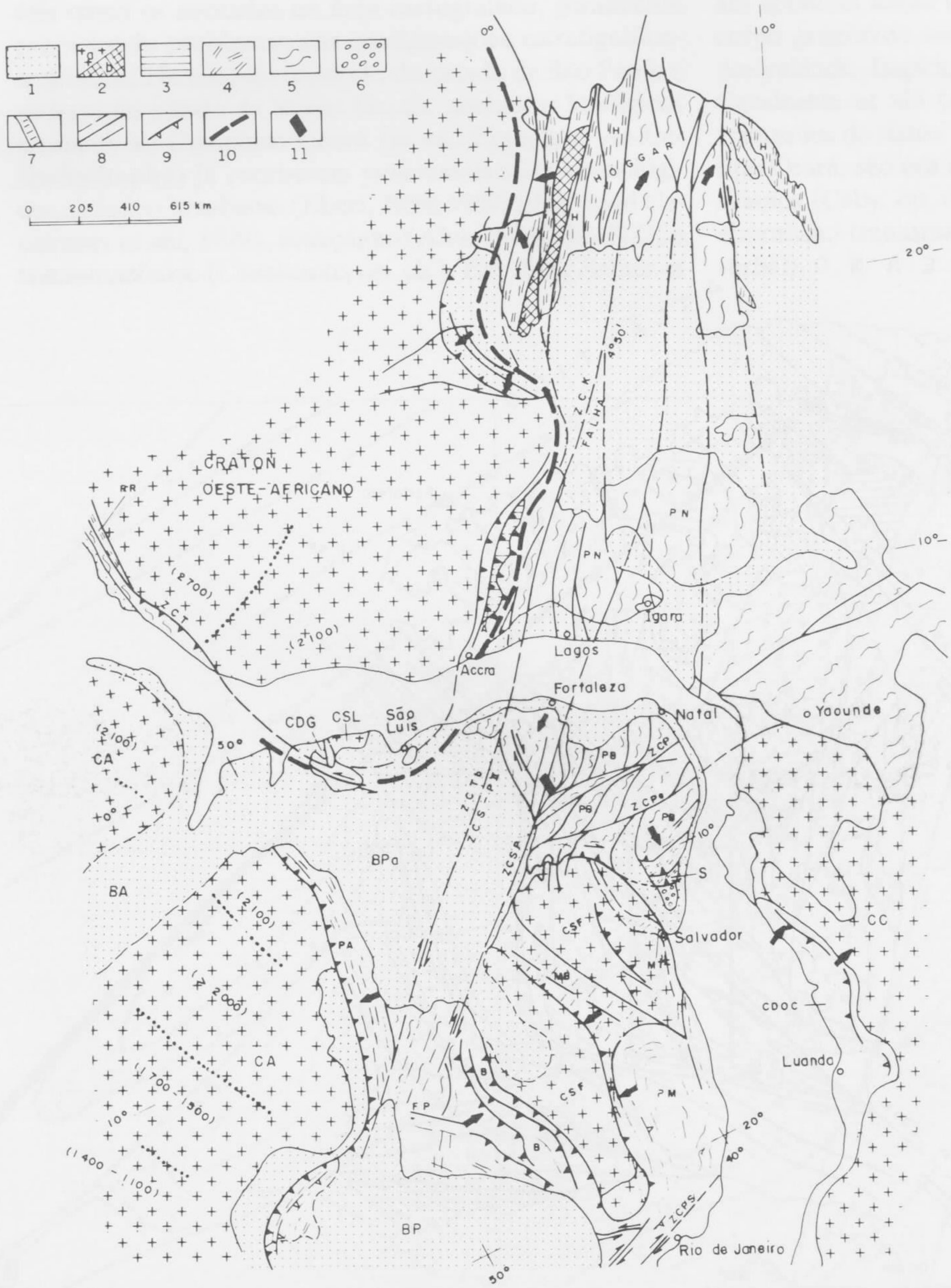


Figura II.4.3 – Carta geológico-estrutural simplificada mostrando segmentos transsaarianos e nigerianos da cadeia pan-africana e nordestinos, centro-oeste e sudeste da cadeia brasiliana (Modificado de Caby, 1988). 1 coberturas fanerozóicas (BA-bacia do Amazonas; BPa-bacia do Parnaíba e BP-bacia do Paraná); 2 unidades cratônicas (a) e núcleos 2Ga (b); 3 nappe marginal de Atacora (A); 4 seqüências do Proterozóico Médio/Superior (H-Hoggar; S-Sergipe; PA-Paraguai-Araguaia; RR-Rio Rokel); 5 coberturas proterozóicas e embasamento arqueano retrabalhado (PN-província Nigeriana; PB-província Borborema; CDG-cinturão de dobramentos Gurupi; CDOC-cinturão de dobramentos Oeste-Congo; PM-província Mantiqueira); 6 molassa brasiliana; 7 faixas de atividades tectônicas brasilianas (MB) e transamazônicas (TB) no cráton do São Francisco (CSF); 8 Principais ZCT's (K-Kandi; Tb-Transbrasiliana; P-Patos; PE-Pernambuco; PS-Paraíba do Sul; SP-Senador Pompeu; 9 principais ZC's inversas ou de empurrão; 10 zona de sutura tardi-proterozóica; 11 localização das folhas Catarina e Mombaça. CA-cráton amazônico; CC-cráton do Congo (Zaire); B-faixa de dobramentos Brasília (Proterozóico Médio/Superior; FP-flexura dos Pirineus.

4.2 Relações embasamento/coberturas

Na região, as mais fortes evidências sobre a presença de um embasamento arqueano, expondo nítidos reflexos dos episódios tectonometamórficos e magmáticos do Proterozóico, situam-se, em termos cronológicos e/ou litológico-estruturais, nos ortognaisses migmatíticos ("gnaisses cinzentos") das unidades Pedra Branca (Folha Mombaça), Mombaça (UM) e em parte do Complexo Gnáissico-Migmatítico (CGM).

Em decorrência da falta de maiores informes estruturais e geocronológicos, o posicionamento estratigráfico do CGM foi, provisoriamente, estabelecido entre o Arqueano e o Proterozóico Inferior, devido à existência, em sua compleição, de faixas de parametamorfitos litocorrelatos ao Complexo Ceará (CC); incluindo lentes de rochas calcissilicáticas scheelitíferas (v. Parte II - Capítulo 2). Essa colocação é alicerçada no pensamento de Jardim de Sá (1984), que aponta as calcissilicáticas scheelitíferas como parecendo um bom marcador para a diferenciação entre a Formação Jucurutu (Faixa de Dobramentos Seridó do Proterozóico Inferior) em alto grau, e os litótipos do embasamento arqueano (Complexo Caicó, no estado do Rio Grande do Norte), e nas idades radiométricas de algumas rochas situadas entre as zonas de cisalhamento Hebron (ZCH) e Orós (ZCO), que se colocam entre 2.350 e 1.800m.a. Assim, acredita-se que os elementos coligidos não são suficientes para se falar abertamente do CGM, em sua totalidade, como integrante exclusivo de um embasamento arqueano, da forma admitida por Caby & Arthaud (1986) para o segmento crustal entre a ZCH e a ZCO (figuras II.1.4 e II.4.2). Em consequência, é sugestiva a idéia

de que esses terrenos representam uma ambiência de infraestrutura onde coexistem, em intrincados arranjos estruturais, rochas do embasamento arqueano e das supracrustais do Proterozóico Inferior, em diversos graus de migmatização, além de plutônicas e hipoabissais do Proterozóico Médio-Inferior. A única variável que complica parcialmente essa concepção refere-se à provável discordância angular (*angular unconformity*) desenhada entre o CC e o CGM (figuras II.2.9,13), como referenciado mais adiante.

A Unidade Serra do Papagaio (USP), na Folha Catarina, também ostenta um nível de controvérsia estratigráfica mais ou menos similar àquele do CGM, mostrando-se constituída de ortognaisses litologicamente correlacionáveis aos do embasamento arqueano (tipo Unidade Pedra Branca, na Folha Mombaça) e parametamorfitos (gnaisses, quartzitos e micaxistos) litocorrelatos ao CC e parte do CGM; tendo-se, como critério distintivo, a existência de freqüentes corpos metabasíticos, por vezes xistificados (clorita-actinolita-talcoxisto) de jazimentos dique-*sheets*, que, em alguns sítios, chegam a exibir uma nítida acordância de sua foliação milonítica e contato com a superfície milonítica S_{n+3} das paraderivadas micaxistosas e quartzíticas do tipo CC, emprestando ao conjunto o aspecto de uma sequência vulcanossedimentar (foto 25). A configuração dique-*sheets* metabasíticos (metadiabásios) é mais frequente nas ortoderivadas granitóides (ex.: seção serra do Maia - serra do Flamengo; figura II.4.4).

Por seu turno, como admitido no Capítulo 2 (Parte II), as supracrustais (coberturas) proterozóicas se fazem presente por intermédio do Complexo Ceará (quartzitos, micaxistos e paragnaisses, com lentes subordinadas de metacalcários e rochas calcissilicáticas), de provável idade proterozóica inferior (Guimarães, 1958; Jardim de Sá, 1984; Benevides, 1984) e com metamorfismo da fácies anfibolito (sillimanita, cianita, estaurolita, granada e K-feldspato), e do Grupo OrÓs (quartzitos, filitos, micaxistos, metassiltitos, metacalcários, metadolomitos e metamagmatitos vulcanoplutônicos), com cronologia radiométrica do Proterozóico Médio (Macedo et alii, 1988; Sá et alii, 1988) e mineralogia indicativa das fácies xisto-verde e anfibolito de baixa pressão (estaurolita, andalusita, diopsídio e rara microclina; Sá et alii, op. cit.).

As relações estratigráfico-estruturais entre o embasamento arqueano e as supracrustais do CC, na maioria dos tratos pesquisados, mormente no macrosigmóide Baixio da Donana-Zorra, mostraram-se extremamente difíceis. Isto é denunciado por um complexo arranjo de blocos imbricados lateral e verticalmente, associados a dobras apertadas de superfícies axiais de mergulhos e vergências variáveis, e extensas e intensivas zonas de cisalhamento dúctil NNE e NE, verticalizadas e medianamente inclinadas, sugerindo uma estruturação *flower*. Soma-se ainda ao elenco de complicadores, um amplo e diversificado plutonismo granitóide de *emplacement* pré-, cedo-, sin- e tardi- a pós-regime de transcorrência, além de frequentes dique-*sheets* metabasíticos. Também os informes geofísicos apontam uma estruturação complexa para a região, indicando a existência de um embasamento gravimétrico mergulhando para NW e aflorando no bloco delimitado pelas ZCT's de Jordão e Aiuaba (terrenos exibidos como da Unidade Mombaça), e uma crosta continental espessada nas áreas ocupadas pelos CGM e CC (capítulo 3).

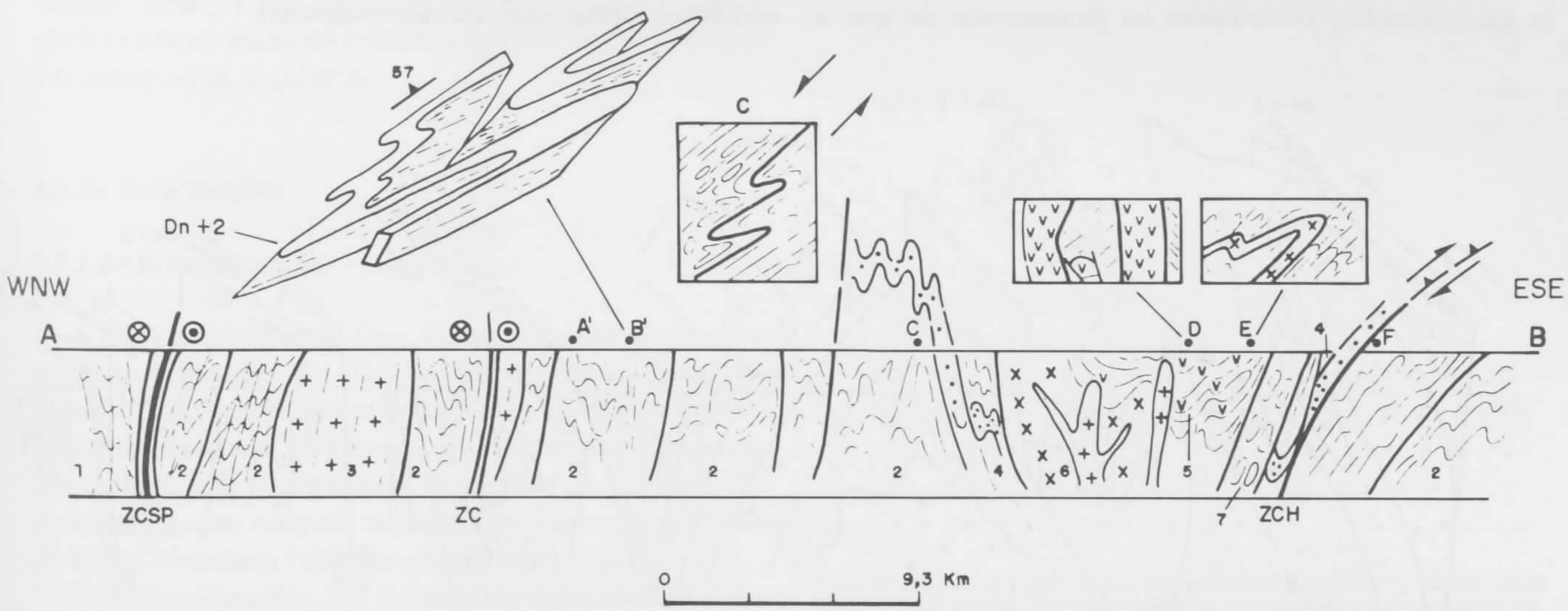


Figura II.4.4 – Seção geológico-esquemática A-B (figura II.4.1). 1 Unidade Mombaça; 2 Complexo Gnáissico-Migmatítico; 3 granitóides PSγ3B; 4 Complexo Ceará; 5 Unidade Serra do Papagaio; 6 granitóide São Paulo; 7 granitóide Riacho Verde; A' - fig.II.4.6; F - fotos 26, 26 e 28; 8 granitóide Cangatí; B' - migmatito estromático-dobrado (Truçu); C - gnaisse bandado-oftálmico; D - ortognaisses-granitóides intrusionados por metabasitos; E - sillimanita-biotita-muscovita-gnaisse com **sheet** de leucogranito.

As dificuldades em se estabelecer essas relações ficam bem materializadas na organização estratigráfica exibida no item 2 do Capítulo 2, quando a separação entre o CGM e o CC é estribada basicamente numa provável *angular unconformity* que, no entender do autor do presente capítulo, exibe alguns fatos não devidamente esclarecidos, tais como:

a) no CC, a existência de leitos quartzíticos intercalados nos paragnaisses migmatíticos ou micaxistos feldspáticos (gnaisses xistosos), por vezes com lentes de metacalcários e rochas calcissilicáticas, além de *sheets* de metagranitóides cinza-claros e raras lentes de anfibolitos talcoxistos, constituindo uma associação estrutural e litologicamente similar àquela reconhecida como da fração paraderivada do CGM;

b) em vários pontos, o contato entre o CC e o CGM é balizado por zonas de cisalhamento dúctil (figura II.4.5), onde não se verifica uma marcante discordância metamórfica entre os blocos contíguos, por vezes diferenciando-se o CGM apenas por uma maior quantidade de leucossomas nos migmatitos estromático-dobrados e uma menor taxa de quartzitos e micaxistos;

c) a discordância da foliação NE e ENE de parcelas do CGM, do leste das serras da Moca e do Maia, com a estruturação NNE dos quartzitos, micaxistos e gnaisses do CC, que sustentam esses acidentes topográficos, pode dever-se, única e exclusivamente, ao desenvolvimento da ZCH e paralelas ocidentais e ao plutonismo granitóide e dobramentos associados;

d) seguindo-se os flancos orientais das serras da Moca e do Maia, o contato entre o CC e o CGM é francamente tectônico (fotos 24 e 26 e figura II.4.4). Tais observações, adicionadas ao tratamento da referida discordância através da superfície S_n do CC, além da profusa manifestação de granitóides no espaço Baixio da Donona-Mel, parcialmente gnaissificados, contribuem ao pensamento de que a aparência de *angular unconformity* ou mesmo de *nonconformity*, é devida a motivos tectônicos, com as paraderivadas do leste e oeste da Faixa Serra Nova-Serra do Mota pertencendo ao CC. Mesmo assim, a principal diferença entre o CGM e o CC reside nas maiores dimensões e persistência dos corpos quartzíticos do segundo, parecendo constituir um horizonte estratigráfico bem definido.

Além do mais, uma discordância estratigráfica angular, como delineada na região do Baixio da Donona (figuras II.2.9, 13), acarreta problemas para o posicionamento do CC no Proterozóico Inferior, já que as determinações isocrônicas (Rb/Sr) mais antigas do CGM se situam entre 2.300 e 1.800m.a. (Benevides, op. cit.). Mesmo assim, essa contradição pode ser sanada, admitindo-se que essas figuras cronológicas representam idades mistas ou de rejuvenescimento das rochas mais antigas (obs.: não foi efetuada análise qualitativa das isócronas), considerando-se que, a leste e sul da Faixa Orós, são conhecidas idades arqueanas (Brito Neves, op. cit.; Macedo et alii, op. cit.). Caso tal pensamento não seja o real, mas sim aquele que indica o retromencionado intervalo de idades como dos tempos de formação dos orto e parametamorfitos do CGM, ter-se-ia de colocar o CC no Proterozóico Médio como idealizado por Cavalcante et alii (op. cit.), inserindo-o no mesmo contexto do GO, ao feitio indicado nas obras de Brasil (op. cit.), Santos (op. cit.), Campos et alii (op. cit.) e Gomes et alii (op. cit.)

No momento, especula-se que essa Última colocação seja inviável, já que os quartzitos, micaxistos e paragnaisses do CC se mostram cortados por diques anfibolíticos (ex.: serra de Areia, na Folha Mombaça) considerados como cronocorrelatos às metabásicas e metaultramáficas do GO (Proterozóico Médio), sublinhando um intervalo de tempo em que porções crustais UM + CGM + CC se encontravam em níveis rasos (cristalização do magma básico em condições hipoabissais ou subvulcânicas).

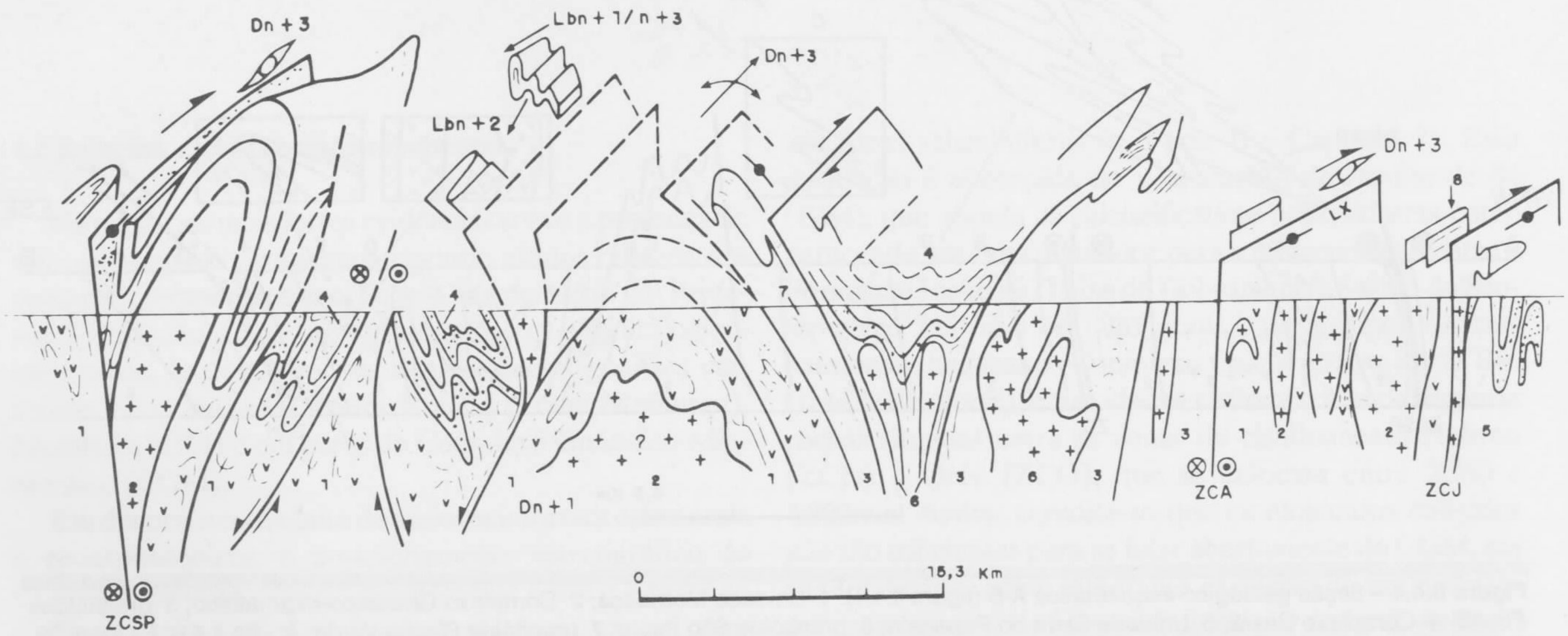


Figura II.4.5 – Seção geológico-esquemática C-D (figura II.4.1). 1 Unidade Mombaça; 2 granitóides gnaissificados; 3 Complexo Gnáissico-Migmatítico; 4 Complexo Ceará; 5 Grupo Orós; 6 granitóides Cangatí; 7 figura II.4.9 e foto 42; 8 foto 41.

Além do conhecimento desses fatos e sugestões interpretativas, assinala-se a complexa estruturação, a cronorradiometria arqueano-proterozóica inferior, os aspectos metamorfomigmáticos e os diques anfibolíticos, como caracteres das UM e USP, e do CGM, que os distinguem do GO. Enquanto isso, a diferenciação entre o GO e o CC é calcada nos seguintes dados:

a) o estilo estrutural das supracrustais do GO é bem mais simples do que nas do CC e, pelo menos ao nível da Folha Catarina, não foram observadas evidências da tectônica tangencial e dos *sheets* de metagranitóides cedo- a sintangenciais (não- orogênicos e similares aos ortognaisses do cinturão Pan-Africano Oeste, com datações em 1.750 e 1.850m.a., na concepção de Caby & Arthaud, op. cit.) registrados no CC;

b) existência de diques anfibolíticos (metadiabásios) cortando os quartzitos, micaxistos e paragnaisses do CC (ex.: serra da Areia, na Folha Mombaça), provavelmente relacionados ao magmatismo máfico-ultramáfico do GO;

c) relação de discordância metamórfica, tendo-se litótipos de GO com paragênese que denuncia, no máximo, condições de PT da fácies anfibolito de baixa pressão (estaurolita, andalusita, diopsídio e rara microclina; Sá et alii, op. cit.); enquanto o CC encontra-se maiormente situado na fácies anfibolito (sillimanita, cianita, estaurolita, microclina), chegando à zona da anatexia (formação de migmatitos), que leva o CC a confundir-se com o CGM). Este pensamento pode não traduzir um comportamento regional, tendo-se em vista que Jardim de Sá et alii (1986) descrevem, para o extremo-oeste do estado do Rio Grande do Norte (figura II.4.2), lentes de quartzitos com cianita, encaixados numa seqüência vulcanossedimentar monocíclica do Proterozóico Médio/Superior (Ciclo Brasiliano). Mesmo assim, Brito Neves (1989, com. verbal) aponta idades radiométricas do Proterozóico Inferior para corpos intrusivos nessa seqüência.

4.3 As Deformações

4.3.1 As fases D_{n-1} e D_n

A fase deformacional D_{n-1}, como responsável por uma trama tectônica pré-D_n (D_1) da "Sequência de Tróia", foi reconhecida, sem nenhum tratamento descritivo-geométrico, por Pessoa & Archanjo (op. cit.), estando impressa nos ortognaisses e migmatitos arqueanos da Unidade Pedra Branca, que ocupam espaços do quadrante noroeste da Folha Mombaça (vizinha setentrional).

Na Folha Cartarina, em virtude das fortes modificações petroestruturais decorrentes das fases tectonometamórficas do Proterozóico, que propiciou um intricado e controvertido arranjo entre as supracrustais do CC e do CGM, a fábrica tectônica de D_{n-1} não foi devidamente reconhecida. Mesmo assim, marcou-se como prováveis S_{n-1} a foliação/bandamento composicional desenhado em dobras intrafoliais envolvendo "gnaisses cinzentos" (migmatitos), de aspecto ortoderivado, distribuídos em alguns segmentos do CGM (especialmente na Subunidade Truçu-Catarina) e na UM.

A fase D_n encontra-se materializada, preferencialmente, por uma foliação/bandamento composicional (S_n) penetrativo em diversos conjuntos pré-cambrianos cartografados (fotos 5,6, 7 e 19), excluindo-se os granitóides ligados ao regime trancorrente D_{n+3}, além do GO e das intrusivas máfico-ultramáficas que ocorrem, maiormente, na USP. Ainda, deve-se ressaltar que a similaridade entre as deformações das paraderivadas gnáissico-micaxistos-quartzíticas do CGM (ex.: segmentos da Subunidade Flamengo; foto 19) e do CC, levou a adoção de S_n como S_1 do CC.

Nas rochas gnáissico-migmatíticas, o bandamento relacionado a D_n é desenhado por leitos quartzofeldspáticos esbranquiçados (leucossomas), geralmente estreitos e descontínuos (figuras II.4.6 a II.4.9 e fotos 5 a 7 e 19), que realçam o arranjo mesoestrutural, intercalados com bandas cinzentas (biotita-gnaisses) ou escuras (anfibolitos, biotita-anfibólio gnaisses e melanossomas biotíticos). Enquanto isso, nos micaxistos e paragnaisses aluminosos, pouco migmatizados, as superfícies S_n mostram-se constituídas por minerais micáceos (biotita e muscovita) bem desenvolvidos, em parte associados à sillimanita e, mais raramente, à cianita e estaurolita (superpostas?).

Em decorrência do intenso e extensivo paralelismo de S_n e S_{n+1}, os parâmetros direcionais e de mergulhos dessas superfícies são frequentemente os mesmos, só oscilando nas zonas de fechamentos das dobras (figuras II.4.6 a 9). Por isso, o tratamento estatístico ciclográfico de S_n foi efetuado em conjunto com o de S_{n+1} (subitem 4.3.2).

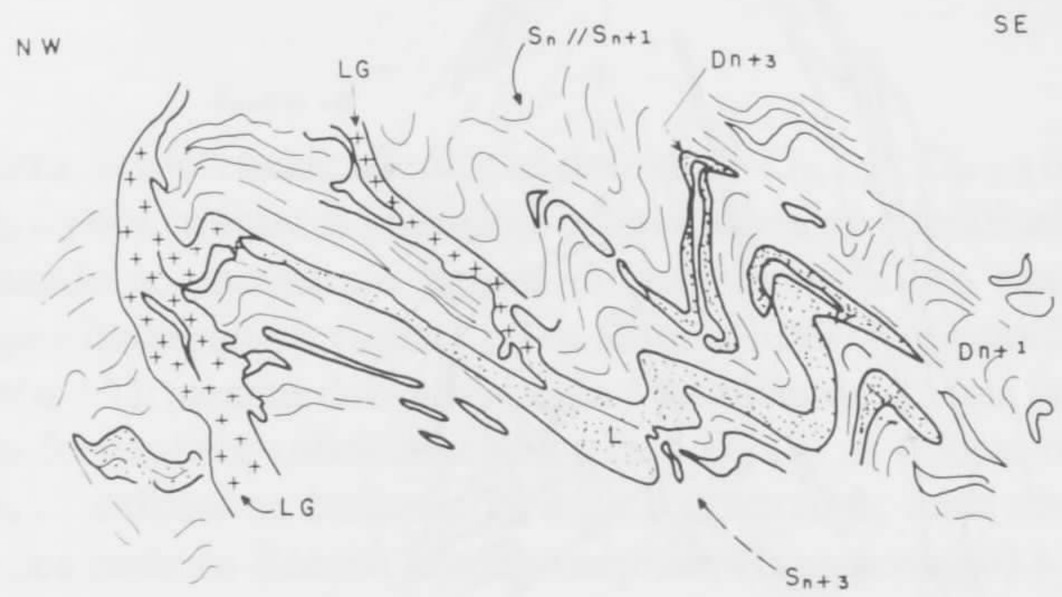


Figura II.4.6 – Aspectos geométricos, em superfície inclinbana, de dobras de D_{n+3} dobras mergulhantes inclinadas), com vergência NW, num segmento caracterizado por interferência do tipo 3 (Ramsay, 1967). Notam-se, além dos domínios leucossomáticos (L) associados a S_N corpos leucogranitóides grosseiros (LG), mais jovens, dispostos quase plano-axial de D_{n+3}. Local: sític Caiçaras (estação MF-561; Complexo Gnáissico-Migmatítico).

O bandamento composicional, além de exibir as modificações impostas por D_{n+1} e D_{n+3} chegando à transposição e a uma trama milonítica recristalizada (secção Truçu-Catarina), mostra-se energicamente alterado ou mesmo apagado (faixas filoníticas) nos sítios de mais alto *strain* de D_{n+3}.

Geralmente, conformáveis a S_n/S_{n+1} do CC e CGM, encontram-se *sheets* de granitóides gnaissificados (granitos e granodioritos), de grã média a grossa, com variedade facoidal, em parte budinados.

A lineação mineral (lm,n + 1), dada por biotitas e/ou anfibólios, além da sillimanita, chega a se confundir com a lineação dos estiramentos de D_{n+1} de direção NW-SE (seção Acopiara-serra do Maia), com mergulhos variáveis.

O metamorfismo M_n, a partir da associação andesina-hornblenda das metabásicas, dispostas segundo a foliação S_n dos ortognaisses granitóides da UM, e da sillimanita, cianita e microclina nos paragnaisses, atingiu a facies anfibolito alto, chegando à anatexia.

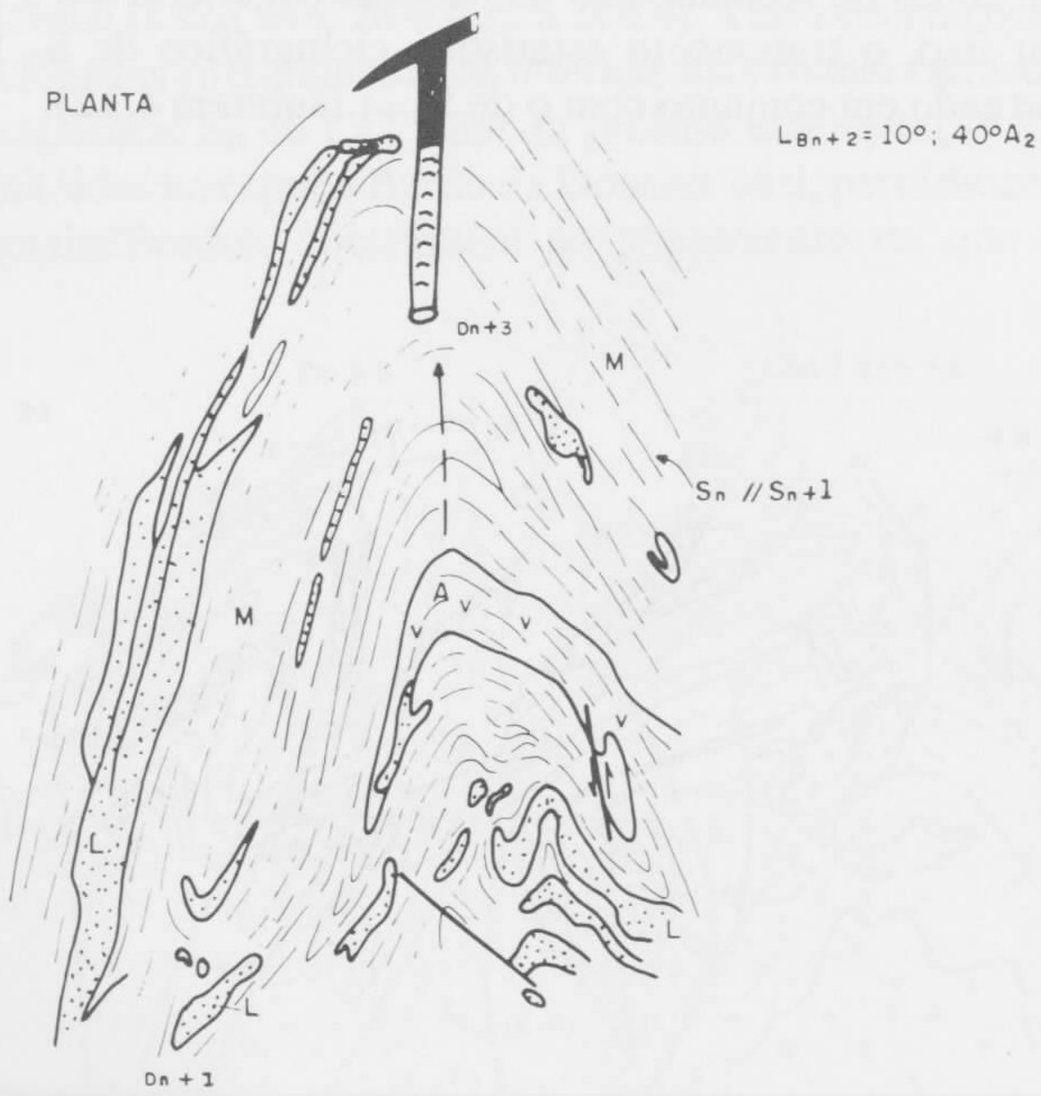


Figura II.4.7 – Mesodobras de D_{n+3} interferindo em dobras de D_{n+1}, segundo o modelo coaxial em laço (Complexo Gnáissico-Migmatítico). A anfibolito/anfibólio-gnaisse; B biotita-gnaisse; L leucossoma quartzofeldspático. Local: sítio Francisco (estação MF-588). Seção inclinada.

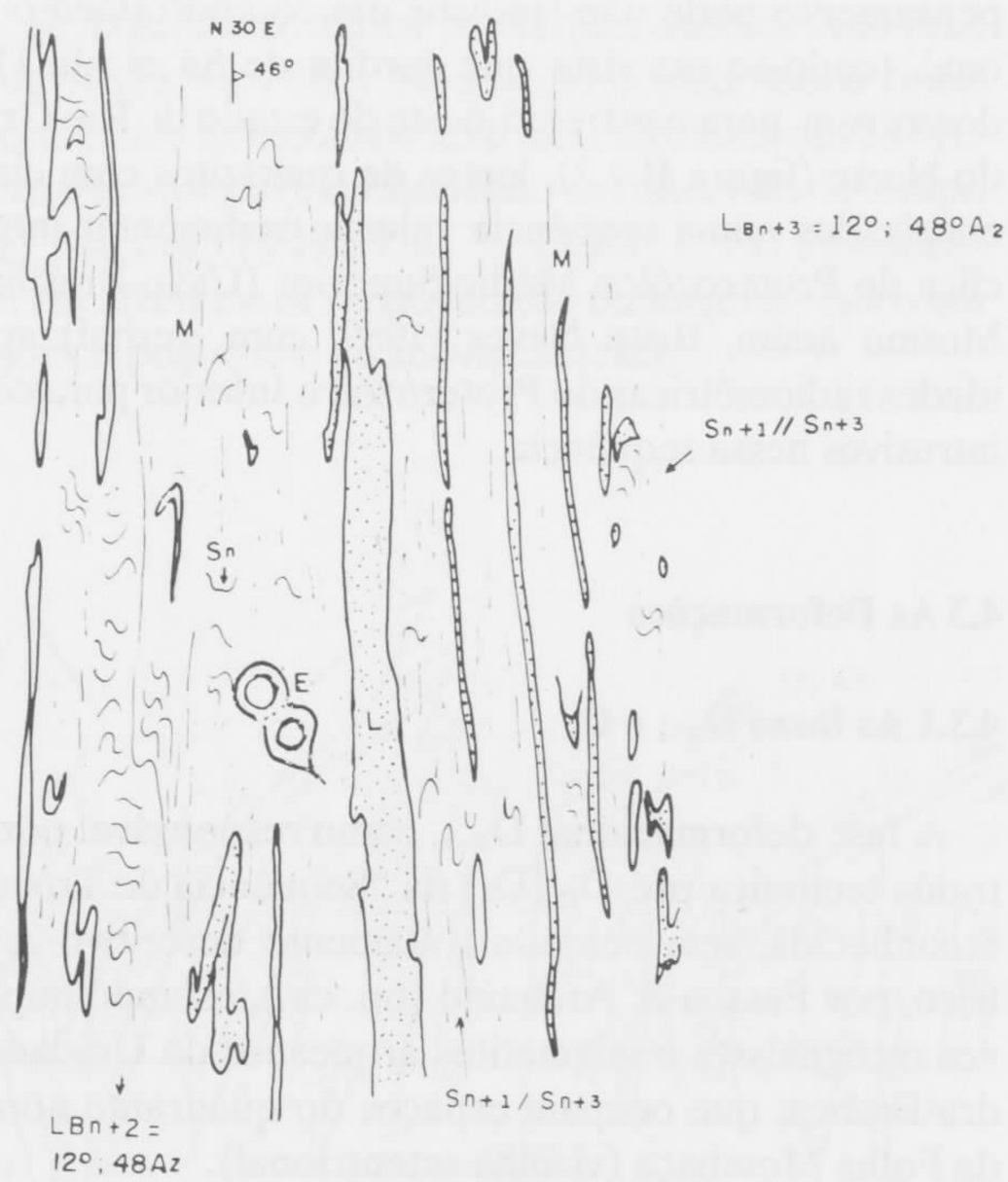


Figura II.4.8 – Migmatito estromático exibindo forte estiramento e estrangulamento de flancos de mesodobras D_{n+1}/D_{n+3}, com foliação plano-axial milonítica. L leucossoma quartzofeldspático; M mesossoma biotita-gnáissico (orto?); E escala (bússola Burton aberta). Local: sítio Francisco (estação MF-591). Seção em planta.

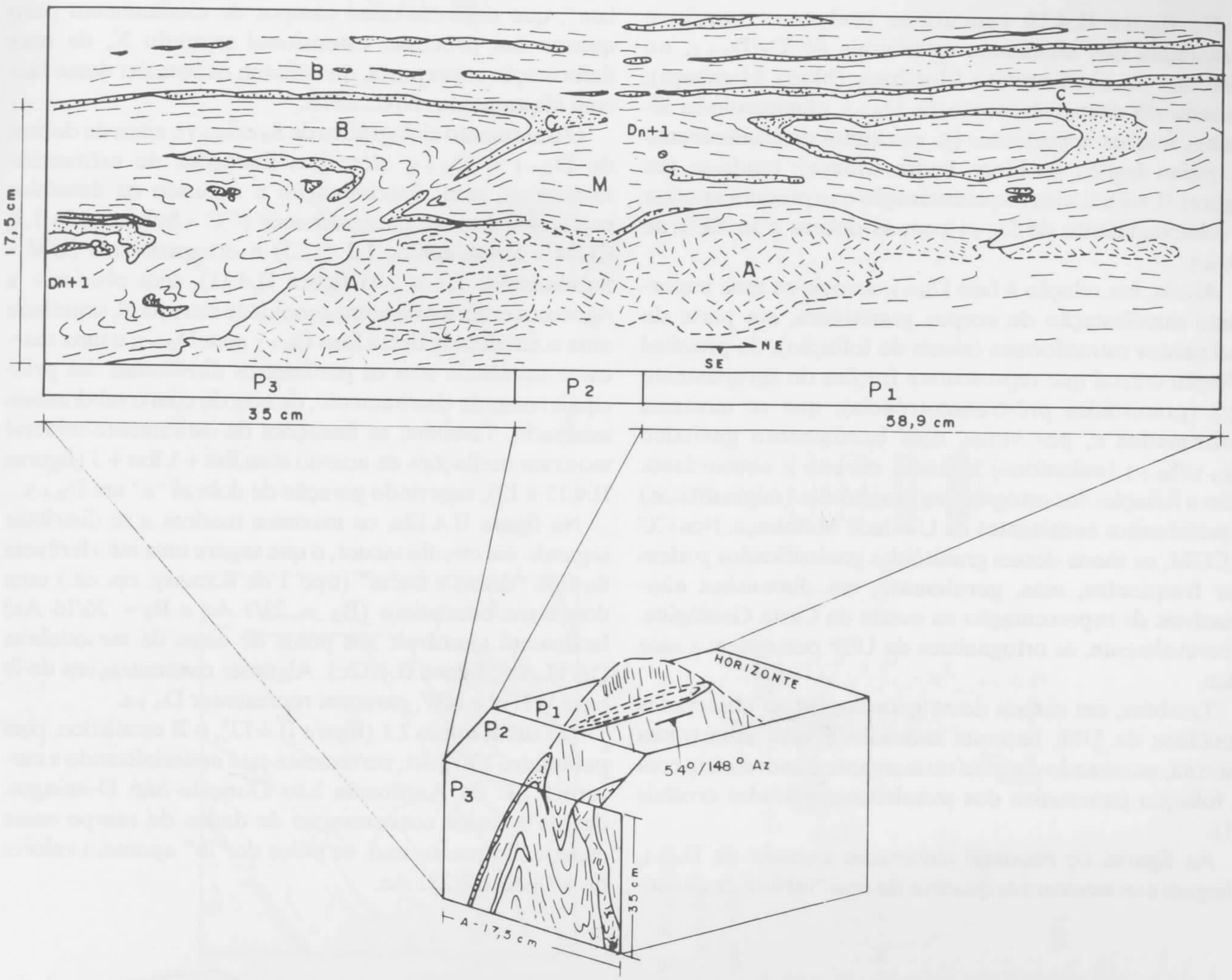


Figura II.4.9 – Arranjo geométrico de mesodobras de D_{n+1} com eixos curvos, envolvendo rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico (Subunidade Flamengo). P_1 planta; P_2 superfície pouco inclinadas; P_3 superfície quase vertical; A metaleucognaisse pegmatóide, exibindo jazimento plano-axial; L leucossoma quartzofeldspático, em níveis descontínuos (boudins); M mesossoma de biotita-gnaisse. Local: sítio Lajeado (estação FM-44).

4.3.2 Fase D_{n+1}

Trata-se de uma importante fase de tectonização e metamorfismo regionais, maiormente sublinhada por uma foliação penetrativa (S_{n+1}) de plano axial, associada a uma mecânica deformativa tangencial de vergência NW que, na Folha Mombaça, foi considerada (Pessoa & Archanjo, 1984) como responsável pela geração de nappes ou de estruturas imbrincadas (*tectonic slides*) da região Mineirolândia-Pedra Branca-Cruzeta (Riachão do Banabuiú).

As dobras de D_{n+1} mostram-se com geometrias recumbentes, isoclinais e assimétricas, geralmente apertadas e com foliações plano-axiais penetrativas, além de dobras em bainha em diversos estágios de desenvolvimento e intrafoliais bastante estiradas (figuras II.4.6 a 9).

Nos segmentos com maior taxa de deformação superposta, a diferenciação entre as dobras de D_{n+1} e D_{n+3} ou D_{n+3} nos conjuntos gnáissico-migmatíticos, só é facilitada quando se encontram figuras de interferência dos tipos *laço* e bumerangue (tipos 2 e 3 de Ramsay, 1967) ou quando $Lx(n+1)$, mesmo dobrada, ainda é visualizada. Já nas faixas fortemente solicitadas pelas fase D_{n+3}, as dobras de D_{n+1} exibem-se bastante giradas e apertadas, com situações onde os flancos foram rompidos (transposição) e a lineação $lb(n+1)/lb(n+2)$ transladada chega a denunciar giros de até 90 (figuras II.4.5 e 10).

A lineação de estiramento e/ou mineral ($ln+1$), desenhada nas superfícies $S_{n//Sn+1}$, aparecem geralmente dobradas e com *rakes* variáveis, materializando as energéticas perturbações desencadeadas especialmente, durante os cisalhamentos transcorrentes e o vasto plutonismo granitóide associado e relacionado a D_{n+3}.

Na figura II.4.10 procura-se realçar a rotação e translação dos elementos estruturais de D_n/D_{n+1}, no cinturão de cisalhamento Mombaça (bloco Mombaça), quando do desenvolvimento de D_{n+3}, eliminando-se algumas feições importantes (p. ex.: zonas de cisalhamento de baixo ângulo do bloco Pedra Branca); tendo-se nas figuras II.4.4 e 5, uma esquematização que procura apontar o relacionamento de D_{n+1} com as dobras e as ZC's de D_{n+3}.

Ainda, em relação à fase D_{n+1}, associa-se uma importante manifestação de corpos granitóides, em parte de jazimentos estratiformes (*sheets* de foliação), de provável filiação crustal que representam frações do agrupamento $P\gamma 2$ (granitóides pré-transcorrência), que se mostram deformados e, por vezes, com bandamento gnáissico $S_{n+1}//S_{n+3}$ (milonítico) bastante estreito e concordante com a foliação dos ortognaisses granitóides (migmatíticos) e metabasitos encaixantes da Unidade Mombaça. Nos CC e CGM, os *sheets* desses granitóides gnaissificados podem ser frequentes, mas, geralmente, em dimensões não-passíveis de representação na escala da Carta Geológica. Provavelmente, os ortognaisses da USP pertencem a essa fase.

Também, em corpos dessa geração, foram observados xenólitos da UM, bastante estirados e com uma trama interna, mostrando discreta ou marcante discordância com a foliação penetrativa dos metaleucogranitóides crustais (?).

As figuras de *boudins*, elaboradas quando de D_{n+1}, chegam a se mostrar em quadros do tipo "tablete de chocolate", que sugerem tanto campos de cisalhamento puro quanto um processo extensional segundo X, de uma deformação superposta, que dilatou os *boudins* dessa fase com afastamentos NNE e NE.

O tratamento ciclográfico de S_n e S_{n+1} e eixos de dobras de D_{n+1} e D_{n+2}, além das lineações de estiramento/mineral, sem discriminação e segundo os domínios preferencialmente paragnáissicos (CC - Subdomínio 1.1; CGM - Subdomínios 1.2 e 1.3) e ortognáissicos (UM - Subdomínios 2.1 a 2.4) figura II.4.11), sem obedecer a rigorosos critérios de homogeneidade estrutural, sintetizou uma coaxialidade dessa fase D_{n+1} com D_{n+2}, e uma marcante coerência com os parâmetros direcionais das principais zonas de cisalhamento, de acordo com o subdomínio analisado. Também, as lineações de estiramento/mineral mostram oscilações de acordo com $lbn+1/lbn+3$ (figuras II.4.11 a 13), sugerindo geração de dobras "a" em D_{n+3}.

Na figura II.4.12a, os máximos tendem a se distribuir segundo um círculo menor, o que sugere uma interferência do tipo "domo e bacia" (tipo 1 de Ramsay, op. cit.) com dois eixos estatísticos (B_2 = 23/7 Az e B_3 = 26/16 Az) facilmente ajustáveis aos pólos de eixos de mesodobras (16/11 Az); figura II.4.12c). Algumas concentrações de lb para WNW e NW, parecem representar D_{n+4}.

No subdomínio 2.1 (figura II.4.13), o B estatístico, com parâmetro 15/73 Az, certamente está materializando a curvatura SE da Antiforma São Gonçalo-São Domingos, devido à maior concentração de dados de campo nesse espaço. Enquanto isso, os pólos de "lb" apontam valores de 8/43 Az e 2/221 Az.

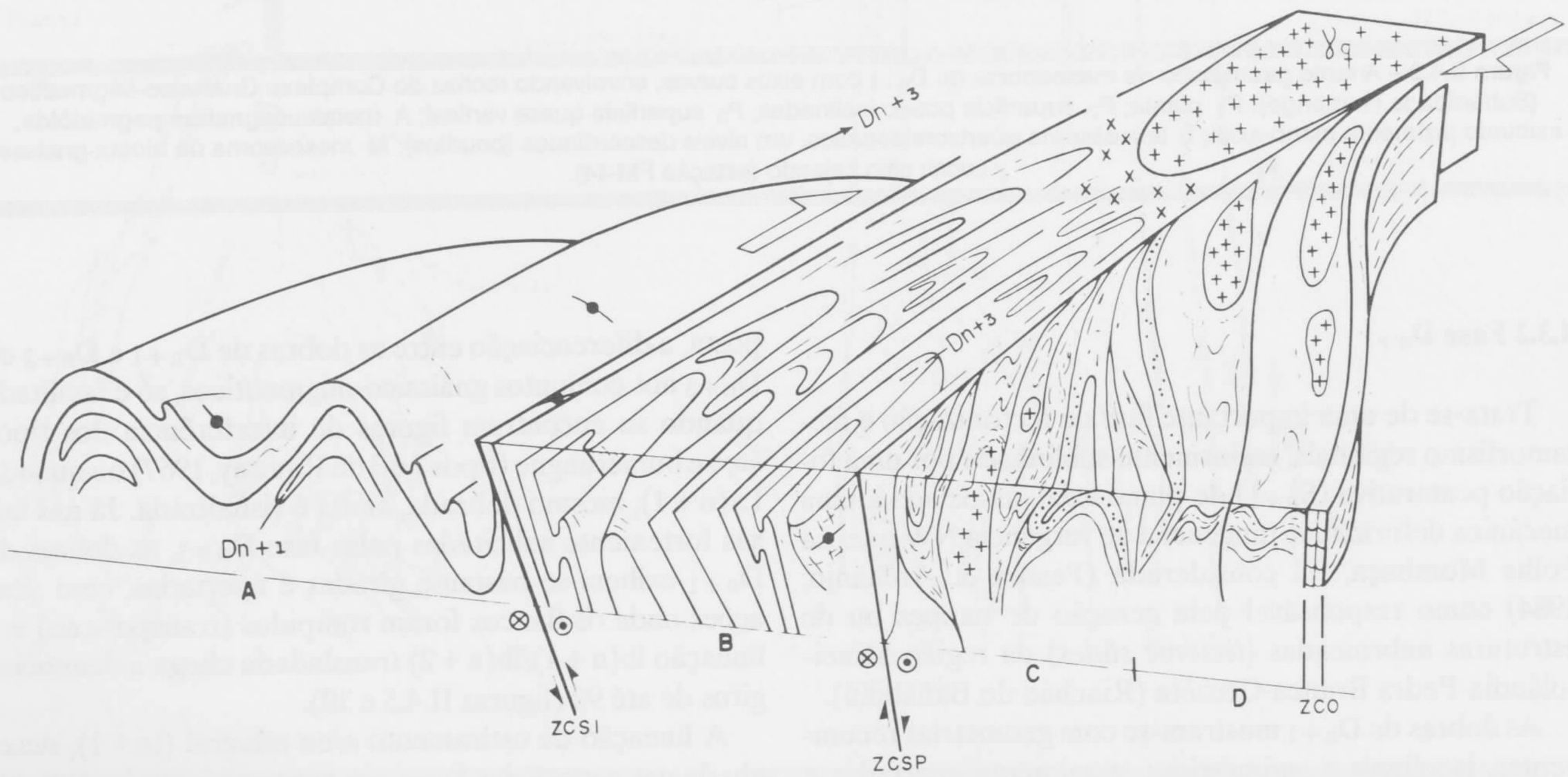


Figura II.4.10 – Esboço estrutural simplificado de segmentos crustais dos blocos Pedra Branca (A), Mombaça (B) e Banabuiú (C - segmento Zorra; D - segmento Acopiara), realçando os arranjos geométricos das deformações D_{n+2}/D_{n+3} e alguns espaços ccupados por plutônicas granitóides de **emplacement** ligado ao regime transcorrente (destaque para o Complexo Granitóide Quixeramobim - Yq).

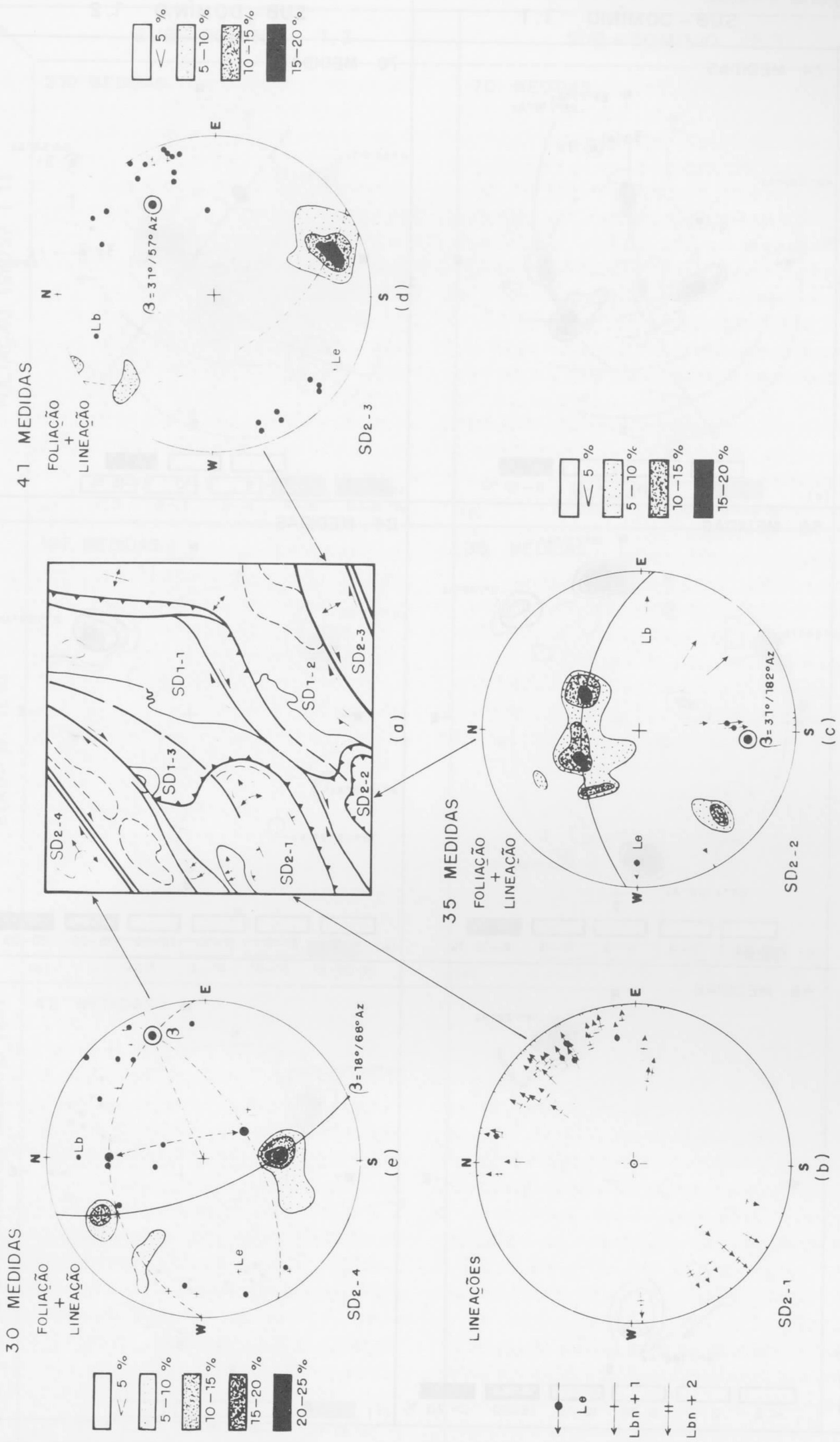


Figura II.4.11 – Localização dos subdomínios estruturais (a) e projeções ciclográficas das foliações S_n e S_{n+1} e das lineações de estiramento mineral (L^x) e de eixos B (l_b), na rede de Schimidt (hemisfério inferior). SD - subdomínio.

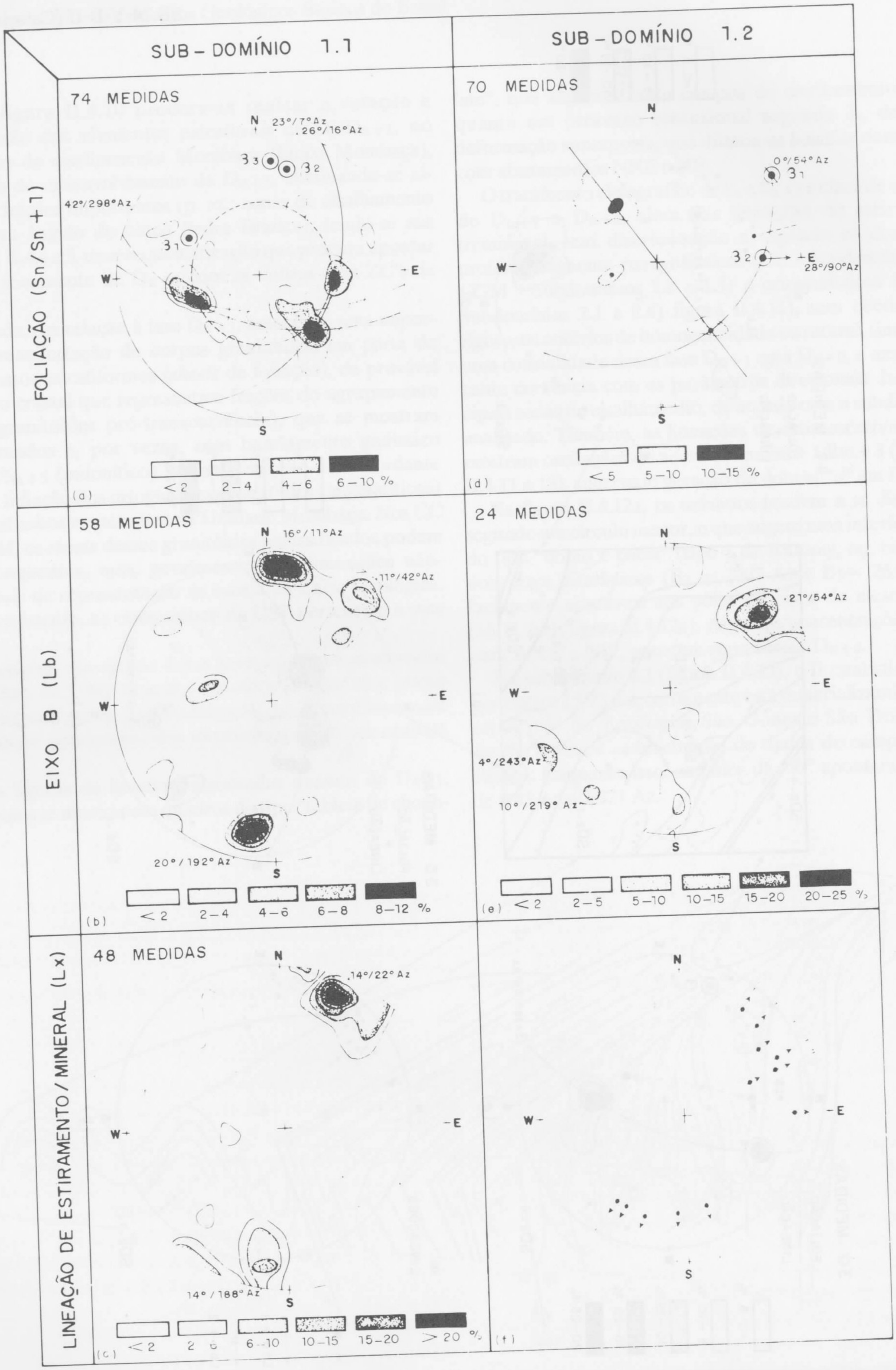


Figura II.4.12 – Representação ciclográfica (projeções segundo a rede de Schmidt, hemisfério inferior) de dados estruturais dos subdomínios 1.1 e 1.2.

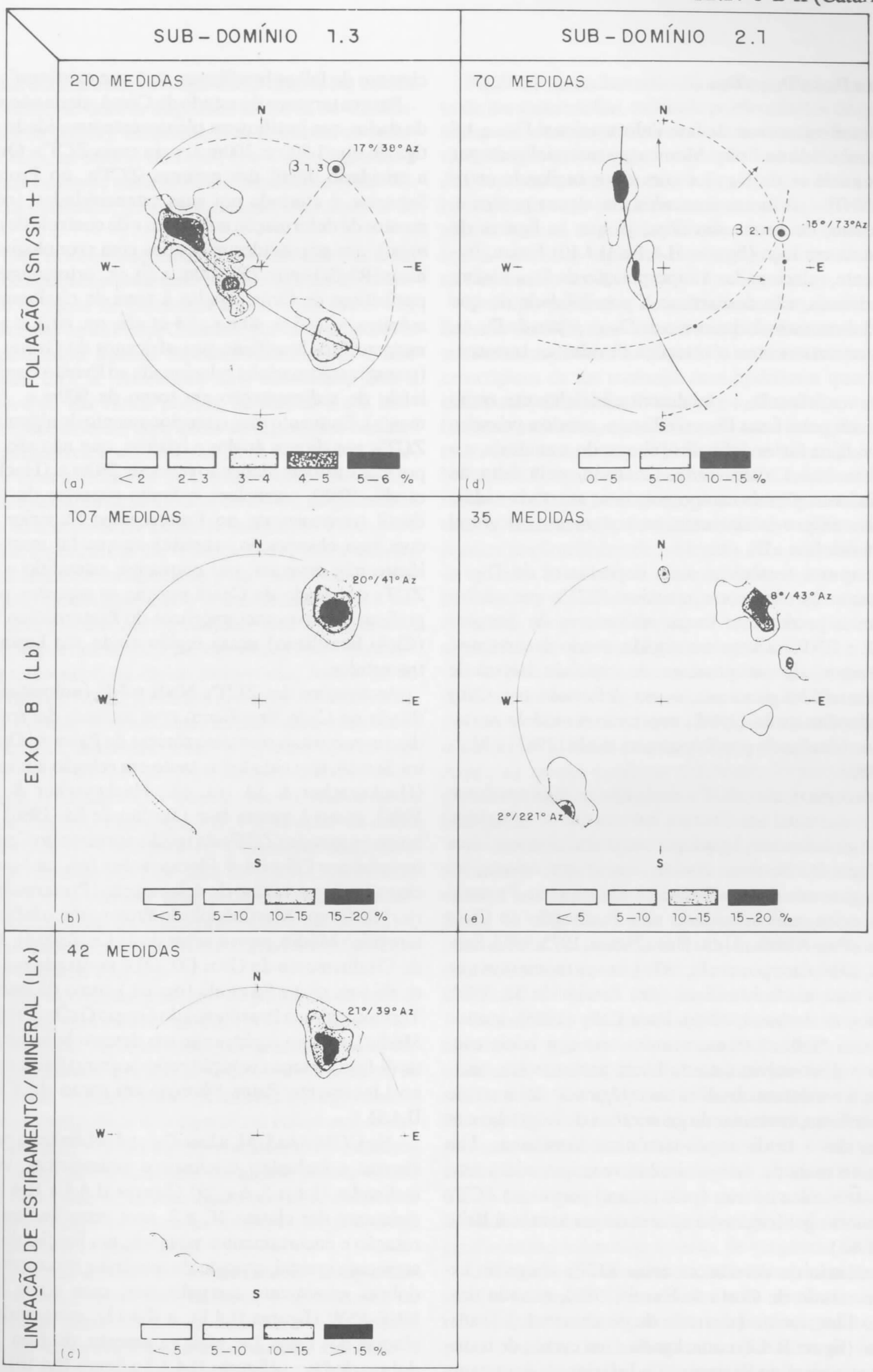


Figura II.4.13 – Representação ciclográfica (rede de Schmidt, hemisfério inferior) de dados estruturais dos subdomínios 1.3 e 2.1.

4.3.3 Fases $D_{n+2}/D_{n+3}/D_{n+4}$

Elementos estruturais da fase deformacional D_{n+2}, tal como reconhecida na Folha Mombaça - materializada por dobras coaxiais às de D_{n+1} e com eixos oscilando entre NNW e NNE - só foram marcados em alguns pontos e, assim mesmo, de forma duvidosa, já que as figuras de interferência em laço (figuras II.4.4 a II.4.10) foram, freqüentemente, relacionadas à superposição de D_{n+3} sobre D_{n+1}. Ademais, não descarta-se a possibilidade de que algumas dobras assinaladas como de D_{n+3} sejam de D_{n+2}, exibindo encurtamentos e rotações devidas as transcorrências.

Por sua vez, a fase D_{n+3} foi descrita, inicialmente, como representada pelas fases D_{n+2a} e D_{n+2b}, sendo a primeira desenvolvida na fácies anfibolito, chegando a anatexia, e a segunda na fácies xisto-verde. Contudo, pela falta de maiores informações de campo, julgou-se acertada a idéia de executar-se, provisoriamente, um tratamento estrutural em uma única fase - D_{n+3}.

As estruturas tectônicas mais importantes de D_{n+3}, relacionam-se às extensas e intensivas ZCT's que sublinham os mais persistentes traços retilineares de direções NNE, NE e ENE da área investigada, sendo decorrentes, provavelmente, de um processo de expulsão lateral de blocos crustais longitudinais, como delineado por Caby (1988) e Jardim de Sá (1988), evocando o modelo norte-himalaiano idealizado por Topomoier et alii (1983) e Mattauer (1986).

A cronologia dessas ZCT's ainda não ostenta um denominador consensual aos diversos autores que se reportam, parcial ou globalmente, à geologia estrutural e/ou tectônica da Província Borborema. Assim, tem-se ora colocações que advogam um desenvolvimento anterior ao Proterozóico Superior, mas admitindo uma reativação no Ciclo Brasiliano/Pan-Africano (ex.: Brito Neves, 1975; 1983; Santos et alii, 1984; Campos et alii, 1979), ora pensamentos que apontam uma idade brasiliana (ex.: Jardim de Sá, 1984; 1988; Caby & Arthaud, 1986). Para Caby (1988), grande parte dessas "falhas" transcorrentes teve seu início controlando o desenvolvimento da bacia proterozóica, mostrando-se ativa durante os diversos estágios de deformação e metamorfismo, controlando geometrias de isógradas e as intrusivas sin- a tardi- e pós-tectônicas brasilianas. Um pensamento mais ou menos similar, mas que adota uma idade proterozóica inferior (pelo menos) para essas ZCT's (lineamentos e geofraturas) é externado por Santos & Brito Neves (1986).

A tendência de envelhecer essas ZCT's chega ao extremo no estudo de Costa & Hasui (1988), quando descrevem o Lineamento (cinturão de cisalhamento) Transbrasiliano (figura II.4.2) como ligado a um evento de transcorrência sinistral do Proterozóico Inferior ou Arqueano, seguido de falhamentos transcorrentes do Proterozóico Médio, relacionados a um binário dextral. Para os mesmos autores, "esta colocação levanta o problema do reconhecimento de falhas brasilianas, se é que existiram".

Para os terrenos do estado do Ceará, ainda não se dispõe de dados que justifiquem plenamente uma idade mais antiga do que 1.800 ± 100m.a. para essas ZCT's. Outrossim, a atividade dúctil das mesmas ZCT's, no Proterozóico Superior, é atestada por suas extensividades, (como elementos de deformação milonítica e de controle de *emplacement*), aos granitóides marcados com cronologias isocrônicas (Rb/Sr) entre 750-600m.a. (p. ex.: ortognaisses microporfiríticos de Orós, ligados à zona de cisalhamento homônima = 665 ± 40m.a.; Sá et alii, op. cit.), e aos parametamorfitos brasiliano-pan-africanos do Grupo Ubajara (transgressão marinha relacionada ao Evento Bambuí, com início de sedimentação em torno de 900m.a., provavelmente). Enquanto isso, o seccionamento de algumas dessas ZCT's por diques ácidos e básicos, que não são afetados por elas e exibem idades ao redor de 580m.a. (Hackspacher et alii, 1988), estabelece o limite superior da mecânica dúctil transcorrente no Proterozóico Superior. Mesmo com essa observação., acredita-se que tal marco cronológico não deve ser, por enquanto, estendido a todas as ZCTs do estado do Ceará porque os aspectos paleogeográficos e tectonometamórficos do Proterozóico Superior (Ciclo Brasiliano) nessa região ainda são bastante controvertidos.

As ligações das ZCT's NNE e NE (milonitização creditada no Ciclo Brasiliano) com as fases deformacionais das supracrustais transamazônicas da Faixa de Dobramentos Seridó, têm sido feitas tanto em relação à terceira fase (Hackspacher & Sá, op. cit.; Hackspacher & Oliveira, 1986), como à quarta fase (Jardim de Sá, 1986). Por seu turno, as grandes ZCT's da região noroeste do Ceará foram tratadas por Oliveira & Hackspacher (op. cit.) como relacionadas à quarta fase de deformação (Proterozóico Superior) do Grupo Martinópole do Proterozóico Inferior (Proterozóico Médio, para o autor deste Capítulo 4). Já a Zona de Cisalhamento de Orós (ZCO) é mostrada por Macedo et alii (op. cit.) e Sá et alii (op. cit.) como da fase 3 (Ciclo Termotectônico Brasiliano) do Grupo OrÓs (Proterozóico Médio), mesmo registrando um desenvolvimento iniciado tardi-fase 2 e uma evolução cedo- a sintectônica em relação ao Lineamento Patos (direção em torno de EW; figura II.4.3).

No CGM e na UM, a fase D_{n+3} é sublinhada por dobras abertas e fechadas, isoclinais e assimétricas, verticais e inclinadas (fotos 5, 6 e 19) (figuras II.4.4 a II.4.10), especialmente das classes 1C e 2, com taxas incrementais de rotação e encurtamentos variáveis, em função do *strain* do segmento crustal, quando da mecânica transcorrente. São dobras geralmente mergulhantes, com eixos NE-SW e NNE-SSW (figuras II.4.11. a II.4.13), mostrando interferências dos tipos 3 e, mais raramente, do tipo 2, com as dobras de D_{n+1} (figuras II.4.4 2 a figura II.4.10). Na seção Acopiara-Mel, as figuras de bumerangue apontam dobras de D_{n+1} com eixos originalmente direcionados segundo SE-NW, e com vergência SW.

Nos sítios demais alto *strain* aparecem dobras em bainha (foto 39); tendo-se dobras angulares na Zona de Cisalhamento Hebron (ZCH). Enquanto isso, nas áreas de influência das ZC's, as dobras de D_{n+1} (ou $D_{n+2?}$) giradas e com comprimentos de onda bastante encurtados (foto 41), chegam a se confundir, geometricamente, com aquelas de D_{n+3}.

Para o GO, as deformações dúcteis conhecidas na área-tipo, são consideradas como intimamente ligadas ao desenvolvimento da Zona de Cisalhamento de Orós (Sá et alii, 1987), marcando-se na Folha Catarina, por falta de maiores detalhes de campo, apenas aspectos relacionados à fase D_{n+3}. Nesse GO, se reconhece uma xistosidade fina e penetrativa que, em vários pontos, associa-se a um bandamento composicional, com leitos de espessuras oscilando entre milímetros e centímetros (foto 30), sendo constituído por uma alternância de bandas metapelíticas, metassíltíticas e metareníticas. Dobras de D_{n+3}, de geometria isoclinal e com superfícies axiais de mergulhos fortes para SE só foram descritas em um único ponto e, assim mesmo, numa zona bastante influenciada pela "falha" de Jordão. Todavia, pelo paralelismo entre o acamadamento e a xistosidade, deve predominar no conjunto dobras isoclinais.

As mais importantes ZC's cartografadas com desenvolvimento preferencial na fácies xisto-verde, foram as de Senador Pompeu (ZCSP), Aiuaba (ZCA) e Jordão (ZCJ). As demais exibem, normalmente, intensidades menores e, de certa maneira, assumem posturas sigmoidais, com segmentos SW-NE e SSW-NNE distribuídos nos terrenos balizados pelas referidas ZC's. Dentre estas destacam-se as de Hebron (ZCH), Flamengo (ZCF), Riacho do Saco Grande (ZCRSG) e Catingueira (ZCC). Além disso, limitando a UM (área de São Gonçalo) do CGM (Subunidade Flamengo), foi desenhada uma provável zona de cisalhamento contracional de idade pré-transcorrência D_{n+3}, conforme os dados obtidos na Subunidade Flamengo (figuras II.4.1 e 9) (fotos 19 e 42).

Essas ZC's são denunciadas por largas faixas de rochas miloníticas (seg. conceito de Sibson, 1977) em níveis diversos de deformação, representadas por protomilonitos, milonitos e ultramilonitos/filonitos, onde os porfiroclastos se relacionam com a matriz numa nítida configuração decorrente de fluxo milonítico não-coaxial ou rotacional (cisalhamento simples). Rochas da "Série Cataclasito", atestando regime frágil, são assinaladas em alguns pontos dessas ZC's. Tal fato pode denunciar tanto cortes transicionais dúctil-frágeis quanto incrementos tardios em regime frágil ou recorrências bem posteriores.

Os litótipos miloníticos exibem bandamento composicional grosso e fino a muito fino; tendo-se o caráter mais ou menos bandado como função da rocha-mãe e da heterogeneidade do *strain*, como pode ser observado nas ZCSP e ZCA, dentre outras. Em certos sítios (ex.: ZCSP), a deformação dúctil de granitóides porfiríticos levou à geração de tectonitos bandados, onde coexistem, lado a lado, leitos milicentimétricos de termos distintos da Série Milonito.

Na ZCSP, as rochas miloníticas chegam a tomar o aspecto de um metarriolito, exibindo porfiroclastos de quartzo e feldspato, com os primeiros mostrando significativa individualização em subgrãos e extinção ondulante, e os segundos, representados pela microclina e plagioclásio, exibindo intercrescimento pertítico e saussuritização, respectivamente. Nestas, a associação quartzo-mica branca (muscovita + sericita) - epidoto-clorita atesta um metamorfismo na fácies xisto-verde.

Um tipo particular de milonito ocorre na área de influência da ZCJ, que toma a compleição mesoscópica de um metaconglomerado (foto 11), mas com caracteres microscópicos de um tectonito com nodulosos quartzossillimaníticos (sillimanita + quartzo + muscovita + sericita) bastante estirados, materializando uma lineação 15/65Az, marcada numa superfície milonítica (S_{n+3}) de N70E/70SE, conforme a postura da ZCJ nesse sítio (afloramento MS-116). Microscopicamente, a matriz é constituída, basicamente, de quartzo, micas e sillimanita, com poucos porfiroclástos de feldspato. Nos nódulos, os grãos de quartzo se mostram recristalizados e, em parte, com inclusões de sillimanita. Esta, juntamente com a muscovita e biotita, chega a se dispor ao redor dos porfiroclastos sigmoidais de quartzo (fotomicrografia 2).

Nos protomilonitos de rochas básicas, com paragênese da fácies xisto-verde, encontram-se anfibólios rotacionados, em porfiroclastos sigmoidais, e feldspatos com nítidas sombras de pressão (recristalização de quartzo e micas). Aqui, as micas também ostentam formas sigmoidais ("micas-peixe"), geralmente envolvendo porfiroclastos de feldspatos.

A estrutura do tipo "mica-peixe" é mais comum nos micaxistos e gnaisses miloníticos do CC, chegando, às vezes, a ser uma característica bem constante (ex.: ZCH; figura II.2.14) nos locais onde se delineam em meso e microescala as superfícies S-C-C'. Budinagens mineral, especialmente envolvendo quartzo e turmalina (figuras II.2.13c, II.4.14), e de foliação, são também observadas.

Os milonitos de quartzitos, como aqueles da ZCRSG, mostram o quartzo estirado em finas faixas de extinção ondulante, lamelas de deformação e parcial processo de recuperação em subgrãos, além de estrutura *kink* (fotomicrografia 4). Ainda pode ser observado que durante o processo milonítico a biotita e a muscovita sofreram recristalização, com essa última atingindo dimensões centimétricas. Em alguns locais, como na serra do Maia, o crescimento da muscovita avança o estágio tardicinemático do cisalhamento milonítico inverso, de vergência ESE.

Utilizando-se marcadores cinemáticos de meso e microescalas (minerais rotacionados com sombras de recristalização dinâmica, sigmóides de foliação, *boudins*, "micas-peixe", bandas de cisalhamento, assimetria de dobras de arrastos e relações S-C-C'), além daqueles de macroescala (ex.: macrotrajetórias de traços de foliação), as ZC's Senador Pompeu, Auiaba e Jordão, são transcorrentes dextrais. Nestas, os caracteres de transcorrência são con-

substanciados com a verticalidade ou mergulho alto da foliação milonítica, lineação de estiramento mineral(le) de mergulho fraco (máximo 30, observado na ZCA) até a horizontalidade, além de dobras em bainha com eixos cinemáticos *x* suborizontais (foto 39). Maiores oscilações nos mergulhos das lineações de estiramento são vistas, preferencialmente, nos espaços de dobras sin-miloníticas giradas, de maior heterogeneidade mecânica dos materiais milonitizados (ex.: associação de metassedimentos do GO com granitóides) macro e mesocurvaturas das faixas miloníticas (segmentos transpressivos). No caso da ZCSP as lineações oblíquas de caimento SW sugerem subida do bloco norte (Mombaça).

Para as ZC's situadas entre a ZCSP e ZCA, os sentidos de deslocamentos nem sempre ficaram bem definidos, mormente por ter-se indicadores cinemáticos em arranjos sem representatividade estatística, por vezes ensejando sentidos de deslocamentos contrários aos observados noutros pontos da mesma ZC. Também, não foi discernido se esse problema representa incongruências de movimentos sinistrais decorrentes de D_{n+2} e os dextrais de Dn + 3, ou zonas miloníticas de D_{n+1} (faixas de baixo ângulo com vergência W-NW) dobradas e retomadas por D_{n+3}. Ainda, esse fato pode denunciar uma história complexa de movimentos direitos e esquerdos durante D_{n+3}.

No "Macrossigmóide Baixio da Donana-Zorra" (figura II.4.12), a ZCH encerra características de cinemática inversa, encerrando milonitos dobrados (foto 27) e cortados por diques de biotita granito do tipo Cangati, não deformados. Essa ZC, no sentido leste, passa a uma zona milonítica de mergulho forte (75 NW a vertical - figura II.4.4) que, no ponto observado, exibe porfiroclastos rotacionados, com sombras de pressão, indicando movimento sinistral. Essas mesmas evidências são, também, detectadas no sudeste da Folha Mombaça, opondo-se ao deslocamento dextral apontado pelas relações estruturais de macroescala, onde esse macrosigmóide parece marcar uma organização do tipo "flor", conforme o esquema apresentado por Ramsay (1987).

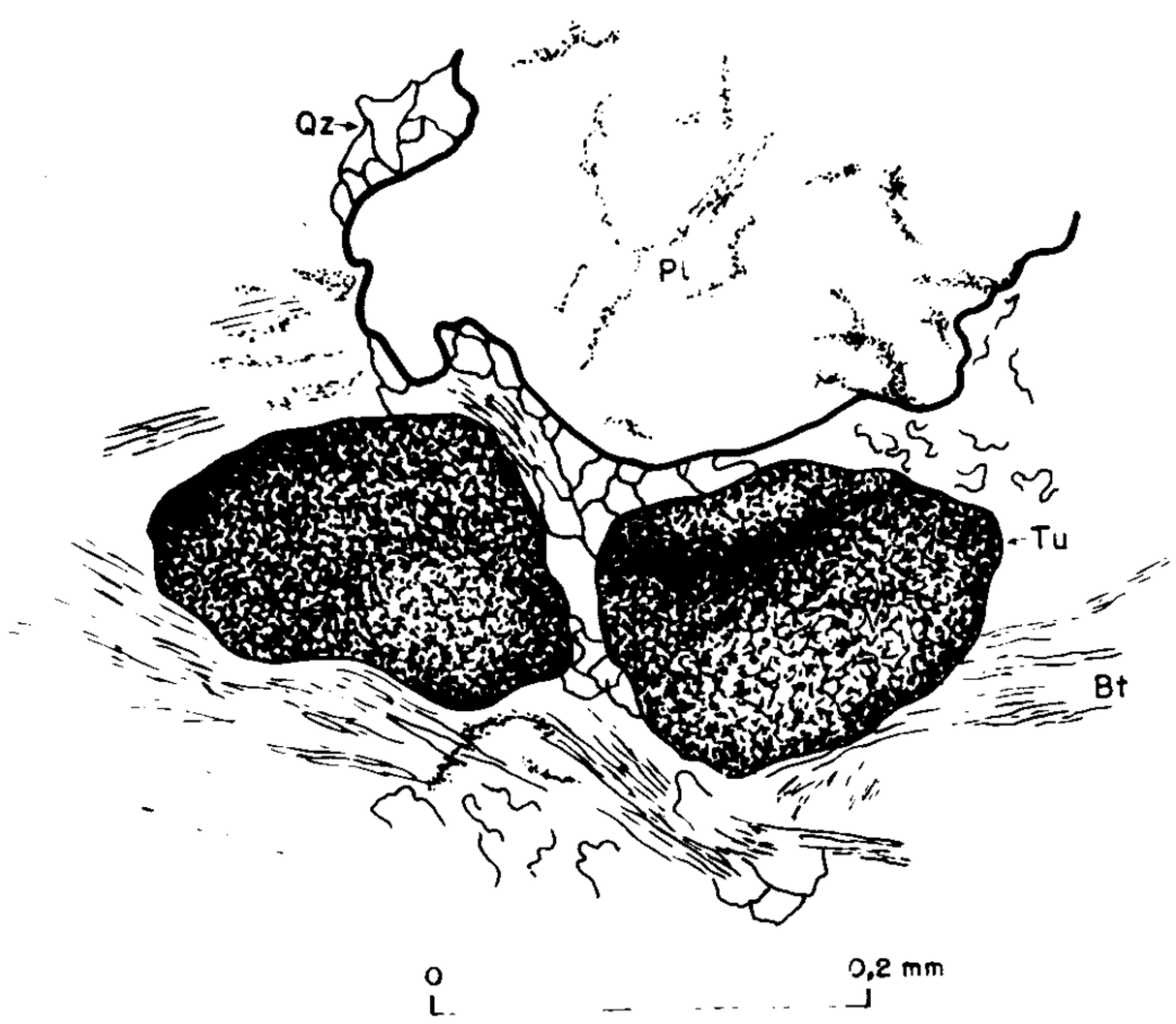


Figura II.4.14 – Detalhe microestrutural de um cristal de turmalina partido por rotação sintética em relação ao cisalhamento dextral da ZCJ. Pl - plagioclásio; QZ - quartzo recristalizado; Bt - biotita e muscovita. Local: serra do Torto (afloramento MS-104).

À fase D_{n+3}, associa-se um amplo e diversificado plutonismo granitóide, envolvendo manifestações cedo-, sin- e tardi- a pós-transcorrências (D_{n+4}), cujas características fundamentais já foram mencionadas no Capítulo 2 (Parte II), onde se pode sentir que as informações estruturais e petrológicas ainda se situam num estágio bastante preliminar. Contudo, deve-se ressaltar que, ordinariamente, as relações de campo colocam a maioria dos corpos granitóides como pós-D_{n+1} (fase tangencial sincolocação dos metaleucogranitóides inseridos nos CC, CGM e na UM). Por isso, se foi cometido algum erro na "estratigrafia" das rochas plutônicas (figura II.2.17), ele se deve, especialmente, na colocação dos ortognaisses de Camboeiro e Cajazeiras, no conjunto 3B (cedo a sintranscorrência), porque ostentam uma trama tectônica interna de baixo ângulo mais familiar aos granitóides pré-transcorrência.

Partindo-se dos poucos dados químicos e geoquímicos (Parte II, Capítulo 2), verifica-se que as informações tectônicas extraídas são coerentes com as situações admitidas (sin- e tardi- a pós-tectônica) para os conjuntos plutônicos PS3c e PSγ4 e parte do PSγ3b, conforme os dados de campo. Um caso especial é do Granitóide Mel, onde a fácies máfica (diorítica), que se encontra como encrave na fácies de megacristais (monzonítico-granodiorítica) foi tratada, litogeoquimicamente, como representando unidade pré-colisional.

A idade proterozóica superior para esses granitóides relacionados às ZCT's é freqüentemente determinada. Mesmo assim, é interessante ressaltar que os ortognaisses facoidais, associados ao magmatismo do Grupo Orós, antes pensados como do Ciclo Brasiliano, foram datados em 1.762 174m.a., por Macedo et alii (op. cit.).

Já no que diz respeito à fase D_{n+4}, ela ficou caracterizada por dobras abertas isópacas, com superfícies axiais verticalizadas ou de mergulhos altos, de dimensões métricas e com eixos suborizontalizados a valores medianos.

As superfícies S_{n+4}, onde observadas, correspondem a uma clivagem de planoaxial verticalizada e espaçada, não penetrativa e de direção preferencial SE-NW. Por vezes, encontram-se espaços axiais preenchidos por quartzo, além de superfícies S_n/S_{n+1} "riscadas" por fortes lineações de interseção imposta por S_{n+4}, e figuras do tipo domo e bacia como resultantes da interferência de D_{n+4} sobre superfícies D_{n+1}/D_n. Estas, às vezes, não são bem elaboradas, tendo como motivo uma associação das dobras de D_{n+4} com falhas NW e NNW, que denunciam condições mecânicas de cisalhamento frágil (cataclasitos e microbrechas; seção Truçu-Catarina).

As estruturas *kink-band*, mormente observadas nos micaxistos Ceará, que chegam a fazer um ângulo de quase 90 com a lineação mineral (biotita, turmalina, opacos) de mergulhos NW e SE, em superfícies dobradas, foram consideradas como cedo-D_{n+4} ou tardi- D_{n+3} (estágio terminal transpressivo).

A leste da cidade de Catarina (Serra Baixa Verde-Quandu) tem-se diques de biotita-granito fino, do tipo Cangati, que exibem jazimentos mais ou menos plano-axial às dobras D_{n+4}, com parâmetros N60W subvertical.

O posicionamento cronológico dessa fase parece situar-se entre o estágio compressional tardio das ZCT's de Senador Pompeu, Aiuaba, Jordão e correlatas, sublinhado pelo desenvolvimento de sistemas de cisalhamentos conjugados, e o preenchimento do *graben* do Cococi (figura II.4.2); correspondendo a um intervalo de tempo em que se deu a importante manifestação magmática fissural melhor assinalada no centro-oeste cearense ("Suíte Magmática Serra das Guaribas").

As idades isocrônicas (Rb/Sr) de litótipos da "Suíte Magmática Serra das Guaribas" e dos diques da "Província Subvulcânica de Macaraú" (NW do Ceará), com valores de 600m.a. (Gomes et alli, op. cit.) e 697 $\pm$ 55m.a. (Torquato et alii, 1986), respectivamente, levam a pensar numa colocação, para D_{n+4}, entre 800 e 570m.a. Números que se opõem frontalmente ao estabelecimento da fase sintectônica do Ciclo Brasiliano entre 650 e 600m.a., como admitida por vários autores.

4.3.4 Deformações pós-ordovicianas

Na área, os mais nítidos registros da tectônica pós-ordoviciana são denunciados pelos sistemas de fraturas NE, parcialmente preenchidos por diques básicos (diabásios e gabros), de espessuras variáveis e maiormente representados na zona de fraturas São Paulo-Flamengo (figura II.4.1), que se mostra em destaque no mapa aeromagnético (Capítulo 3). A referida zona ultrapassa os limites da folha e exibe uma extensão superior a 250km, que no sentido NE atinge a região de Jaguaretama (CE), onde se encontra com o sistema de diques/fraturas, de direção E-W, marcado em terrenos a sul da bacia do Apodi (estados do Rio Grande do Norte e Ceará).

Esse magmatismo filoneano certamente é cronocorrelato àquele dos diabásios da região de Mangabeira-Lavras da Mangabeira, com idades entre 169 e 180m.a. (Jurássico Inferior a Médio), revelando um sincronismo com o magmatismo Mosquito ("Evento Mosquito" de Sial et alii, apud Gomes et alii, op. cit.) na bacia do Parnaíba. Tal evento tectonomagmático é considerado como da fase pré-rifte Brasil-África, estando mais ligado à tectonização/perturbação mantélica responsável pelo afastamento entre a América do Norte e a América do Sul. Além disso, deve-se ressaltar que o supramencionado sistema E-W é relacionado, por Szatmari et alii (1987), aos esforços extensionais N-S do Neocomiano (125m.a).

Outros sistemas de fraturas devem filiar-se ao tectonismo jurocretácio, sendo, contudo, de difícil indicação na Folha Catarina, por falta de marcadores eficientes, tais como os sedimentares e magmáticos. Mesmo assim, acredita-se que as estruturas distensionais NW e WNW representam produtos tanto da tectônica proterozóica superior-eopaleozóica (quando teve lugar o magmatismo Serra das Guaribas), reativados ou não no Mesozóico, quanto estruturas dessa última cronologia. Um pensamento similar pode ser externado em relação a outros sistemas. Reconhecidamente, os fraturamentos mais intensos tiveram lugar entre o Neojurássico e o Eocretáceo, em tempos do rifteamento Brasil-África, aos quais (Eocretáceo) se relacionam às reativações de importantes ZC's proterozóicas, o desenvolvimento de arcos tectônicos (p. ex: Arco Ferrer-Urbano Franco, nos estados do Pará e Maranhão) e a formação de bacias marginais (*graben* de Pendência) e interiores (*grabens* de Iguatu e Rio do Peixe; maiores informações em Szatmari et alii, op. cit.). Assim, algumas falhas distensionais, observadas em metamorfitos do Grupo Orós, na porção sudeste da folha, certamente são produtos deste tectonismo eocretáceo, quando do desenvolvimento do *graben* de Iguatu.

Reativações das ZC's proterozóicas também aconteceram em tempos pós-albianos, como atestam as faixas de arenitos silicificados da Formação Urucuia (sudeste da bacia do Parnaíba), dispostas segundo o Lineamento (Cinturão de Cisalhamento) Transbrasiliano (Sobral-Pedro II; figuras II.4.2 e II.4.3).

Da tectônica terciária, que propiciou o desmantelamento da superfície de aplainamento sul-americana, além de associar-se ao magmatismo Messejana (NE do Ceará), devem ser os sistemas de fraturas de mergulhos fortes, que geralmente são representados por conjuntos de superfícies estreitamente espaçadas (NNE) e estriadas, ocorrendo entre o alinhamento da serra do Maia e o leste de Truçu. Estas parecem ser responsáveis pela colocação de antigas superfícies em cotas superiores a 700m.

Ao norte de Zorra, na Folha Mombaça, encontram-se pequenas falhas que cortam depósitos conglomeráticos pleistocênicos, situados numa área fortemente atingida pela milonitização proterozóica. Somando-se esse fato aos abalos sísmicos holocênicos, até hoje detectados, ordinariamente balizados por antigas ZCT's (ex: zona sísmica Aracati-Lima Campos), deve-se esperar estruturas tectônicas desses tempos, na região.

Capítulo 5
Reconhecimento Geoquímico

por
Sérgio João Frizzo

5.1 Considerações iniciais

Na Folha Catarina, juntamente com o mapeamento geológico, foi realizado um reconhecimento geoquímico com a utilização de sedimentos de corrente e concentrados de bateia. O presente capítulo descreve as metodologias seguidas para a amostragem, análise e processamento estatístico dos resultados analíticos. Com a interpretação dos dados obtidos chegou-se ao panorama geoquímico de dispersão dos elementos-traço nesse meio de amostragem.

O único estudo geoquímico realizado anteriormente consta do Projeto Rio Jaguaribe (1976), que abrangeu a área da Folha Catarina em um reconhecimento geoquímico regional em escala 1:500.000, com as amostras de sedimentos representando bacias de captação de 25 a 30km^2. Na área objeto deste estudo, não foram definidas anomalias ou delimitadas zonas anômalas em elementos-traço, o que aconteceu nas folhas adjacentes: zonas de cromo, cobalto e scheelita, a norte, e zonas anômalas em cobre e pirita, a oeste.

No presente trabalho, o processamento estatístico dos resultados analíticos dos sedimentos de corrente, conforme o delineado no capítulo sobre Metodologia (Parte I, Capítulo 4), forneceu os parâmetros sumariados na tabela II.5.1.

Os valores mais expressivos para os elementos de dispersão clástica e outras informações geoquímicas de interesse serão comentadas no subitem 5.4.2 - Zonas e Estações Anômalas.

5.2 Considerações sobre o ambiente de dispersão dos elementos

A região em estudo faz parte do polígono semi-árido nordestino, que se caracteriza por um clima quente e seco durante a maior parte do ano. A precipitação pluviométrica atinge os 700 mm em média anual, com distribuição de maneira variável nos meses de fevereiro a maio.

A morfologia do terreno é bastante irregular; são encontradas serras estreitas e alongadas em direção NNE-SSW, com altitudes máximas em torno dos 700m em diversas regiões, com predomínio na porção centro-sul da folha. O nível-base situa-se aos 300m e é recortado a fortemente ondulado, suavizando-se somente em pequenos trechos, localizados entre as serras e nos extremos sudoeste, noroeste e leste.

A vegetação é a típica arbustiva, condicionada pelo clima. Nos sopés e encostas das elevações desenvolvem-se núcleos de florestas secundárias mantidas pela maior umidade e melhor característica dos solos. Há culturas rudimentares de algodão, milho e feijão nas regiões mais planas. Os solos são pouco desenvolvidos, por vezes manifestando um incipiente horizonte B mas, na maior parte, derivam da rocha do substrato por simples desagregação física, não se estruturando em horizontes definidos.

As drenagens são encaixadas e de características intermitentes, por não conservarem água corrente durante a estação seca. Durante as chuvas, são caudalosas propiciando condições para um expressivo transporte clástico de material.

Além do mecanismo de transporte clástico, a distribuição dos elementos-traço tem importante contribuição hidromórfica, conforme foi demonstrado por Frizzo & Tinoco (1987) em sedimentos de corrente em região com idêntico condicionamento climático. A dispersão por transporte eólico das partículas finas, favorecida nesse tipo de ambiente, deve ser bastante subsidiária em relação às anteriores. Melo & Bjorklund (1984), em trabalho orientativo para cromo, na folha logo a norte, analisaram a fração menor de 2 micras do material aluvionar, sem registrar possíveis influências desse tipo de transporte; Beeson (1984), em estudo sobre a dispersão de partículas menores de 70 micras (200 *mesh*), na Austrália e em ambiente semelhante, constatou a falta de qualquer indício perceptível da dispersão pela ação dos ventos.

As distâncias de transporte de elementos-traço nas drenagens, a partir das fontes anômalas, são registradas em vários estudos geoquímicos realizados no Nordeste. Foram observados *trains* desde algumas centenas de metros até 15km para os litófilos cromo e tungstênio, respectivamente (Pereira, 1978; Melo & Bjorklund, op. cit.; Lins & Wander-

ley, 1979), e para calcófilos distâncias desde 1,7km para cobre (Melo Jr., 1983) a 10km para molibdênio (Lins & Wanderley, op. cit.). Frizzo & Tinoco (op. cit.) citam dispersões em área sem mineralizações (*background*) de 10km para cobre e zinco e de 24km para chumbo, em sedimentos de corrente analisados através de Absorção Atômica com extração parcial, avaliadas por semivariogramas. Portanto, a sistemática de reconhecimento geoquímico, como realizada na Folha Catarina, tem suporte nas características de ambiente/dispersão já comentadas, bem como em constatações como a de J. Galbraith (1972), em seu trabalho regional no sertão da Bahia, de que a amostragem em densidade de uma amostra/100km^2 consegue identificar distritos metalíferos com extensões acima dos 25km^2; e de Pereira (op. cit.) ao comentar que corpos ultramáficos de pequena expressão superficial podem ser revelados com uma densidade de amostragem de uma amostra/5 a 10km^2.

5.3 Consistência dos dados

A consistência dos dados foi verificada através da relação de variâncias descrita por Garret (1969), utilizando-se os resultados brutos de Cu, Pb, Zn, Ni, Mn (AA) e Ba, La, (EE), de 29 amostras replicatas de campo, colhidas em estações selecionadas aleatoriamente e das 29 amostras regulares respectivas. A coleta foi efetuada por outra equipe em etapa exclusiva, em locações a cerca de 50m daquelas de rotina e com um intervalo de tempo acima de 5 meses entre as duas etapas de coleta e entre as determinações analíticas dos respectivos lotes.

A avaliação do erro compreendeu, portanto, todos os fatores potencialmente relacionados a uma retomada eventual de trabalhos na área.

Considerando-se como variância total aquela determinada entre as 29 amostras de rotina, os percentuais de variação devido a problemas de amostragem mais os erros analíticos (variância introduzida) são bastante elevados, com percentuais acima de 50% para os elementos avaliados, com exceção do bário, um pouco menor. Ao se considerar a variância total obtida entre todas as amostras coletadas (435), a introduzida torna-se aceitável (50%) para chumbo, níquel, manganês e lantânio, além do bário.

A alta variância introduzida é devida provavelmente à amostragem, pela dificuldade de localização das estações de coleta durante a etapa de replicagem e mesmo por que o transporte clástico predispõe a uma maior heterogeneidade na distribuição dos minerais e seus constituintes no leito das drenagens. O efeito da variabilidade não-natural traduz-se na baixa estabilidade de mapas de distribuição geoquímica de cada elemento; com a finalidade de conseguir-se maior confiabilidade nos dados geoquímicos, os elementos não serão aqui considerados isoladamente, e sim ao formarem associações anômalas bem definidas.

5.4 Resultados obtidos

5.4.1 Caracterização das populações

Na geoquímica de sedimentos de corrente em caráter regional dificilmente é conseguida uma total identidade entre população amostrada e amostra estatística, pois cada amostra é composta por material proveniente da ampla área de captação a montante da estação de coleta, raramente de composição litológica homogênea.

O procedimento adotado com a finalidade de minimizar o efeito de variação do substrato litológico consistiu em subdividir o conjunto total das amostras de sedimentos. Foram obtidas quatro populações relacionadas às unidades geológicas maiores, mantendo-se em cada uma um número satisfatório de indivíduos para o processamento estatístico. Uma maior subdivisão - devido à alta complexidade geológica da Folha - ocasionaria agrupamentos sem significância para processamento por computador.

A tabela II.5.1 apresenta as estatísticas descritivas para os elementos em cada população selecionada, podendo-se verificar que a grande maioria aceitou o teste de lognormalidade de Kolmogorov-Smirnov em dois níveis; o de "Qhi"-quadrado, mais restritivo, foi aceito pela maioria. A única rejeição à distribuição lognormal em todas as populações foi para o elemento boro.

Os resultados dos testes permitem que se considere as populações como relativamente homogêneas, possibilitando sua caracterização, de maneira genérica, como segue:

a) Granitóides: compõem essa população 63 amostras de sedimentos de corrente, distribuídas especialmente na região ESE da Folha, sobre o denominado Granitóide Mel; são observadas também na região do Baixio da Donona (centro-sul), na região centro-nordeste, próximo da localidade de São Paulo, no extremo-leste e ainda algumas estações isoladas a norte. O material deriva dos diversos granitóides de composição granítica a tonalítica ali ocorrentes.

Vê-se no quadro comparativo da distribuição de elementos (figura II.5.1) que essa população apresenta maior abundância relativa de bário, estrôncio e níquel (EE), e deficiência em Cu, Zn, Fe, Mn (AA) e Fe (EE).

A estampa de associações gerais (figura II.5.2) apresenta uma família principal Cu(AA)-V-Fe-Mn(AA)-Fe(AA)-Zn(AA) que pode ser atribuída à biotita (se fonte primária) ou a hidróxidos de ferro neoformados, e uma secundária, Ba-Sr-Cr-Mg, aparentemente de elementos incompatíveis mas que pode se originar em anfibólios (magnésio como constituinte maior e os demais como traços). Os pares de elementos associados também são provenientes de minerais comuns e/ou acessórios: biotita + hornblenda para Ni-Co; muscovitas, feldspatos alcalinos e plagioclásios como origem do par Ca-Mn (que pode derivar também de minerais acessórios como granadas), e minerais resistatos monazita, apatita, zircão e allanita para fornecer a correlação lantânio-ítrio.

Tabela II.5.1 – Parâmetros geoquímicos em sedimentos de corrente.

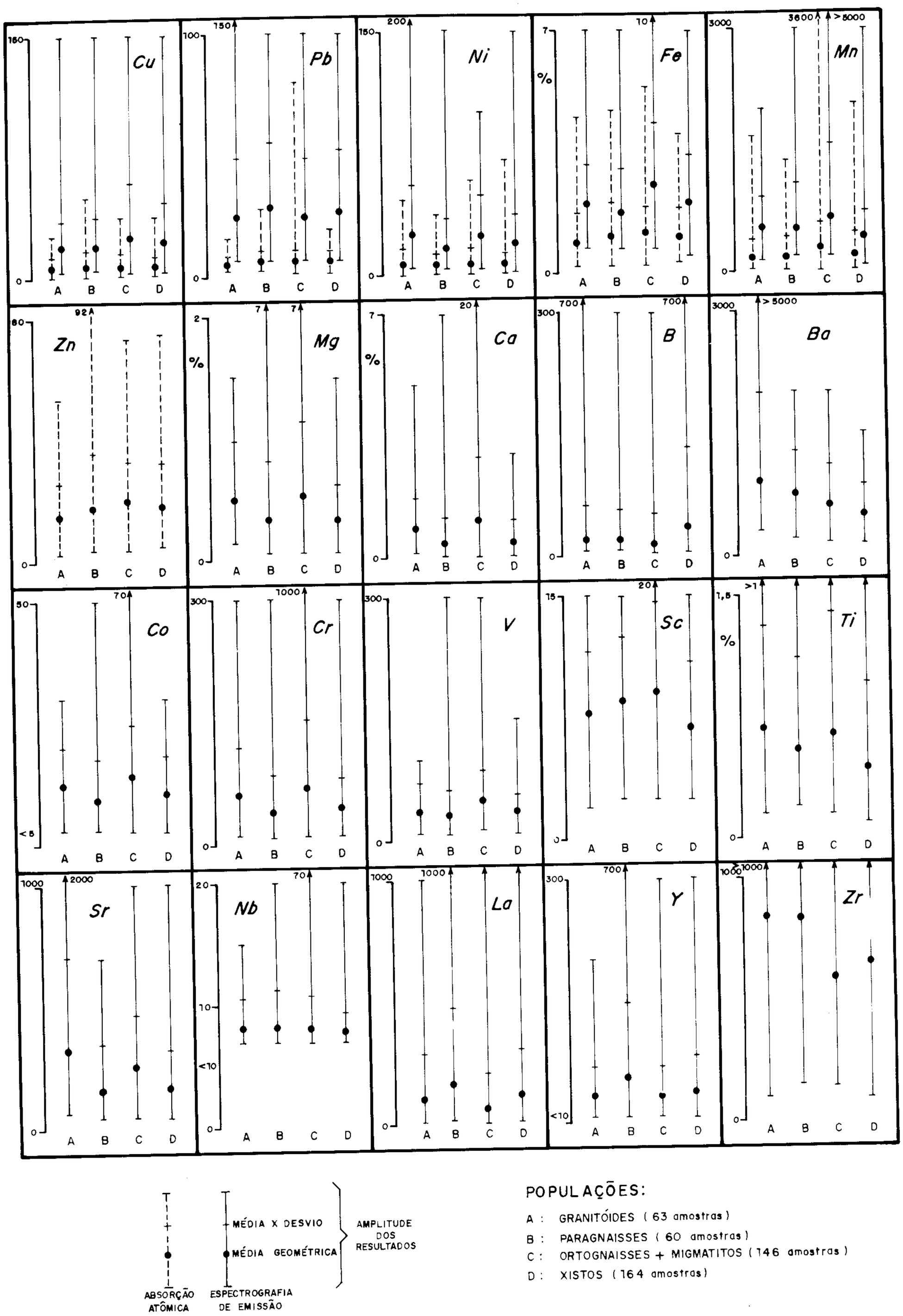
		Cu-A	Pb-A	Zn-a	Ni-A	Fe-A	Mn-A	Fe-E	Mq-E	Ca-E	Ti-E	Mn-E	B-E	Ba-E	Co-E	Cr-E	Cu-E	La-E	Nb-E	Ni-E	Pb-E	Sc-E	Sr-E	V-E	Y-E	Zr-E
						%		%	%	%	%															
A	1]	1	2,8	3	0,5	0,2	40	0,7	0,15	0,15	0,15	150	<10	300	<5	10	<5	<20	<10	5	<10	<5	<100	15	<10	70
	2]	26	14	53	46	4,5	1680	7	1,5	5	>1	2000	700	>5000	30	300	150	1000	15	200	150	15	2000	100	200	>1000
	3]	AAAA	AARR	AAAA	AAAA	AAAA	AAAA	AAAA	AAAA	AAAA	AAAA	AAAA	RRRR	AAAA	AAAA	AAAA	AAAA	AAAA	RA--	AAAA	AAAA	RRRR	AAAA	AAAA	AAAA	AARR
	4]	6,1	5,9	14,5	7,3	0,89	186	1,96	0,50	0,85	0,68	549	20,4	918	12,1	60	18,4	119	8,3	25,8	24,8	7,8	323	37	36	843
	5]	2,19	1,46	1,76	2,22	1,94	2,24	1,58	1,97	1,99	1,86	1,73	3,04	2,16	1,65	1,96	1,93	2,48	1,27	2,13	1,96	1,49	2,17	1,58	1,93	1,94
	6]	U	BEA	B	UEB	U	U	U	UEA	UEB	CA	U	P	UCB	U	U	U	U	CB	B	B	UI	U	U	U	CA
	7]	25	12	35	30	3	1000	7	1,5	3	–	1500	70	30000	30	200	70	500	15	100	70	–	1500	100	150	–
B																										
	1]	1	2,8	4	1	0,22	40	0,7	0,07	0,07	0,2	200	<10	200	<5	<10	5	20	<10	<5	<10	<5	<100	<10	<10	150
	2]	50	24	92	38	4,7	1380	7	7	7	>1	3000	300	2000	50	300	150	>1000	20	150	100	15	700	300	700	>1000
	3]	AAAA	AAAA	AAAA	AAAA	AAAA	AARA	AAAA	AAAA	AAAA	AARR	AAAA	RRRR	AAAA	AAAA	AARA	AAAA	AAAA	RR--	AAAA	AAAA	RRRR	AARA	AARR	AAAA	RARR
	4]	7,68	6,35	17,7	6,3	1,07	193	1,77	0,33	0,46	0,54	540	21,2	742	9,5	39	20	171	8,2	16	28	8,5	167	35	56	832
	5]	2,25	1,62	1,99	2,20	1,95	2,27	1,71	2,46	2,47	2,03	2,01	2,75	1,71	1,88	2,13	1,88	2,81	1,36	2,21	1,94	1,46	2,10	1,78	2,64	1,96
	6]	B	U	UEB	U	UEB	UI	UEB	M	UI	BCA	BEA	P	UEB	B	B	U	B	CB	U	BEB	UI	B	U	B	CA
	7]	20	13	40	26	4,7	820	5	1,5	2	–	1500	70	2000	30	100	70	1000	15	70	100	–	500	150	200	–
C																										
	1]	1	2	4	0,5	0,24	32	0,07	0,07	0,07	0,15	200	<10	150	<5	10	<5	<20	<10	<5	<10	<5	<100	15	<10	150
	2]	38	80	73	58	5,4	3600	10	7	20	>1	>5000	300	2000	70	1000	150	>1000	70	100	100	20	1000	300	300	>1000
	3]	AAAA	AAAA	AAAA	AAAA	AAAA	AAAA	AARR	AAAA	AAAA	AARR	RARR	RRRR	AARR	AARR	RARR	AARR	AAAA	RR--	AARR	AAAA	AARR	AARR	AARA	RRRR	AARR
	4]	8,6	6,4	20,2	8,8	1,15	306	2,53	0,55	1,12	0,65	713	16,8	606	14,3	72	26	77	8,1	26	25	9,3	260	51	34	591
	5]	1,79	1,75	1,66	2,01	1,67	1,99	1,72	2,06	2,33	2,15	2,20	3,15	1,86	1,74	2,11	2,28	2,83	1,34	1,85	1,96	1,58	1,81	1,70	2,04	1,98
	6]	UEB	U	B	U	U	U	U	U	U	CA	UEA	P	B	U	UI	UI	M	CB	U	U	U	UEB	U	U	CA
	7]	24	20	50	35	2,5	1200	7	3	7	–	3000	70	2000	50	300	150	700	15	100	100	20	1000	150	200	–
D																										
	1]	2	2	5	1	0,3	38	0,5	0,07	0,07	0,1	100	<10	150	<5	10	<5	<20	<10	<5	<10	<5	<100	10	<10	100
	2]	38	20	75	70	4	2080	7	1,5	3	>1	3000	700	1500	30	300	150	>1000	20	150	100	15	1000	150	300	>1000
	3]	AAAA	AAAA	AAAA	AAAA	AARA	AAAA	AARR	AARR	AAAA	AARR	AARR	RRRR	AARR	AARR	AARR	AARR	AARA	RR--	AAAA	AAAA	RRRR	AARR	AARR	AARR	AARR
	4]	7,3	7	18,7	6,6	1,1	225	2	0,34	0,54	0,44	441	37	515	10,6	45	22,7	123	7,9	19	27,3	6,9	179	37	39	659
	5]	1,81	1,59	1,71	2,09	1,73	2,17	1,72	1,81	2,07	2,18	1,73	3,57	1,72	1,72	1,85	2,08	2,52	1,27	1,92	1,90	1,58	1,80	1,58	2,15	2,00
	6]	M	U	U	U	U	U	UEB	UEB	U	ICA	U	P	B	U	U	B	U	CB	U	U	UI	B	U	U	CA
	7]	30	18	55	28	3	1260	7	1,5	3	–	2000	150	1500	50	300	150	1000	15	150	100	–	1000	100	150	–

Notas: 1] Valor mínimo e 2] Valor máximo em ppm, exceto quando indicado. 3] Teste da lognormalidade a 5% e 10% de Kolmogorov-Smirnov e 5% e 10% de Qhi-quadrado, respectivamente - A = Aceita. R = Rejeita. 4] Média geométrica. 5] Desvio-padrão geométrico. 6] Característica da distribuição: U = unimodal, B = bimodal, M = multimodal, I = irregular, EB = excesso de valores baixos, EA = excesso de valores altos, CB = censurado em valores baixos, CA = censurado em valores altos, P = duas populações. 7] Limiares atribuídos.

Populações: A - granitóides (63 amostras). B - paragnaisse (60 amostras). C - ortognaisses + migmatitos (146 amostras). D - xistos + gnaisses + quartzitos (164 amostras).

Não são apresentados os parâmetros para Ag (absorção atômica) e Ag, As, Au, Be, Bi, Cd, Mo, Sb, Sn, W, Zn (espectrografia de emissão), que não foram detectados na maior parte (Be, Sn) ou na totalidade das amostras de cada população. –A: análise por absorção atômica. –E: análise por espectrografia de emissão.

Valores extremos em concentrados de bateia (figura II.4.3): 15% Fe, 2% Ca. >5000 ppm Mn. > = 2000 ppm B. > 5000 ppm Cr. > = 20 ppm Nb, 100 ppm Ni, 20 ppm Sr. > = 150 ppm V. > 1000 ppm Y.



DISTRIBUIÇÃO DE ELEMENTOS EM SEDIMENTOS DE CORRENTE

POPULAÇÕES DA FOLHA CATARINA

Figura II.5.1– Distribuição de elementos em sedimentos de corrente.

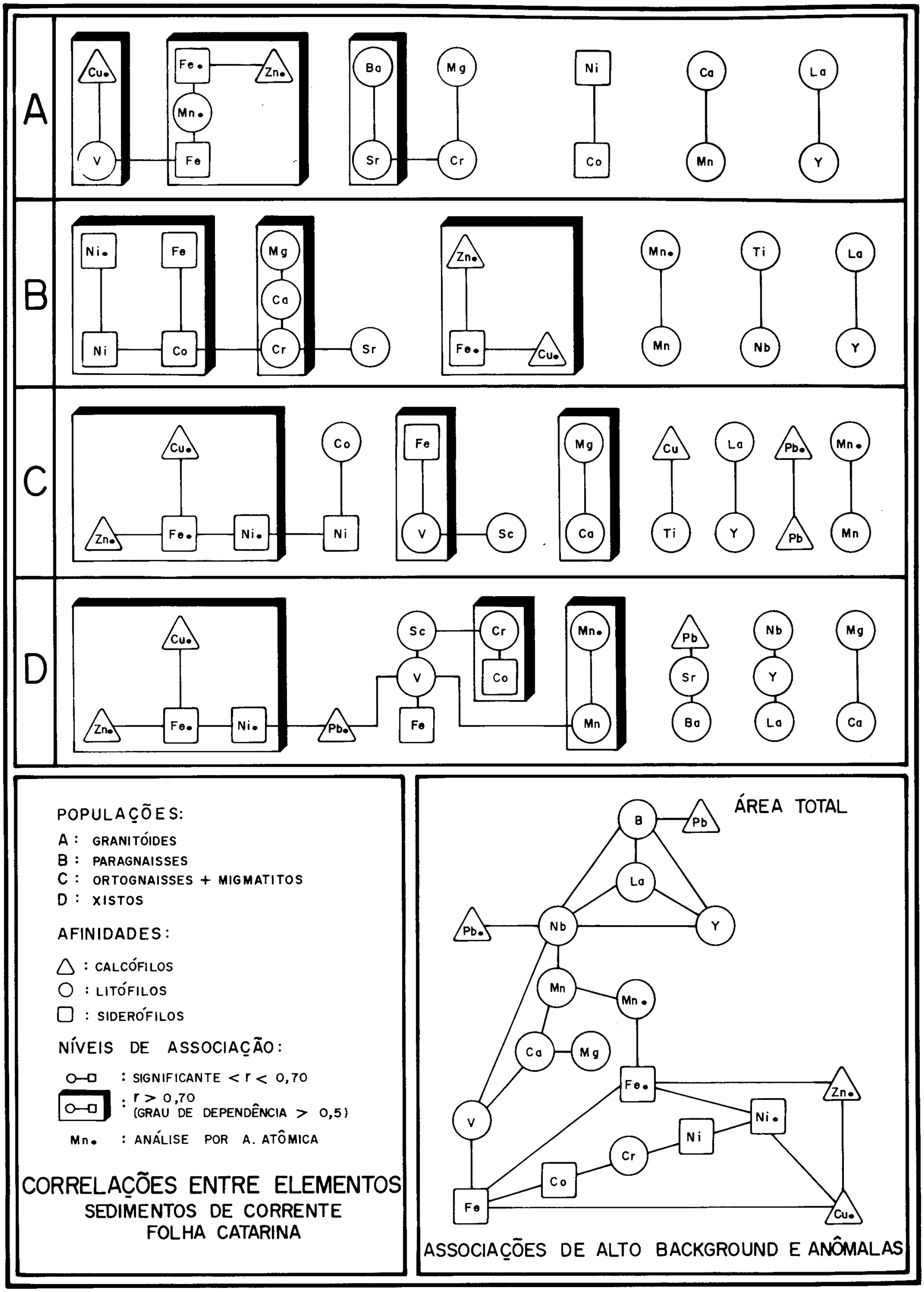


Figura II.5.2 – Correlações entre elementos.

As associações encontradas com a utilização de valores de alto *background* e anômalos são poucas, com o destaque de anomalias de cromo ligadas significativamente a magnésio, cobalto e níquel (origem nos minerais máficos) e anomalias de lantânio relacionadas a boro e ítrio (indefinida se proveniente da concentração de resistatos nos alúvios ou de minerais primários de fases residuais ácidas). Foram verificadas também dependências entre anomalias de magnésio e valores elevados de cálcio, cobalto e nióbio, provavelmente oriundas de biotitas (que podem conter nióbio por substituição), e correlação de bário com estrôncio e magnésio (possivelmente devida a plagioclásios cálcicos e/ou anfibólios).

b) Paragnaisses: esse conjunto é formado por 60 amostras de sedimentos de corrente, concentradas na porção leste da Folha (em Barra do Ingá) e na região a norte da localidade de Truçu. São situadas na zona de influência do Complexo Gnáissico- Migmatítico, composto de biotita-gnaisses a sillimanita-granada-muscovita e de migmatitos. Lantânio e ítrio são os elementos de maior abundância relativa (possivelmente originados nos resistatos zircão, monazita e apatita, concentrados nos sedimentos antes do metamorfismo); a população é deficitária para os elementos Ni, Mn (AA), e Fe, Ca, Co, Ni (EE). As associações mostradas na figura II.5.2 não revelam a grande variabilidade mineralógica das litologias ocorrentes nesse domínio: a família Ni(AA)-Ni-Co- Fe-Cr-Ca-Mg-(Sr) demonstra uma clara ascendência de minerais máficos (anfibólios, especialmente); a associação Zn-Fe-Cu (AA) é indicativa da ação do intemperismo químico pela formação de hidróxidos de ferro secundário, aos quais se ligam os elementos calcófilos por fenômenos de adabsorção.

Destacam-se ainda os pares correlatos La-Y (resistatos acessórios), e os litófilos titânio-nióbio, provavelmente originados dos minerais rutilo ou ilmenita, nos quais o nióbio pode substituir o titânio em pequena porcentagem; essa associação também é típica de rochas alcalinas, cuja existência não tem suporte no conhecimento geológico da área, e pode representar ainda uma associação sedimentar de resistatos (tipo zircão + ilmenita) formada antes do metamorfismo.

As associações anômalas divergem das gerais; nióbio tem uma relação bastante estreita com os elementos boro, lantânio e ítrio, indicando uma ascendência de minerais ligados a fases ácidas residuais. Devido ao titânio apresentar excessivo número de resultados qualifícados (1%), não houve possibilidade de se verificar a persistência da correlação Ti-Nb nas associações anômalas. Uma segunda família de anomalias apresenta cromo ligado a ferro (EE) e cobalto, e estes a estrôncio e manganês (EE); revela uma ascendência máfica de mesma natureza da associação geral já vista.

c) Ortognaisses: essa população é composta por 146 amostras coletadas em todo o setor oeste da Folha, desde as pequenas drenagens afluentes do rio Jaguaribe, a sul, passando pelos formadores do açude Rivaldo de Carvalho, até as cabeceiras dos riachos do Saco, da Favela e Cacodé, a norte. Também foram coletadas na porção nordeste (região de Boa Esperança).

As litologias que influenciam as amostras dessa população são predominantemente ortognaisses e migmatitos de composição granítica a diorítica, hornblenda-gnaisses, biotita-gnaisses, anfibolitos e talcoxistos da denominada Unidade Serra do Papagaio, e também gnaisses a biotita e hornblenda da Unidade Mombaça e Complexo Gnáissico-Migmatítico. A maioria dos elementos-traço avaliados, Cu, Zn, Ni, Mn (AA) e Fe, Ca, Mn, Co, Cr, Cu, Ni, Sc, V (EE), tem maior abundância relativa nessa população, que se apresenta deficiente em B, La e Zr.

A associação geral mais expressiva compõe-se dos calcófilos e litófilos Zn-Cu(AA)-Fe(AA)-Ni(AA)-Ni-Co, provavelmente derivada de biotita, mineral muito abundante nas litologias do domínio. Fe-V-Sc constitui uma segunda família de ascendência máfica, podendo ter origem também na biotita e/ou anfibólios. O par cálcio-magnésio é originado de plagioclásios. É observada ainda a correlação pouco usual entre cobre (EE) e titânio, e o plagioclásio cálcico é o mais comum dos minerais que pode contê-los como substitutos em sua estrutura cristalina.

As associações anômalas reúnem elementos de filiação máfica e de ácida residual. As anomalias dos calcófilos zinco e cobre (AA) são encontradas ligadas a valores altos de ferro, e também cobalto, níquel e escândio. Ferro e níquel (AA) se correlacionam, e ferro (EE) liga-se a magnésio, cromo e vanádio. Os elementos de filiação ácida são representados por boro ligado a Nb, Y e Mn (EE), bário a Mn (EE), lantânio a B, Nb e Y, e por fim nióbio a Ba, Y e ainda Fe(EE), Mn(EE), Cr e V.

d) Xistos: é o conjunto mais numeroso, abrangendo 164 amostras de sedimentos de corrente, cujas estações de coleta são distribuídas na região central e a sul da Folha. As litologias são variadas, englobando xistos a granada, biotita, muscovita, turmalina e sillimanita, e gnaisses a biotita, quartzitos, calcissilicáticas, talcoxistos e outras rochas ocorrentes no Complexo Ceará e Grupo Orós. Somente o boro tem maior abundância nesse domínio, que é deficiente nos elementos de filiação máfica Fe, Ca, Mn, Cr e Ni(EE).

O estudo das relações entre os elementos-traço analisados demonstra a grande variabilidade mineralógica das rochas dessa região. Verifica-se no quadro de associações gerais (fig.2) uma família complexa: Zn-Cu-Fe-Ni-Pb (AA) ligados a Fe-V-Sc-Cr-Co-Mn (EE), cuja ascendência marcante é de biotita + anfibólios. Secundariamente aparecem as correlações Pb-Sr-Ba típica de feldspatos potássicos, Nb-Y-La derivada dos resistatos comuns zircão, monazita e apatita e o par magnésio-cálcio, que pode ter origem em diversos minerais.

As associações de elementos em teores anômalos são bem mais restritivas e características: as anomalias de Nb-La-Y-(B) mostram-se interdependentes em concordância

com a análise de agrupamento; as anomalias de bário se associam a anomalias e/ou teores de alto *background* de chumbo (EE), originados de feldspatos; e, principalmente como influência de minerais máficos, foram obtidas ainda as ligações de níquel (AA) a Cu(AA), Fe(AA), Ni(EE), e ferro (AA) a Cu, Zn, Mn (AA), derivadas da primeira associação geral, mas provavelmente representativa de hidróxidos secundários.

5.4.2 Zonas e estações anômalas

Como visto na figura II.5.2, as associações anômalas e de alto *background* construídas a partir de todas as amostras de sedimentos de corrente coletadas compõem-se de dois conjuntos enlaçados pela ligação, pouco usual, entre nióbio e vanádio. O primeiro é representado por litófilos típicos de ascendência ácido-residual, que se dispersam predominantemente por via mecânica nas drenagens; o único calcófilo associado, chumbo (AA e EE), tem mesma afinidade e comportamento, seja em minerais primários e secundários relativamente estáveis, ou como substituição em feldspatos potássicos, micas e zircão. O segundo conjunto é composto de elementos litófilos e siderófilos que se relacionam como na fonte primária, minerais constituintes de rochas máficas e ultramáficas, e também nos hidróxidos formados no ambiente intempérico.

A figura II.5.3 apresenta, em base geológica simplificada, as estações e zonas anômalas determinadas, descritas a seguir:

a) Filiação ácida

A distribuição das anomalias e valores de alto *background* de elementos com afinidades a rochas ácidas abrange a totalidade da Folha, formando zonas anômalas delineáveis ou ocorrendo como estações isoladas. Tal comportamento deve-se à existência, em todos os complexos e unidades da área, de *sheets*, satélites e apófises de rochas graníticas metamorfizadas ou não, a grande maioria de dimensões não-representáveis em escala 1:100.000. A mesma informação é obtida em concentrados de bateia, pois sete amostras, do total de 13 analisadas mineralogicamente, apresentaram o mineral topázio em quantidade acessória (%), e apenas quatro dessas estações têm influência direta de corpos graníticos mapeados.

A seguir, são descritas as zonas de maior destaque dessa filiação que apresentam, caracteristicamente, uma associação entre alguns dos elementos Pb, Nb, Sn, La, Y, Ba, Sr, B e Be.

Na região a noroeste de Truçu foi definida uma zona anômala dos granitófilos Y, La e Nb. Foram registradas anomalias de 150 a 300ppm de ítrio, 1000ppm de lantânio e 15 a 20ppm de nióbio, além de anomalias e valores de alto *background* de chumbo (AA) e boro, elementos compatíveis com a associação principal. Na porção oeste da zona ocorre um corpo de granito porfirítico, que é a fonte da maioria das anomalias detectadas no rio Truçu e seus afluentes. Na porção leste o substrato é constituído de migmatitos e gnaisses a biotita do Complexo Gnáissico-Migmatítico, e a julgar pelas evidências geoquímicas, deve apresentar apófises de pequenas dimensões, enriquecidas em minerais que contenham esses elementos (acessórios como monazita, apatita e zircão; ou minerais essenciais como a biotita, que os podem receber na estrutura por substituição.

Faixas anômalas de elementos com a mesma afinidade são também observadas no extremo-SSE, região do açude Santa Delfina e logo a sudoeste, no sítio São José e região de Poço Grande. No primeiro local, a associação é de nióbio-(lantânio), cujos resultados analíticos são altos, na ordem de 500 a 700ppm La e 10 a 15ppm Nb. São ainda observados, isoladamente, valores elevados de estanho (10ppm), bário e boro. No sítio São José, ítrio em resultados de 150 a 300 ppm é o elemento principal, secundado por lantânio (700 a 1000ppm).

As litologias ocorrentes são paragnaisses e migmatitos do Complexo Gnáissico-Migmatítico, contendo encaixados corpos granitóides de diferente natureza. Na primeira zona (Nb-La), um pequeno corpo de granito fino (granito tipo Cangati), e possivelmente outros corpos de dimensões ainda mais reduzidas constituem a fonte da dispersão anômala. A segunda zona (Y-La), situada logo a sudoeste, abrange a porção mais espessa de um ortognaisse granítico.

Adjacente e a norte da zona anômala Nb-La, e logo a sudeste da localidade de Baixio da Donona, teores de 70ppm e 100ppm (alto *background* e anomalia, respectivamente) de chumbo (EE) caracterizam uma zona anômala, que tem origem nos feldspatos potássicos do granito. Mais a nordeste, no sítio Fiais, o mesmo condicionamento geológico origina uma zona anômala em bário (anomalias de 1.500ppm), associado a chumbo (EE) em alto *background* (70ppm). No extremo-NNE da área, região do sítio Cajazeiras e serra Rajada, foram registradas 1.000 a 1.500ppm de bário e 70 e 100ppm de chumbo (EE), delineando outra zona anômala de mesma identidade e situada no mesmo contexto geológico que a descrita.

As variações composicionais dos granitos tipo Cangati são marcantes, como se observa na região sudeste da folha: numa extensão aproximada de 20km entre o sítio Malhada, a sul, e o sítio Fiais, os corpos do granito variam composicionalmente, desde enriquecidos em nióbio e lantânio para fácies neles deficientes, enquanto que no mesmo sentido é registrado um aumento de chumbo e, mais a norte, de bário.

Bário é o elemento essencial de uma zona anômala na região do baixo curso do rio Arerê (extremo-ESE da Folha), onde se correlaciona a estrôncio, magnésio e berílio. Duas amostras contêm mais de 5.000ppm do elemento, acompanhadas de 1.500ppm e 2.000ppm de estrôncio, 1% e 1,5% de magnésio e 2ppm de berílio; as outras amostras da zona apresentaram em geral valores de 1.000 ppm Ba

Figura II.5.3 – Integração geológico-geoquímica

(alto *background*) a 3.000ppm Ba, até 1.000ppm de estrôncio, 1% de magnésio e 2ppm de berílio. (Em uma amostra de concentrado de bateia dessa região, o mineral berilo foi detectado em porcentagem reduzida, inferior a 1%). São registrados ainda teores relativamente elevados e esporádicos de Y, Nb, La, Ca, Mn, Cr e V.

A zona anômala se encontra estabelecida na parte oriental de um extenso corpo de granitóide (granitóide Mel) e também abrange, a sul e a norte, a zona de contato e pequena porção da Unidade Gnáissico-Migmatítica.

A variação composicional do granitóide Mel, no sentido SW, é caracterizada pelo delineamento de nova zona anômala, em parte interdigitada com a anterior: o elemento definidor é o magnésio, que ocorre em quase todas as amostras com concentração anômala de 1,5%; secundariamente aparecem cálcio (2% e 3%), cobalto (20ppm, alto *background*) e teores de 10 e 15ppm de nióbio. São ainda anotados alguns valores elevados para os elementos Y, Cr, Cu, Mn.

Constitui uma associação derivada de minerais máficos como hornblenda e biotita, os quais se encontram certamente em maior abundância nessa porção do corpo granítico. Os resultados espectrográficos de um concentrado de bateia colhido nessa zona (estação 374) são relativamente baixos, descartando uma possível origem em *skarns*.

No extremo leste da folha, é delineada uma estreita faixa anômala de estanho em teores de 10 e 15ppm, contendo subsidiariamente Cr, Sr, Fe e Pb em concentrações de alto *background* e anômalas (70-100ppm Cr, 300-500ppm Sr, 3 a 7% Fe, 70ppm Pb).

Na porção central da Faixa ocorre um corpo de ortognaisse granítico, encaixado em paraderivadas do Complexo Gnáissico-Migmatítico que, juntamente com suas apófises e corpos satélites de restritas dimensões (não-mapeáveis), constituem a fonte de anomalias observadas. Os elementos cromo e ferro são de filiação máfica, e a julgar pelos teores e distribuição, devem provir de zonas abundantes em anfibólios e adjacentes aos corpos.

Uma última zona anômala é composta pela família de ascendência ácido-residual Nb-(Ba-Sn), ao delimitar uma faixa NE-SW acompanhando o riacho Cacodé e seus afluentes, no flanco sudeste da serra dos Marruás, a noroeste da área. As concentrações registradas para o nióbio foram de 10 e 15ppm, e os elementos secundários aparentam se distribuir de maneira preferencial: bário na parte meridional da zona, com anomalias de 2.000ppm, e estanho na porção setentrional em teores de 10 e 15ppm. Anomalias e valores de alto *background* de outros elementos (principalmente V, Mn-AA, Ni, Mg, Zn) ocorrem de maneira esporádica, aparentando não guardar relacionamento genético com os elementos definidores.

O riacho Cacodé tem seu curso na Zona de Cisalhamento Senador Pompeu, que faz o contato entre os migmatitos da Unidade Mombaça e os migmatitos/gnaisses do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Rochas graníticas (granitos porfiríticos e fácies nebulíticas e *schlieren*) ocorrem logo a sudeste, na serra da Impueira, fora da zona anômala delimitada.

As anomalias ao longo do curso do riacho Cacodé podem ter origem em fases tardias dos granitos, e aquelas detectadas em afluentes pela margem esquerda, no domínio da Unidade Mombaça, indicam a ocorrência de corpos de dimensão não-mapeável ou apófises mineralizadas na zona de fraqueza crustal.

b) Filiação básico-ultrabásica

As zonas anômalas dessa afinidade são em pequeno número na área estudada; em contrapartida, são relativamente abundantes seus indícios (anomalias e teores de alto *background* de Ni, Cr, Co, Mg, Ca, V, Cu, Zn) que ocorrem isoladamente. Refletem pequenos corpos máficos ou variações faciológicas (como na região central da folha, a sul da localidade de Flamengo), que não ultrapassam os limites da área de captação de cada amostra de sedimento.

No limite norte da Folha, região do sítio Guarani, as bacias de captação de duas amostras de sedimentos têm influência de elementos dessa afinidade, delineando uma zona anômala em Cr, Ca, Ni, Sr, Mg, Fe; os teores registrados foram de 150 e 200ppm Cr, 2 e 5% Ca, 31 e 38ppm Ni(AA), 70 e 150ppm Ni (EE), 500 e 700ppm Sr, 1,5 e 7% Mg e 3 e 5% Fe (EE). Cobalto, vanádio e cobre (AA) também fazem parte dessa associação.

As litologias ocorrentes são biotita-gnaisses e migmatitos do Complexo Gnáissico-Migmatítico na porção leste; a oeste abrange a zona de contato e parte de extenso corpo de granitóide porfirítico com fácies nebulíticas e *schlieren*. A fonte máfica dessa zona anômala deve situar-se próxima do contato entre as duas litologias.

Uma zona anômala para Fe, Cu, Zn, Ni (AA) e Fe, V (EE) é encontrada na porção centro-leste, na região de Oiticica. Delimita as bacias de captação de cinco amostras de sedimentos de corrente, cujas concentrações desses elementos, na maioria das vezes, atingem ou ultrapassam a faixa de alto *background*; tais valores mais elevados variam de 2,4 a 4% Fe(AA), 15 a 38ppm Cu, 36 a 64ppm Zn, 20 a 48ppm Ni, 5 a 10% Fe (EE) e 70 a 150ppm V. São ainda registrados alguns valores altos de Ni, Cu, Sc, Mn, Co, B, Ba, Nb (EE) e Pb, Mn (AA).

As litologias ali existentes são muito variadas; há predomínio da Unidade Serra do Papagaio (ortognaisses de composição diorítica a granodiorítica hornblenda e biotita-gnaisses, anfibolitos, anfibolitos a epidoto e talcoxistos), seguindo-se o Complexo Ceará (gnaisses e xistos a biotita), e a porção leste da zona ainda abrange ortognaisses graníticos a granodioríticos (granitóide Saboeiro).

Embora a diversidade de influências, a fonte das anomalias são os componentes máficos da Unidade Serra do Papagaio. Na porção oeste da zona anômala, a amostra 226 (colhida no riacho das Furnas) é a única a não receber contribuição dessa unidade; suas anomalias de Cu, Fe, Zn e ainda Mn (AA e EE) podem derivar de minerais máficos

concentrados na zona de contato do Complexo Ceará com um pequeno corpo de granito tipo Cangati, imediatamente a leste da drenagem. No caso, o manganês seria provavelmente derivado de granadas dessa mesma zona.

No extremo-leste, região do sítio Pedras Grandes, é definida uma pequena zona anômala de Cu(AA), Cr, Fe, Co, superposta a uma ampla zona de filiação ácida. Os teores de alto *background* e anômalos determinados para esses elementos são de 17 a 50ppm Cu(AA), 70 e 100ppm Cr, 3 e 7% Fe(EE) e 20 e 30ppm Co. De mesma afinidade também são registrados teores elevados de Zn, Mg, Mn e Sc.

As litologias da região são paraderivadas, de variada composição mineralógica, do Complexo Gnáissico-Migmatítico. A fonte provável dessa associação são variações faciológicas com maior abundância em anfibólios.

No extremo-noroeste da área, na região denominada Tavares, os sedimentos de corrente coletados no riacho Favela definem uma zona anômala cujo único elemento essencial é o cromo; os valores obtidos variam desde 150ppm (alto *background*) a 500 ppm e 1.000ppm Cr (anomalias); a análise por A. Atômica - digestão total de dois concentrados de bateia coletados nessa drenagem - acusaram teores acima de 10.000ppm (1%) de cromo.

Os elementos Ni, Cu, Fe(AA), Co e Ca em valores de alto *background* acompanham o cromo em algumas amostras, e contribuem para a melhor caracterização da ascendência ultramáfica. O domínio litológico é dos migmatitos da Unidade Mombaça, e os indícios geoquímicos afirmam que nessa região (mais especificamente próximo do sítio Fechadinho) devem ocorrer lente(s) ou faixa(s) de ultramáficas cromitíferas, fonte da dispersão anômala.

Não há indícios da presença de ultramáficas cromitíferas no restante da área. Exceto os sedimentos coletados nessa zona, todas as demais amostras apresentaram valores de cromo abaixo do esperado, no caso de presença de cromita; idêntica informação é fornecida pelos resultados espectrográficos e mineralógicos de concentrados de bateia. A sudeste da vila de Hebron, a centro-leste, amostras de sedimentos de corrente coletadas no riacho Jaburu (estações 362, 367 e 411) não detectaram um corpo de gabro metamorfizado, encaixado no Complexo Gnáissico-Migmatítico, adjacente à drenagem. Um valor de 70ppm de cromo, correspondente a alto *background*, foi o único indício obtido, na amostra logo a jusante do gabro.

Não houve erro de amostragem ou análise, pois tais amostras foram coletadas e analisadas em etapas distintas. Aanálise espectrográfica do concentrado de bateia coletado na estação 411 (cerca de 4km a jusante), registrou valores baixos para todos os elementos de afinidade máfica.

A única explicação plausível é a existência de alguma separação ou barreira física à dispersão, de tal forma que a rocha máfica praticamente não contribui com material para a drenagem.

c) Outras afinidades

c.1) Zonas anômalas de boro

As anomalias de boro detectadas nos sedimentos de corrente, fazendo parte ou não de zonas anômalas, são típicas e praticamente mapeiam a faixa de influência da sequência de xistos e quartzitos do Complexo Ceará, embora também ocorram em outros domínios litológicos. Esse notável comportamento é justificado por boro apresentar, em cada uma das quatro populações consideradas, distribuições bimodais bem definidas (vide tabela II.5.1).

Os resultados mais elevados de boro em concentrados de bateia (2.000ppm e 2.000ppm em cinco amostras), bem como as maiores abundâncias de turmalina na análise mineralógica semiquantitativa (entre 5% e 25%), foram obtidos em amostras coletadas nas zonas anômalas a seguir descritas, que constituem aquelas de maior dimensão definidas na área da Folha Catarina.

A principal zona anômala abrange uma faixa que se estende desde a porção central até o extremo-sudoeste, atravessando o rio Jaguaribe e com ramificação para sul; acompanha, em seu trecho mais alongado, as serras da Penha e Nova.

As anomalias de boro ocorrem sem associação a outros elementos, e os teores registrados oscilam entre 70ppm e o máximo de 700ppm B.

As litologias subjacentes são biotita-gnaisses e migmatitos do Complexo Gnáissico-Migmatítico (parte sul) e, na porção serrana, quartzitos e xistos do Complexo Ceará que contêm turmalina, fonte da dispersão de boro.

No extremo-sul, às margens do rio Jaguaribe, três amostras apresentaram anomalias de 150ppm de boro, parecendo situarem-se no núcleo de uma zona anômala para ítrio (200 e 300 ppm) e lantânio (700 e 1.000ppm). Parte das anomalias de boro deriva dos quartzitos à turmalina do Complexo Ceará (da serra da Estrela, situada logo a noroeste), embora a influência litológica maior seja do Complexo Gnáissico-Migmatítico e de um corpo granítico (cujos minerais acessórios zircão e monazita constituem a fonte de ítrio e lantânio).

A centro-leste da área (regiões de Cajazeira, Cedro e Julião), também com grande extensão superficial e acompanhando a direção estrutural dominante, observa-se outra zona anômala para boro; fora um hiato na região de Morada Nova, aparenta ser continuidade da primeira zona citada. As concentrações anômalas de boro variam desde 70ppm a 700ppm B (valor máximo associado a 15ppm de nióbio na estação 359, logo a NW da localidade de Hebron) e, no que diferencia da zona a sudoeste, são acompanhadas por outros elementos em valores anômalos e de alto *background*, sem contudo haver qualquer relacionamento sistemático.

Na região, ocorrem dois corpos de ortognaisses graníticos a granodioríticos (granitóides Camboeiro e Cajazeiras) encaixados em litologias variadas (ortognaisses de

composição granítica a diorítica, anfibolitos, biotita-gnaisses) da denominada Unidade Serra do Papagaio, de onde a diversidade dos elementos que acompanham irregularmente o boro. A faixa anômala abrange toda a porção meridional dos corpos e zonas de contato com os gnaisses.

A fonte principal do boro encontra-se na serra da Moca e seu prolongamento a sul, estabelecida nos quartzitos a turmalina do Complexo Ceará e as anomalias detectadas sobre os granitóides dão conta da existência, neles, de *roofs pendents* de quartzito.

Mais a norte, com abrangência nas regiões de Boa Esperança e Mirador, nova zona anômala tem continuidade geográfica e genética com a anterior, da qual tem pequena separação na fazenda Riacho Verde. Estações no riacho dos Maia e seus afluentes apresentam anomalias de 150ppm e 200ppm B, provenientes dos quartzitos da serra do Maia a leste, e também da Unidade Serra do Papagaio, a oeste da zona. Chumbo (EE) em teores de 70ppm (alto *background*) e 100 pm (anomalia) associa-se a boro em algumas amostras coletadas no alto curso desse riacho, tendo origem provável em feldspatos potássicos dos granitóides (granito tipo Cangati) que ali são influentes.

Outro núcleo anômalo importante se situa na porção central da Folha, região de Travessão, a oeste da localidade de São Paulo. Tem forma alongada, concordante com a estruturação regional, e acompanha uma estreita faixa de xistos e quartzitos a turmalina do Complexo Ceará. Os teores anômalos de boro variam de 150 a 200ppm, aos quais, na porção central da zona, associa-se cobre (EE) em alto *background* (70 e 100ppm). A fonte do boro é a turmalina presente nessas litologias. O cobre possivelmente deriva da biotita, também constituinte dos xistos, e não forma associação característica com outros elementos para permitir maior segurança no estabelecimento de sua origem.

c.2) Zona anômala Mn(Nb-V-Ca-MnA-Ba)

Uma ampla zona anômala foi revelada na porção noroeste da Folha, contendo como elementos essenciais manganês (AA e EE), nióbio, vanádio e cálcio. Situa-se logo a norte da cidade de Catarina e abrange larga faixa de direção NE-SW, com pequena ramificação para oeste. Cerca de duas dezenas de amostras de sedimentos ali coletados apresentaram resultados desde 1.500ppm (alto *background*) a 5.000ppm de manganês total (EE), e de 700ppm a um máximo de 3600 ppm de manganês extraído parcialmente (AA). Dos demais elementos, vanádio foi detectado em concentrações de 100 a 300ppm, nióbio de 10 e 15ppm, cálcio entre 3% e 10% e bário de 1.500 e 2.000ppm. Junto a esses elementos são verificados valores de alto *background* e anômalos de Fe, Mg, B, La, Cu, Be e Co, cuja distribuição nos pontos de amostragem não é homogênea.

O substrato litológico da região é de migmatitos de composição granítica a granodiorítica da Unidade Mombaça, migmatitos e gnaisses paraderivados do Complexo Gnáissico-Migmatítico e, ainda, granitóides porfiríticos variados com fácies nebulíticas e *schilieren*, mais ortognaisses granodioríticos.

A proveniência dessa associação não é bem caracterizada pelos seus elementos constituintes, uma vez que são de diversas afinidades: a presença de manganês bem posicionado como elemento principal, numa zona que abrange distintas influências litológicas, é indicativa de processos secundários de concentração pela atuação do intemperismo químico. Todavia, cálcio e bário são incompatíveis com esse modelo. A mais provável origem é a partir dos minerais primários granadas e anfibólios, que são relativamente abundantes no material aluvionar de toda essa região.

c.3) Zona anômala Fe-Fe(AA)

No extremo-sudeste da Folha, na região da vila de Alentejo, as amostras coletadas no leito do riacho do Peixe, em um pequeno afluente e em outra drenagem mais a sul (no sítio Queimadas), definiram uma consistente zona anômala em ferro (EE e AA); os valores determinados foram de 7% Fe (EE) e de 1,9 a 3,3% Fe (AA), ocorrendo ainda teores elevados e esporádicos de Zn, Mn(AA), B e Sc. Um único concentrado de bateia coletado nesse riacho apresentou 10% Fe (EE). Ocorrem nessa região biotita e hornblenda-gnaisses da Unidade Mombaça, e a zona abrange também a porção oriental de corpos alongados de granitóides, com composição granítica e tonalítica.

A identificação da proveniência da associação anômala é dificultada pela ausência de elementos-traço associados ao ferro, o que descarta a hipótese de origem no ambiente secundário. A hipótese de uma fonte primária e constituída essencialmente de hematita-magnetita é plausível, embora não sejam registrados valores altos de titânio ou cálcio, como seriam esperados no caso de veios associados a uma facies mais máfica da Unidade Mombaça, ou produto de ação metassomática tipo *skarn*, respectivamente.

A investigação aerogeofísica comprovou a existência de corpos magnéticos situados no granitóide e que acompanham sua borda sul.

c.4) Mistura de influências

No extremo-nordeste da área, na região de Alegria, a amostra coletada na estação 318 apresentou uma conjunção de anomalias designativas de diversas influências: 10ppm Sn, 3ppm Be, 20ppm Pb(AA), 100ppm Pb(EE), 55ppm Ni(AA), 5,4% Fe(AA), 300ppm Cr, 38ppm Cu(AA), 20ppm Sc, 73ppm Zn(AA) e ainda valores de alto *background* para Co, Ni(EE), Mn(AA), Fe(EE), B e Mg.

Essa anomalia situa-se em domínio do Complexo Ceará e da Unidade Serra do Papagaio, e não há maiores informações para caracterizá-la como pertencente a alguma zona anômala ou definir sua origem.

d) Mineralizações

d.1) Estanho, nióbio, berílio

O grande predomínio de elementos granitófilos nesta folha indica um maior potencial para a ocorrência de mineralizações ligadas a fases magmáticas residuais.

Destacam-se as zonas anômalas no extremo noroeste da área, na qual o estanho é o elemento definidor, e a região do riacho Cacodé, a noroeste, com nióbio, estanho e bário. Ambas foram objeto de descrição no subitem "a". Berilo foi encontrado no concentrado de bateia 411, próximo da localidade de Pedra do Arerê, no extremo-ESE da folha, em quantidade menor do que 1%, e é indicado pela anomalia de 100ppm Be no sedimento VC-09, a noroeste e próximo da vila de Barriguda. Revelam pegmatitos ou *greisens* a montante da estação de coleta.

A presença de topázio associado aos granitos informa a atuação de fluidos com flúor, agente mineralizador de importância e, por vezes, indicador de mineralizações W-Sn em profundidade (Aristov, 1968).

d.2) Cromo

Conforme descrito no subitem "b", na região do sítio Fechadinho, no extremo noroeste da área, devem ocorrer corpos cromitíferos, tendo ainda como recurso potencial os elementos da família de platinóides, como acontece na Folha Mombaça, a norte, embora em outra ambiência geológica.

d.3) Cobre

Poucos são os indícios de possíveis mineralizações de sulfetos na área estudada. Nos concentrados de bateia analisados mineralogicamente foi observada pirita em três amostras, com teores abaixo de 5% (amostra 138) e abaixo de 1% (amostras 120 e 410); como nos sedimentos correspondentes não foram detectados valores altos de calcófilos, devem representar apenas acessórios normais, provavelmente originados em zonas de fratura ou silicificação.

A norte da localidade de São Paulo, a amostra VC-294 apresentou 150ppm de cobre (EE) e 15ppm de bismuto. Como esse elemento pode ocorrer na estrutura de sulfetos tipo calcopirita, é possível a presença de mineralizações a montante, relacionadas às rochas metabásicas da Unidade Serra do Papagaio. Comprovada essa relação, pode-se verificar as demais anomalias de bismuto, em teores de 10 e menores do que 10ppm Bi, detectadas em outras 11 amostras que estão dispersas na área.

d.4) Tungstênio

Apesar da ocorrência de inúmeros corpos de calcissilicáticas de pequenas dimensões revelados pelo mapeamento geológico e pela detecção de epidoto em todas as amostras de concentrado de bateia analisadas mineralogicamente (concentrações máximas entre 15 e 25%), o mineral scheelita somente foi encontrado no concentrado 222, coletado em pequena drenagem próximo da vila Santa Clara, a sul da área, em teor inferior a 1%. Tanto os concentrados quanto os sedimentos não apresentaram resultados na análise espectrográfica para tungstênio, devido a seu alto limite de sensibilidade (50ppm).

Anomalias de cálcio, não-relacionadas a rochas máficas, foram registradas em alguns locais, especialmente na porção WSW da Folha, região de Salgadinho. As amostras VC-52 e VC-56 tiveram resultados de 10% e 7% de cálcio, contendo 700ppm de estrôncio (alto *background*) associado. Denunciam a presença de níveis calcissilicáticos nos migmatitos da Unidade Mombaça, sem se poder precisar a existência de mineralização de scheelita associada.

d.5) Ferro

Conforme descrito no subitem "c", a zona anômala para ferro encontrada no extremo-sudeste da Folha pode indicar mineralizações de hematita-magnetita, necessitando-se, entretanto, estudos complementares para sua correta definição.

Capítulo 6
Metalogenia

por
Inácio de Medeiros Delgado, Hermanilton de Azevedo Gomes e Marcelo de Freitas Medeiros

6.1 Introdução

O capítulo de metalogenia está embasado na integração multidisciplinar de elementos factuais geológicos, geoquímicos, geofísicos e de mineralizações que compõem a Carta Metalogenético-Previsional.

Essa carta tem por objetivo final a delimitação de áreas mineralizadas ou favoráveis a mineralizações (áreas previsionais), com base nas leis que controlam a distribuição das concentrações minerais na natureza.

Para alcançar esse objetivo é necessário adotar formas simples e legíveis de representação cartográfica dos dados (diretos) sobre as mineralizações e dos indicadores indiretos (geoquímicos, geofísicos, petrográficos) que levam à descoberta de mineralizações. Justapondo essas informações sobre uma base geológica, especializada ou não, contendo os elementos essenciais da tectônica, estrutura, litologia, sedimentologia e estratigrafia, possibilita-se, através de métodos simples de integração de dados, o reconhecimento das relações entre os indícios de mineralização e os objetos geológicos responsáveis pela edificação das concentrações minerais (metalotectos).

O contorno dos metalotectos e dos indícios de mineralizações constituem, em essência, os elementos previsionais que formam um todo indissolúvel com os elementos metalogenéticos e geológicos compondo a Carta Metalogenético-Previsional, de acordo com a metodologia exposta no Capítulo 4, da Parte I.

As informações básicas utilizadas na confecção da Carta Metalogenético-Pprevisional da Folha Catarina foram as seguintes:

- carta geológica na escala 1:100.000;
- carta geoquímica na escala 1:100.000;
- carta aerocintilométrica na escala 1:100.000;
- carta aeromagnetométrica na escala 1:100.000;
- modelamento de perfis magnetométricos;
- estudos petrográficos; e
- cadastro de ocorrências minerais

A tabela II.6.1 apresenta os recursos minerais cadastrados, suas encaixantes hospedeiras e os dados econômicos disponíveis. O tratamento metalogenético das ocorrências cadastradas e indícios geoquímicos levou em conta a ambiência geológica onde elas estão situadas. A tabela II.6.2 registra as áreas mineralizadas e prospectivas, suas mineralizações (e indícios) e os seus metalotectos.

6.2 Panorama metalogenético

O potencial metalogenético da Folha Catarina mostra-se bastante diversificado, estando intrinsecamente associado às várias unidades geológicas mapeadas e, em alguns casos, com mineralizações associadas a rochas plutônicas e/ou subvulcânicas que atravessam indistintamente algumas dessas unidades. Com base nas ocorrências minerais cadastradas e nos indícios geoquímicos e geofísicos foram definidas 11 áreas mineralizadas e/ou prospectivas. Essas áreas apresentam depósitos ou jazimentos de ametista, calcário, cristal de rocha, talco, vermiculita, rutilo, granada, cianita e quartzo róseo.

A Unidade Mombaça (A(P)mi), considerada de idade arqueana, com rejuvenescimento no Proterozóico Inferior, constitui a unidade basal da região, compreendendo ortognaisses de composições variadas (diorítica a granítica), migmatítos incluindo *sheets* de leuco-ortognaisses e diques de metabásicas e metapegmatitos, além de seções com frequentes corpos anfibolíticos. Nessa unidade foram delimitadas duas áreas para a prospecção mineral, a NW da Folha, onde está localizada a área I, e a SE, envolvendo a área XI, ambas com as seguintes características:

- presença de ferro, vermiculita, ametista e/ou amianto;
- presença de fortes indícios geoquímicos de cromo;
- associação geoquímica anômala para Cr e Ni + Co + Cu + Fe, U, Mn + Ca + Mg de filiação básico-ultrabásica;
- presença de corpos máfico-ultramáficos;
- associação desses corpos com zonas de falhas.

Provavelmente, muito dos corpos máfico-ultramáficos em zonas de deslocamento comportaram-se como rochas "lubrificantes", e sendo metassomática e hidrotermalmente alteradas, permitiram a segregação de óxido de ferro e de sulfetos de Ni-Cu-Fe, esses últimos através de sulfurização.

Tabela II.6.1 – Listagem dos jazimentos minerais

Nº de Referência	Substância	Local	Rocha Encaixante/Hospedeira	Dados Econômicos	
				Reserva Inferida (t)	Química
01	Ametista	Faz. Monte Castelo	Xisto cataclástico		
02	Ametista	St. Bonito	Migmatito		
03	Ametista	Garimpo	Micaxisto		
04	Ametista	St. Guaribas	Quartzito		
05	Ametista	Liso	Ortognaisse-granítico		
06	Calcário	Chatinho	Gnaisse	64.000	
07	Calcário	St. Poldrinha	Anfibolito	1.100.000	
08	Calcário	Caria	Gnaisse	17.500	
09	Calcário	St. Lagoa Redonda	Gnaisse	10.100	
10	Calcário	Lagoa Redonda	Anfibólio-gnaisse	3.200	
11	Calcário	Chapadinha	Anfibólio-gnaisse	2.700	
12	Calcário	St. Lagoas	Biotita-gnaisse	8.500	
13	Calcário	St. Lagoas	Biotita-gnaisse	1.350	
14	Calcário	St. Cachoeira	Xisto	2.160	
15	Calcário	Vilar	Biotita-gnaisse	5.400	
16	Calcário	Buriti	Biotita-gnaisse	4.050	
17	Calcário	St. Fechado	Gra-mu-xisto	5.400	50,9% CaO - 12% MgO - 4,54% SiO_2
18	Calcário	São Pedro	Bi-mu-xisto	18.900	
19	Calcário	São Gonçalo	Bi-mu-xisto	3.800	33,4% CaO - 19,8% MgO - 0,8% SiO_2
20	Calcário	Zorora	Bi-mu-xisto	7.300	
21	Calcário	Quincolé	Biotita-gnaisse	2.700	
22	Calcário	Quincolé	Mu-qz-xisto	6.000	31% CaO - 21,6% MgO - 0,6% SiO_2
23	Calcário	Vazantes	Biotita-gnaisse	1.080	
24	Calcário	Vazantes	Biotita-gnaisse	64.500	
25	Calcário	Barra	Biotita-gnaisse	59.400	
26	Calcário	Lagoa de Dentro	Gnaisse	162.000	32,4% CaO - 20,2% MgO - 5,3% SiO_2
27	Calcário	Sombra do Gado	Biotita-gnaisse	1.620.000	32,0% CaO - 21,1% MgO - 1,3% SiO_2
28	Cristal de rocha	St. Cajazeiras	Biotita-gnaisse		
29	Cristal de rocha	St. Francisco Lima	Granito cataclástico		
30	Talco	St. Mares	Ortognaisse granítico		
31	Talco	Rocha Verde	Biotita-gnaisse	25.700	6,87% FeO - 0,11% CaO - 29,67% MgO
32	Talco	Boiote	Qz-cl-xisto	4.700	
33	Talco	Açude Novo	Ortognaisse granítico	5.200	
34	Talco	St. Fechado	Biotita-gnaisse	117.000	
35	Talco	Jardim	Biotita-gnaisse	2.300	
36	Talco	Monte Evereste	Mu-qz-gra-xisto	1.800	
37	Talco	Escuro	Qz-bi-xisto	15.600	
38	Talco	Escuro	Qz-bi-xisto	3.100	3,7% FeO - 0,28% CaO - 29,2% MgO
39	Talco	Tabuleiro do Meio	Anfibolito	28.000	
40	Talco	Manoel Gonçalves	Anfibolito	7.800	
41	Talco	St. Camboeiro	Ortognaisse granítico	10.400	
42	Talco	Olho D'água	Ortognaisse granítico	11.700	
43	Talco	Jatoba	Biotita-gnaisse	5.200	
44	Talco	Varjota	Biotita-gnaisse	2.600	
45	Vermiculita	St. Cajueiro	Anfibolito		
46	Vermiculita	Serra do Sítio	Biotita-gnaisse		
47	Vermiculita	St. Alentejo	Granito		
48	Rutilo	Cantinho	Biotita-gnaisse		
49	Rutilo	Barra	Muscovita-quartzito		
50	Granada	St. Pelado	Mu-bi-xisto	100.000	
51	Cianita	St. Casinhas	Muscovita-xisto		
52	Quartzo róseo	Lagedo	Ortognaisse		
53	Turmalina	St. Monte Alegre	Ortognaisse		
54	Turmalina	Olho D'água	Ortognaisse		

Tabela II.6.2 – Discriminação dos metalotectos

Áreas	Mineralizações (Indícios)	Metalotectos		
		Comprovados	Prováveis	Possíveis
I	Vermiculita (Cr, Ni, Cu, Co, Fe, Mn, Ca, Mg, Pb, Be, Zn, V, La e Sc).	Corpos básicos (anfibolito) e ultramáfico (serpentinitos) na Unidade Mombaça.	Corpos plutônicos básicos e intermediários gnaissificados distribuídos na Unidade Mombaça	Zonas sulfetadas e de ação hidrotermal associadas a rochas máficas, ultramáficas e granitóides.
IIa	Calcário (Nb, La, Y e B).	Nível de calcário na Subunidade Catarina. Truçu pertencente a uma seqüência sedimentar marinha (Complexo Gnáissico-Migmatítico).	Granitóide de composição granodiorítica intrusivo nos gnaisses da Subunidade Catarina-Truçu.	Atividade hidrotermal associada a granitóides intrusivos e a zona de cisalhamento.
IIb	Calcário (Y, La e Nb)			
IIIa	Calcário e talco (B, Nb, Y, Cu e Pb).	Níveis carbonáticos na Subunidade Catarina-Truçu (Complexo Gnáissico-Migmatítico) e no Complexo Ceará.	Presença de talcoxistos do Complexo Ceará e *sheets* de ortognaisses e metapegmatitos na Subunidade Catarina-Truçu.	Zonas sulfetadas associadas à fácies metapelito-carbonáticos (Área IIIa).
IIIb	Calcário e berilo.			
IV	Calcário, cristal de rocha e ametista (Cr, Ca, V, Pb, Be, Mn, Fe, Be, Co, Cu, Ni, Nb, Sr, Ba, Sn, Mg, B e La).	Corpos carbonáticos e veios ácidos encaixados no Complexo Gnáissico-Migmatítico	Corpos básicos cortados por veios hidrotermais e diques básicos relacionados a indícios geoquímicos.	Zonas sulfetadas associadas a alternâncias de metapelitos com metacalcários. Atividade hidrotermal relacionada a granitóides intrusivos.
V	Calcário, talco, granada e ametista (pi, rt, Ca, el, Nb, cp, gra, Y e Mg).	Níveis de calcário na Subunidade Flamengo, presença de talco e talcoxisto na Subunidade Flamengo e no contato com a Unidade Mombaça.	*Sheets* de leucortognaisses e variação de fácies sedimentar e metamórfica, especialmente os sítios de mais alta temperatura.	Hidrotermalitos associados a granitóides intrusivos.
VI	Calcário, talco, rutilo (Ni, Fe, Pb, Zn, Mn e B).	Níveis de calcário e lentes de talco na Subunidade Flamengo (Complexo Gnáissico-Migmatítico).	Lentes de metamáfico-ultramáficas metamorfitos carbonáticos e interface xisto-quartzito.	Zonas sulfetadas associadas a alternância de metapelitos com calcários.
VIIa	Ametista e calcário (B).	Veios ácidos e lentes de calcário do Complexo Ceará.	Veios ácidos relacionados a corpos de granito e quartzo-monzonito do tipo Cangati ($PS\gamma_4$).	
VIIb	Calcário (Cu e B).			
VIII	Ametista e calcário		Veios de quartzo encaixados em quartzito e lentes de metacalcário, pertencentes ao Complexo Ceará.	
IX	Talco (B, Ba, Ni, Cu, Fe, Pb, mgs, gra, tu, cp e at).	Corpos metagábricos e diques de metabasitos xistificados na Unidade Serra do Papagaio.	Corpos de gabro e diabásio metamorfizados.	Zonas sulfetadas associadas a rochas máficas e ultramáficas.
X	Ametista, talco, calcário (Sn, Mn, Cu, Ni, Pb, Fe, Co, Zn, Sr e Cr).	Nível de calcário paralelo a nível de talco, e granitóide intrusivo no Complexo Gnáissico-Migmatítico.		
XI	Vermiculita, (Fe, Mn, Sc, Co e Zn)	Anfibolitos em contato com granitos intrusivos na Unidade Mombaça.	Anfibolitos e metaultrabásicas influenciadas por granitóides intrusivos.	Zonas sulfetadas associadas a rochas e ultramáficas.

Ainda vale ressaltar a importância que as rochas básico-ultrabásicas representam para a prospecção de Cr ou Ni Cu Co Pt.

A Unidade Serra do Papagaio (PIsp) constitui-se de um conjunto metaplutonosubvulcânico bastante heterogêneo com corpos estratóides de ortognaisses de composição granítica, granodiorítica, tonalítica e diorítica, além de corpos metagábricos, diques de metabasitos xistificados e metapegmatitos, e micaxistos e paragnaisses subordinados. Essa unidade se estende nas porções centro-leste-nordeste da Folha, sendo afetada por corpos granitóides intrusivos sin, tardi- e pós-transcorrência (PSγ3A, 3B, 3C e PSγ4). Nesse ambiente são comuns as anomalias geoquímicas de B, Nb, La e outros elementos de filiação ácida, bem como ocorrências de ametista e talco. Dentro dessa unidade foi delimitada, como zona prospectiva principal, a área IX, onde se destaca a presença de talco associado a corpos metagábricos e diques de metabasitos xistificados.

O Complexo Gnáissico-Migmatítico, considerado do Arqueano-Proterozóico Inferior, compreende três grandes subconjuntos que ocupam grandes porções da Folha Catarina. Oprimeiro, denominado Subunidade Acopiara-Hebron (A/PIgna) é constituído preferencialmente por rochas paraderivadas (especialmente gnaisses e migmatitos); essa subunidade domina no leste e sudeste da região em apreço. O segundo subconjunto constitui a Subunidade Catarina-Truçu (A/PIgnc) e compreende para- e ortoderivadas representadas por gnaisses geralmente migmatizados, dominando no norte e noroeste da Folha. O último, denominado Subunidade Flamengo (A/PIgnf), encontra-se constituído por muscovita-biotita-gnaisses em parte migmatizados e associados a micaxistos, dominando no centro e sudoeste da Folha . Em todo o complexo ocorrem lentes de rochas calcárias, calcissilicáticas, básicas e ultrabásicas, sendo que nos dois primeiros conjuntos os *sheets* de ortognaisses graníticos são mais frequentes.

Essa unidade gnáissico-migmatítica destaca-se por apresentar maiores possibilidades metalogenéticas, sendo relacionadas seis áreas: IIa, IIb, IV, V, VI e X.

As áreas IIa e IIb caracterizam-se pela presença de lentes de metacarbonatos associados aos gnaisses e corpos intrusivos de granitóides tipo 3B. Atividades hidrotermais possivelmente desenvolvem-se nessas áreas particularmente ao longo das zonas de cisalhamento, havendo indícios geoquímicos de Pb em sedimento de corrente que sugerem a possibilidade de mineralizações de *skarns*. As áreas V e VI apresentam, além das lentes de metacarbonatos, observadas nas áreas IV e X, corpos de metamáfica-ultramáficas ferrificadas e gnaisses aluminosos com certas concentrações residuais de granada sillimanita. Essa associação delineia uma faixa que se distribui ao redor dos núcleos mais antigos da Unidade Mombaça, próxima a contatos de falha. Essas zonas de cisalhamento afetadas por processos hidrotermais, com anomalias de boro e indícios geoquímicos de Cu-Pb-Zn-Mn-Fe-Ni, e com presença eventual de pirita no concentrado, atestam a potencialidade dessas áreas para mineralização de sulfetos de base, além de carbonato e talco.

O Complexo Ceará (PIc) compreende uma unidade basicamente paraderivada, constituída de quartzitos, xistos e gnaisses (com presença ou não de granada, sillimanita, turmalina, estaurolita e rutilo), metagravaucas e gnaisses migmatizados. Subordinadamente ocorrem lentes de calcário (PIcc) e rochas calcissilicáticas (PIccs). Esse complexo foi depositado em ambiente marinho-plataformal; a nível de erosão atual, contorna (ou envolve) a Unidade Serra do Papagaio e contém intrusões graníticas de Pγ, Pγ3B e PSγ4.

No referido complexo temos como principal mineralização os depósitos de calcário, que se apresentam em forma de corpos lenticulares nos xistos, observados nas áreas IIIa, IIIb, VIIa, VIIb e VIII.

As rochas quartzosas apresentam, frequentemente, anomalias de boro que poderiam estar relacionadas à presença de turmalina nos quartzitos ou, mais provavelmente, ao hidrotermalismo associado às zonas de cisalhamento sob influência dos granitóides sintranscorrência. Essa possibilidade, se comprovada, ampliará as possibilidades metalogenéticas dessas áreas para mineralização filoneana de metais-base associada com ouro. A presença do hidrotermalismo já é comprovada nas áreas através de veios de quartzo com ametista e diques graníticos turmaliníferos.

Capítulo 7
Geologia Econômica

por
Marcelo de Freitas Medeiros

7.1 Panorama mineral da área

Os principais recursos minerais identificados na Folha Catarina foram os depósitos de calcário e talco, vindo, em segundo plano, os depósitos de granada, cianita, ametista e quartzo róseo, além de indícios de vermiculita, ferro, berilo e cristal de rocha.

Excetuando-se as mineralizações filoneanas de ametista, berilo, quartzo róseo e cristal de rocha, respectivamente relacionadas ao hidrotermalismo tardio do evento magmático Cangati (tardi- e pós-Ciclo Brasiliano), os demais depósitos mineralizados em calcário, talco, vermiculita, granada, cianita e ferro estão relacionados aos terrenos supracrustais dos domínios marinho e marinho plataformal dos complexos Gnáissico-Migmatítico e Ceará, respectivamente.

Alguns depósitos de calcário, ametista e quartzoróseo são garimpados em caráter intermitente e de forma predatória, sendo os primeiros utilizados apenas no fabrico de cal, enquanto os minerais filoneanos são transportados para os centros de lapidação, em Fortaleza, onde são comercializados.

7.2 Calcário

Dos 22 depósitos assinalados na Folha Catarina, apenas dois revelaram reservas consideradas de porte médio, acima de 1.000.000t (tabela II.6.1). O cálculo dessas reservas foi feito de forma inferida com profundidade de explotação estipulada subjetivamente, levando-se em consideração principalmente o ângulo de mergulho do corpo mineralizado e a resistência da rocha encaixante (lapa). De uma maneira geral esses calcários têm coloração variável de esbranquiçada a cinza, alguns com elevada brancura, textura sacaroidal, granulação fina a grossa, localmente bandados e foliados (foto 43), sendo constituídos de calcita e dolomita, além de mica branca, flogopita e/ou biotita, e, eventualmente, tremolita e pirita. Na localidade de Zorora (nº. 20) ocorre um dique hidrotermal estreito (10-20cm) e alongado, dentro do calcário, constituído de minerais de calcita, diopsídio e cristais milimétricos de epidoto, granada e turmalina. A norte da vila Truçu, na localidade de Boa Vista, observa-se aglomerados de tremolita dentro do calcário, cujos minerais se encontram grosseiramente paralelos ao contato do calcário com a encaixante (biotita-gnaisses).

Os depósitos localizados a leste de Catarina (nºs. 7 a 11) encontram-se alojados em biotita-gnaisses localmente migmatizados e assumem formas lenticulares, estando orientados para NE e mergulhando para SE, cujas dimensões variam desde algumas dezenas até 300m de comprimento, com espessura máxima de 15m. O calcário se apresenta de cor branca, textura sacaroidal, granulometria fina a média e maciço, tornando-se bandado na periferia. Suas reservas são de porte pequeno (tabela II.6.1), situando-se entre 2.700t e 17.500t, exceto o depósito nº. 7, cuja reserva inferida explotável foi avaliada em 1.100.000 t, considerada a segunda maior da Folha Catarina. Os depósitos nºs. 9 e 10 situam-se próximo à rodovia asfaltada CE-170, e estiveram em processo de lavra por garimpagem, estando atualmente desativados. Nas faixas contíguas a esses depósitos foram assinalados outros corpos de metacalcário de menor potencialidade (vide Carta Metalogenético-Previsional). O depósito nº. 11 está situado mais a leste, numa faixa estreita e alongada, formada por biotita-gnaisses e metacarbonatos, a qual extrapola o limite norte da Folha, onde foram registrados mais três depósitos de porte bem inferior, um dos quais, o situado ao sul da vila Truçu, já se encontra exaurido pela garimpagem.

O depósito nº. 18, situado a oeste da vila São Gonçalo, faz parte de um conjunto de lentes de metacalcário observadas na macroestrutura sinclinorial da região delimitada a oeste pela serra da Catingueira, constituída por biotita-xisto e quartzito milonitizados. Esse depósito apresenta reserva inferida explotável avaliada em 18.900t, representado por uma lente de 7m de espessura e 200m de comprimento; o minério é homogêneo, esbranquiçado e maciço, com granulometria média estando sua garimpagem atualmente paralisada. O depósito nº. 19, localizado nas proximidades da vila São Gonçalo, é de pequeno porte, com reserva inferida da ordem de 3.800t, cujo minério é de acentuada brancura e granulometria média, sendo constituído de calcita e dolomita. A análise

química do minério (tabela II.7.1) revelou um caráter dolomítico, podendo ser utilizado na indústria de tintas.

Os depósitos situados nos arredores da vila Flamengo (nºs. 15, 16 e 20 a 25) são, de um modo geral de pequeno porte, com reservas inferidas da ordem de 1.080t a 64.500t (tabela II.6.1). A característica do minério é praticamente a mesma dos depósitos já descritos anteriormente, apresentando-se preferencialmente esbranquiçado, maciço e com granulometria fina a média, sendo bandado (bandas micáceas) e impuro nas bordas, onde é frequente a presença de flogopita e/ou biotita. O depósito nº. 24, no sítio Vazantes, apresenta um minério de granulometria preferencialmente fina, com disseminações de mica branca em toda a matriz carbonática, além de estar associado a veios paralelos de feldspato róseo com espessura de 1-1,5m. O depósito nº. 20, na localidade de Zorora, com espessura de 3m, apresenta delgado veio hidrotermal de carbonato, levemente boudinado e com espessura variável entre 5-10cm, sendo constituído de cristais milimétricos de granada, epidoto, turmalina verde e pirita. A análise química de uma amostra do depósito nº. 22 (tabela II.7.1) revelou um calcário dolomítico com perspectiva de uso no fabrico de tintas.

Os depósitos de nºs. 26 e 27 são contíguos, situando-se, aparentemente, dentro do mesmo sítio onde estão alojados os depósitos da vila supracitada. Contudo, o depósito nº. 27 tem a maior reserva inferida da Folha Catarina, com 1.620.000t, enquanto o depósito nº. 26 é de apenas 162.000t e já apresenta inúmeros focos de garimpagem. Os resultados analíticos de uma amostra de cada um desses dois depósitos (tabela II.7.1) identificaram calcários dolomíticos com perspectiva de emprego na indústria de tintas.

Os depósitos nºs. 12 e 13, localizados a norte da vila São Paulo, são de pequeno porte e com reservas inferidas explotáveis da ordem de 8.500t e 1.350t, respectivamente. Ominério é de cor branca e maciço, sendo também bandado, com tonalidade esverdeada na borda. O depósito nº. 15, a oeste dessa vila, apresenta as mesmas características macroscópicas, e reserva inferida de 5.400t.

Tabela II.7.1 – Análise química de calcário.

Nº de Depósito / Composto Químico	17	19	22	26	27
SiO_2 (%)	4,5	0,8	0,6	5,3	1,3
Al_2O_3 (%)	0,78	0,12	0,12	0,14	0,02
Fe_2O_3 (%)	0,36	0,25	0,14	0,11	0,10
TiO_2 (%)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
CaO (%)	50,9	33,4	31,0	31,4	32,0
MgO (%)	1,2	19,8	21,6	20,2	21,1
P_2O_5 (%)	0,07	0,05	0,05	0,05	0,06
P.F. (%)	41,0	45,5	46,1	42,4	45,2
R.I. (%)	6,1	1,8	0,9	8,0	3,0

Finalmente, vale destacar a existência do depósito nº. 17, na localidade do sítio Fechado, que apesar do seu porte pequeno, com reserva inferida explotável de 5.400t, constitui um calcário cálcico puro, cujo minério é de cor esbranquiçada, granulação fina a média, maciço e localmente bandado, sendo constituído de calcita, dolomita e micas (flogopita e muscovita), estando encaixado em muscovita-granada-xisto. Suas qualificações químicas o viabilizam para fabrico de cimento, refinação de açúcar, corretivo de solo.

Vale salientar, ainda, que além desses depósitos sumariamente descritos, existem vários outros. Porém, em face de suas potencialidades muito pequenas, não foram considerados, mas apenas assinalados na Carta Metalogenético-Previsional como indícios.

7.3 Talco

As ocorrências de talco acontecem em vários pontos da Folha Catarina. Contudo são mais frequentes a NW da vila Flamengo e a NE e E da vila São Paulo.

A NW da vila Flamengo estão presentes os depósitos de nºs. 34 a 36, além do depósito nº. 43, situado a SE. O depósito nº. 34 forma uma lente N40E/40SE aflorando no topo de um serrote, com espessura aproximada de 30m e comprimento estimado em 150m, cuja reserva, para uma profundidade explotável de 10m, foi avaliada em 117.000t, considerada a maior de toda a Folha Catarina. Esse minério é de cor creme a esbranquiçada, de granulação fina, e untuoso, além de apresentar hábito lamelar e fibroso, sendo constituído de antofilita, tremolita-actinolita e hornblenda. A análise química de uma amostra desse depósito (tabela II.7.2) revelou um teor baixo em Al_2O_3 e elevado em FeO e, também, relativamente baixo em MgO. Esse corpo mineral apresenta-se laterizado na cota mais superior do serrote, onde é interceptado por um dique de quartzo leitoso enriquecido em cristal de rocha e ametista.

O depósito do sítio Jardim (nº. 35) é filoneano xistificado, de pequeno porte, e está associado a anfibolito, estando encaixado em biotita-gnaisse. O corpo tem dimensões aproximadas de 300m de comprimento por 1m de espessura, cuja reserva inferida explotável foi avaliada em 2.300t. O minério apresenta características mesoscópicas e químicas similares às do corpo anteriormente descrito (tabela II.7.2). A sua análise química apresentou resultado similar à de nº. 34.

Os depósitos nºs. 36 e 43 são lenticulares, ligeiramente boudinados, formando talcoxistos associados a anfibolitos, estando encaixados em terrenos formados por associações de quartzitos, gnaisses, xistos e metacarbonáticas. Apresentam dimensões variáveis de 200 a 500m com espessura de até 2m, cujas reservas inferidas de Monte Evereste

Tabela II.7.2 – Análise química de talco.

Composto Químico / Nº de Depósito	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	FeO (%)	CaO (%)	MgO (%)	P.F. (%)
31	55,60	2,56	6,87	0,11	29,67	4,45
34	60,1	0,6	2,1	0,10	27,5	5,7
35	59,1	0,6	1,6	0,10	28,8	5,1
38	56,6	2,40	3,7	0,28	29,2	5,5

(nº. 36) e Jatobá (nº. 43) foram avaliadas em 1.800t e 5.200t, respectivamente. O minério talcífero é do tipo asbestino, formado principalmente de tremolita e ocasionalmente antofilita, apresentando-se untuoso, localmente maciço, e com colorações esbranquiçada, creme, cinza e esverdeada, além de uma textura fibrosa cujas fibras de tremolita são submilimétricas e paralelas à foliação.

Os depósitos de Riacho Verde (nº. 31) e Boiote (nº. 32), situados a NE da vila São Paulo, são filoneanos, orientados para NE, e fortemente inclinados para SE e NW, estando encaixados em biotita-gnaisse e hornblenda-gnaisse. O minério apresenta-se com coloração creme e esbranquiçada, untuoso, com hábito terroso e lamelar, com eventuais manchas formadas por cristais aciculares (fibras paralelas e radiais), sendo constituído de antofilita, principalmente, e tremolita-actinolita. O depósito nº. 31 apresenta um comprimento aproximado de 1.000m por 3m de espessura média, cuja reserva inferida explotável é da ordem de 25.700t, enquanto o depósito nº. 32 mede cerca de 200m de comprimento por 3m de espessura média e reserva de 4.700t. O depósito de Açude Novo (nº. 33) é filoneano e está encaixado em rochas graníticas gnaissificadas. Seu minério tem cor creme, é untuoso, e constitui-se de antofilita, na porção central, e de tremolita nas faixas marginais, além de vermiculita na zona de contato com a encaixante (figura II.7.1). Suas dimensões são pequenas, da ordem de 80m de comprimento por 5m de espessura. Sua reserva inferida explotável foi avaliada em 5.200t.

Os depósitos de nºs. 37 a 41 , localizados a leste da vila São Paulo assumem a forma de diques, orientados para NE e fortemente inclinados para SE, como exemplo nas localidades de Tabuleiro do Meio (nº. 39) e Escuro (nº. 38). Alguns desses depósitos se comportam como lentes boudinadas, com mergulhos suaves e soleiras (nºs. 37, 38 e 40), intercaladas nos parametamorfitos. Esses corpos ocorrem associados a anfibolitos encaixados em gnaisses a biotita, com participação eventual de quartzitos (figura II.7.2). São depósitos pequenos, com reservas inferidas explotáveis da ordem de 3.100t a 28.000t (tabela II.6.1). O minério apresenta as mesmas características mesoscópicas, texturais e físicas daquelas descritas para os corpos mineralizados da região de Riacho Verde. No sítio Camboeiro (nº. 41), o dique de talco está encaixado em ortognaisse grosseiro, com formação de muscovita e turmalina na zona de contato. A análise química feita com uma amostra da localidade de Escuro (nº. 38) (tabela II.7.2) evidenciou um material com perspectiva de uso no fabrico de porcelanas para isoladores elétricos e sanitários.

Outros depósitos foram assinalados na serra do Pastor (nº. 42) e em Lagoa de Dentro (nº. 44), ambos ocorrendo isoladamente e associados a biotita-gnaisse. Trata-se de corpos lenticulares xistificados, orientados para NE e mergulhando suavemente para SE, sendo constituídos de tremolita-actinolita e/ou antofilita, cujas dimensões são pequenas, com reservas inferidas da ordem de 2.600t e 11.700t, respectivamente. Várias outras ocorrências menores foram registradas ao sul de Catarina, em suas proximidades, nas localidades de São Bento, São Félix e no sítio Balança, os quais se constituem principalmente de tremolita. Ainda são dignos de nota os delgados diques de talco, de espessura centimétrica, descritos ao sul da vila São Gonçalo, nas localidades de São Domingos e Lagedo.

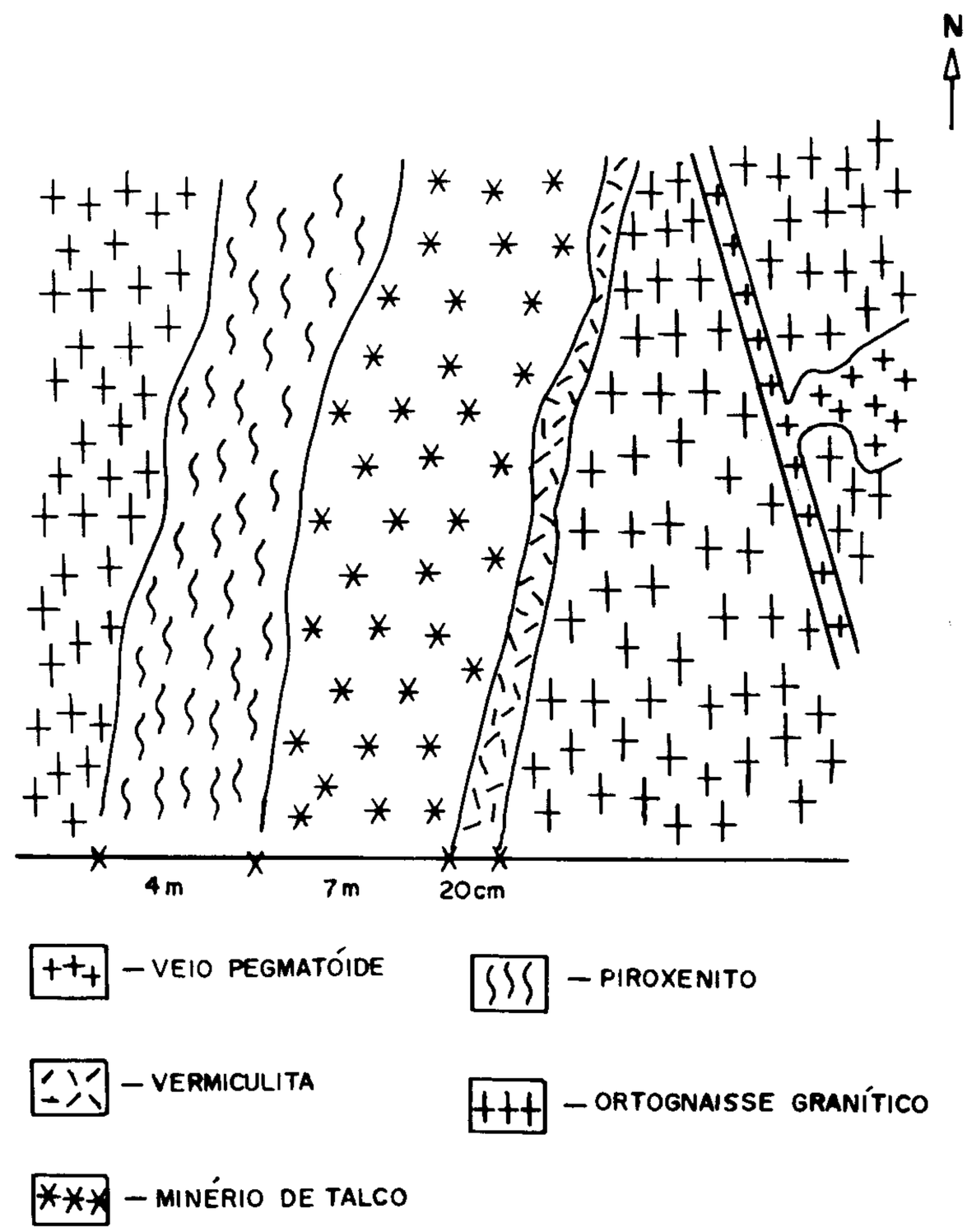


Figura II.7.1 – Superfície horizontal mostrando o filão de talco asociado a piroxenito, encaixado em ortognaisse granítico, localidade de Açude Novo, a leste da vila Truçu.

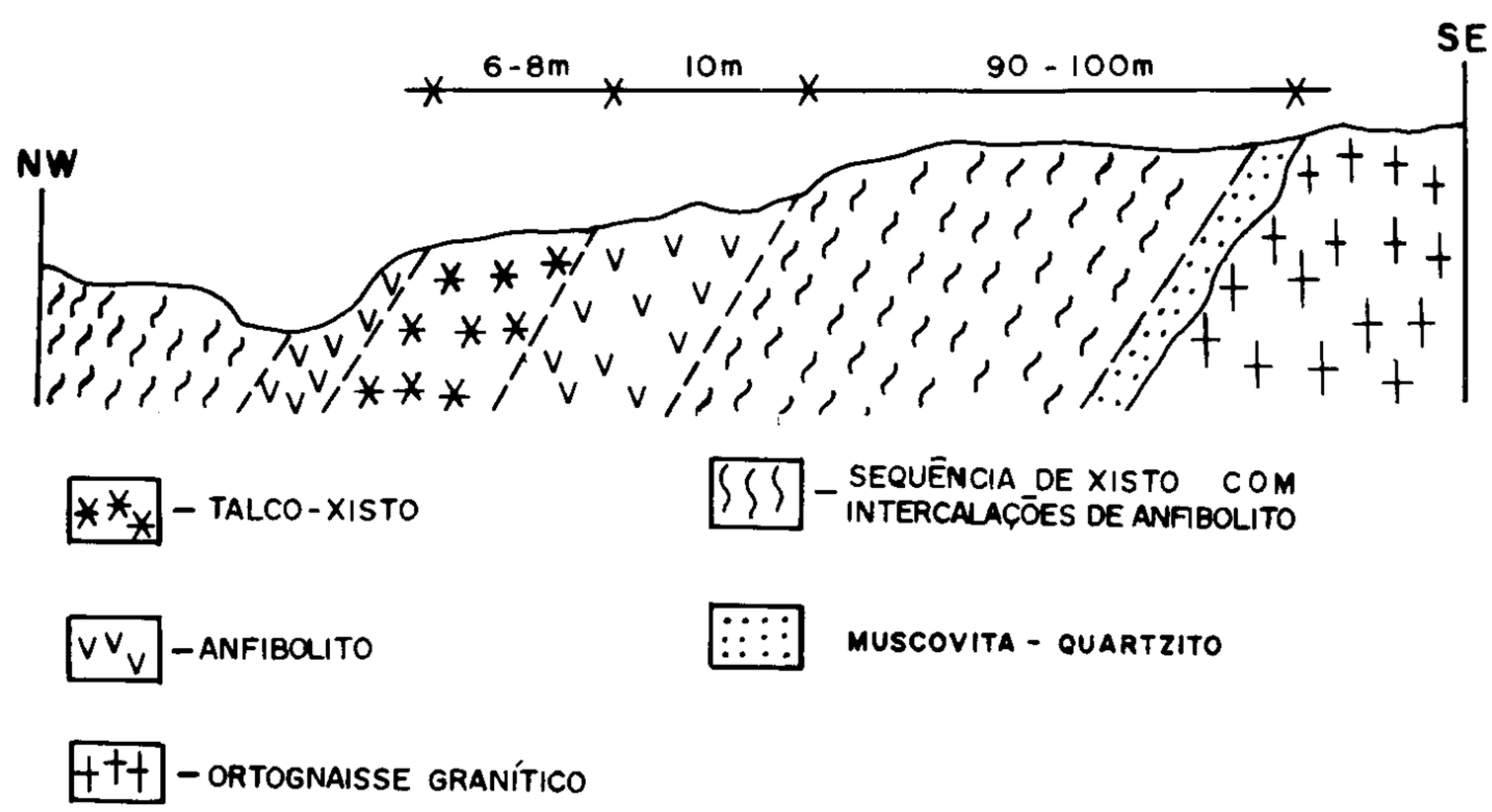


Figura II.7.2 – Seção vertical esquemática mostrando o corpo de talcoxisto ladeado por anfibolito, ambos encaixados numa seqüência constituída de xistos e quartzitos com intercalções de anfibolito. Localidade de Olho d'Água do Chão a NE da vila Hebron.

7.4 Ametista

São inúmeras as ocorrências de ametista cadastradas na área em apreço, mormente nos setores setentrionais das serras do Maia e do Flamengo, as quais, contudo, devido às suas pequenas dimensões, não foram consideradas como depósito, exceto o garimpo Guaribas (nº. 4). Outros corpos mineralizados foram assinalados em vários pontos da área (nºs. 1 a 3 e 5), estando condicionados principalmente aos domínios dos grandes falhamentos.

Contudo, essas emanações filoneanas ácidas ocorrem aleatoriamente, sem uma dependência aparente das unidades litostratigráficas da área. Entretanto, devido a apresentarem apenas indícios de gnaissificação, com efêmeras evidências de clivagem e/ou fraturamento, e por se posicionarem dentro de faixas milonitizadas, esses corpos estão sendo relacionados ao hidrotermalismo tardio do evento magmático Cangati (tardi- a pós-Ciclo Brasiliano).

A ametista, de uma maneira geral, ocorre disseminada em filões de quartzo predominantemente verticalizados e orientados para E, N ou NE, onde formam drusas com cristais de tamanhos variados, geralmente menores do que 5cm, excepcionalmente maiores, ou no núcleo dos cristais de rocha de grande porte, como observado nos garimpos Bonito e Guaribas (nºs. 2 e 4, respectivamente).

Em Monte Castelo (nº. 1), no limite oeste da Folha, o depósito de ametista está associado a um filão de quartzo hialino (N75W/735W) com espessura aproximada de 0,8-1,0m e comprimento superior a 100m, encaixado em milonitos. A ametista ocorre formando "buchos" contíguos dentro do filão, estando associada a drusas de quartzo, cujos cristais maiores são da ordem de 7-8cm de comprimento. Há pequenos focos de garimpagem.

No garimpo de Bonito (nº. 2), a sul de Catarina, a mineralização ocorre associada a dois filões de quartzo contíguos, verticalizados e orientados para NE, distanciados cerca de 100m um do outro, com dimensões aproximadas de 3m de largura por 200m e 15m de comprimento cada um, estando encaixados em ortognaisse granítico. A ametista forma cristais pequenos de cor forte ou ocorre no interior dos cristais maiores do que 5cm, onde se apresentam com boa transparência e pureza. No local são encontradas duas escavações parcialmente soterradas com profundidade aproximada de 3m.

Na localidade de Garimpo (nº. 3), a ametista ocorre associada a um filão de quartzo verticalizado e orientado para NE, com cerca de 60m de comprimento por 1-2m de largura, encaixado em biotita xisto. No local é vista uma escavação com cerca de 60m x 5m de área por 3-3,5m de profundidade, parcialmente inundada e soterrada. A ametista é translúcida e de boa coloração, ocorrendo em cristais pequenos ou em massas irregulares no núcleo dos cristais de quartzo. A lavra do minério é feita por garimpagem, atualmente paralisada.

O corpo mineralizado do garimpo Guariba (nº. 4), situado na encosta oeste da serra do Maia, abriga o maior garimpo da área, estando representado por veios de quartzo ramificados (vieiro múltiplo) com duas direções preferenciais N60W/45NE e N10E/60NW, além de veios aparentemente horizontalizados, encaixados em muscovita-quartzito, numa área aproximada de 1.500m^2. A mineralização ocorre desordenadamente sem um controle definido, estando, porém, preferencialmente condicionada aos vieiros onde são encontradas drusas de quartzo hialino. A ametista ocorre tanto em cristais centimétricos, quanto no núcleo de cristais de quartzo maiores, onde formam manchas de tamanhos variados, de até 8cm de diâmetro. Contudo, frequentemente, só é economicamente explorada quando extraída pelo quebramento dos cristais maiores, cuja ametista é mais corada, límpida e de melhor qualidade. Em alguns setores, observa-se um trincamento desses cris-

tais, por vezes atingindo a zona de domínio da ametista. A lavra do minério vem sendo processada desde 1950, com períodos de interrupção, através de garimpagem predatória, aproveitando-se apenas a ametista e rejeitando-se o cristal de rocha, transformando-o em estéril. A extração do minério vem sendo feita através de duas galerias inclinadas, uma com 6m, aproximadamente, e a outra com 10m (foto 44), além de dois poços circulares com 3 e 15m de profundidade, situados ao longo dos veios mineralizados.

No garimpo do Liso (nº. 5), a ametista ocorre disseminada em drusas de quartzo associadas a um filão com cerca de 1,5m de espessura por 10m de comprimento, em processo de garimpagem, atualmente paralisada. A ametista apresenta as mesmas características físicas já citadas anteriormente na descrição dos outros depósitos.

7.5 Quartzo róseo

O quartzo róseo foi cadastrado apenas na localidade Lagedo (nº. 52), a sul da vila São Gonçalo, município de Catarina, onde ocorre associado a filões de quartzo. O filão principal é verticalizado (N33E) e apresenta várias ramificações ortogonais (WSW) em intervalos mais ou menos constantes a cada 20m, sendo os seus cruzamentos os locais de maior incidência da mineralização, e onde estão concentrados os garimpos (foto 45). O minério forma bolsões irregulares em volta das juntas preenchidas pelos filões de quartzo, cuja mineralização apresenta-se zonada, com as faixas coloridas paralelas à superfície externa do corpo, sendo mais coradas em direção ao núcleo da rocha, onde a "pedra" se apresenta mais límpida e translúcida. Ocasionalmente, observa-se discreta clivagem atingindo o núcleo dessas zonas mineralizadas. A extração do minério é feita por garimpagem de forma predatória, através da quebra manual e eliminação do quartzo hialino que abriga o mineral corado. Não há um controle sobre a produção, pois a lavra é feita de forma intermitente, mas estima-se um volume aproximado de 200kg por período de atividade.

7.6 Cianita

A cianita é encontrada na extremidade NE do serrote Pelado, a leste da vila Flamengo, onde aparece associada a xistos granatíferos da subunidade Flamengo (APIgnf), estando distribuída irregularmente em vários locais, numa área aproximada de $1km^2$. O minério se apresenta em cristais prismáticos alongados, de até 15cm de comprimento, translúcidos, de cores azul-claro a cinza e brilho sedoso, estando dispersos aleatoriamente no xisto, formando bolsões onde a cianita participa com cerca de 3-5% da rocha. Esses cristais se posicionam paralelamente à foliação da encaixante, observando-se um enriquecimento de mica branca ao seu redor. São observados vários focos de garimpagem (foto 46) dispersos sobre o serrote.

7.7 Cristal de rocha

O cristal de rocha ocorre formando drusas, cujos cristais apresentam tamanhos variados de até 10cm; são hialinos a branco-leitoso, translúcidos e opacos, e formando bolsões descontínuos dentro do filão quartzoso. Os diques ácidos responsáveis pela mineralização são de pequeno porte, geralmente verticalizados e predominantemente orientados para NE, coincidindo com os principais alinhamentos estruturais da área. Esses diques ácidos alcançam, muitas vezes, grandes proporções em oposição às pequenas áreas mineralizadas que abrigam, a exemplo da ocorrência do serrote Coroado (nº. 29) (figura II.2.31), com comprimento aproximado de 80m e 50m de largura, mas, cuja zona mineralizada é bastante pequena, inferior a $20m^2$. Esse comportamento foi observado em todas as ocorrências cadastradas sem que quaisquer delas apresentassem vieiro superior a 0,6m de espessura e 4m de comprimento. Na localidade de Timbauba (nº. 29), onde ocorrem os maiores cristais, estes são hialinos, transparentes e medem até 10cm de comprimento, cuja área mineralizada (N50E/vert.) tem cerca de 2m de comprimento por 0,6 m de largura. Vale salientar, ainda, a existência de cristais de rocha associados à grande maioria das ocorrências de ametista.

7.8 Granada

A granada está presente em vários pontos da Folha Catarina, mormente nos xistos do Complexo Ceará, onde formam faixas com dimensões hectométricas. Contudo, apenas foi considerado como depósito a ocorrência localizada na porção sul do serrote Pelado, devido a esse mineral ocorrer em cristais maiores, centimétricos, constituindo cerca de 10% da rocha xistosa. A granada é do tipo almadina e ocorre em cristais isométricos de até 2,5cm de diâmetro (com média de 1,5cm) de coloração vermelho-castanha e opaca, estando encravada em biotita-xisto, formando nódulos na foliação. A faixa mineralizada é relativamente extensa, linearmente maior do que 200m. Sua reserva inferida foi avaliada em cerca de 100.000t.

7.9 Rutilo

As ocorrências de rutilo das localidades Cantinho (nº. 48) e Barra (nº. 49) constituem-se de disseminações desse mineral em solo e colúvio localizados no sopé das elevações locais, na zona de contato de granada-xisto com muscovita-quartzito. O minério ocorre em forma de fragmentos de tamanhos diversos, de 1 a 5cm de diâmetro, e coloração castanho-avermelhada. As áreas mineralizadas são descontínuas e acompanham o contato da rocha xistosa, cuja extensão não foi definida.

7.10 Vermiculita

Essa mineralização se resume a três corpos pequenos (nºs. 11 a 13), de dimensões métricas, localizados nas porções este-meridional e oeste-setentrional da Folha Catarina. São "buchos" de vermiculita e biotita (?), em forma de xenólitos, com cerca de 2m x 0,5-1,0m de dimensão, associados a anfibolitos e encaixados em ortognaisses. A vermiculita se apresenta em palhetas micáceas de comprimento variável entre 2 e 5cm, coloração castanha a cinza-esverdeada, flexíveis e quebradiças, formando "ninchos", cujas micas se posicionam desordenadamente em relação à zona de contato.

7.11 Outras mineralizações

Além desses depósitos minerais apresentados e discutidos, outras ocorrências de pequeno porte, assinaladas na Carta Metalogenético-Previsional, merecem destaque pela sua importância do ponto de vista metalogenético, tais como a presença de fragmentos diversos de hematita na encosta da serra Redonda, a oeste da vila Chatinho, em domínio de granito milonitizado, e de cristais milimétricos de água-marinha disseminados em pegmatito, na localidade de Cavalo Magro, a sul da vila São Gonçalo. As duas ocorrências de turmalina das localidades de Monte Alegre e Olho d'Água constituem também um fato inusitado dentro do panorama econômico da área mapeada.

Em Monte Alegre, a oeste da vila Flamengo, a turmalina (nº. 53) aparece associada a um veio de quartzo hialino, tabular (N50E/48NW), com cerca de 10 a 20cm de espessura e comprimento pouco superior a 50m, estando encaixado em anfibolito. A turmalina se apresenta em escassos prismas alongados, de até 4cm de comprimento, translúcidos e com coloração verde, estando disseminada de forma irregular e descontínua ao longo do contato do veio de quartzo. No sítio Olho d'Água, a sul da vila São Gonçalo, a turmalina forma prismas de até 5cm de comprimento, de cor verde e translúcidos, dispostos paralelamente à direção da encaixante. Essa mineralização está associada a alguns poucos veios de quartzo hialino (N70W), com espessura variável de 5-20cm e comprimento de 0,5-2m, encaixados em metagabro gnaissificado. No local são encontrados alguns focos de garimpagem (foto 47).

PARTE III

RESULTADOS

Capítulo 1
Conclusões

por
José Carvalho Cavalcante

A partir dos diversos temas abordados anteriormente, onde se incluem informações de campo e escritório/laboratório, que foram tratadas segundo metodologias específicas, chega-se às seguintes conclusões:

1.1 Estratigrafia

O quadro estratigráfico é representado por conjuntos de rochas arqueanas e proterozóicas, geralmente de difícil separação no espaço e tempo, em decorrência de suas características metamorfomigmatíticos e de arranjo litostrutural, materializado em segmentos crustais maiormente gnáissico-migmatítico e de aspectos polifásicos e policíclicos. Mesmo assim, com o uso das figuras cronorradiométricas, dos caracteres metamorfoigmatíticos e das evidências de uma provável discordância estratigrafico-estrutural (Complexo Ceará x Complexo Gnáissico-Migmatítico, em parte), reconhece-se três compartimentos litológicos, além das plutônicas granitóides. O primeiro refere-se ao denominado "Terreno de Embasamento Arqueano retrabalhado no Proterozóico", que é representado pela Unidade Mombaça, encerrando gnaisses variados, em níveis diversos de migmatização, incluindo restos de básicas e ultrabásicas metamorfisadas; o segundo, sublinhado pelos complexos Gnáissico-Migmatítico (gnaisses e migmatitos diversos, com estreitas faixas de micaxistos e quartzitos, descontínuos) e Ceará (especialmente micaxistos, quartzitos e paragnaisses), constitui os "Terrenos de Supracrustais e de Infra-Estrutura das Faixas de Dobramentos do Proterozóico Inferior" (inclui núcleos arqueanos rejuvenescidos), que sofreram extensiva tectonização no Ciclo Brasiliano; o terceiro é formado pela sequência de para e ortometamorfitos (micaxistos, filitos, metarritmitos, quartzitos, rochas carbonáticas e metamagmatitos), das fácies xisto-verde e anfibolito baixo, pertencente ao Grupo Orós, de evolução em rifte intracontinental do Proterozóico Médio, com fases metamórficas e de deformação relacionadas ao Ciclo Brasiliano (Proterozóico Superior - Eopaleozóico). O Complexo Ceará, por sua vez, é marcado por uma sedimentação de ambiência marinha-plataformal, com restrita contribuição carbonática (à luz dos informes atuais).

A "estratigrafia dos granitóides", em virtude da falta de um sólido apoio em dados de geocronologia radiométrica, geologia estrutural e litogeoquímica, não ficou muito clara. Nessa situação, as informações de campo ensejaram um arranjo dos plutonitos granitóides em função do desenvolvimento da tectônica de transcorrência, em termos de: a) Granitóides Pré-Transcorrência (Pγ2); b) Granitóides Cedo- a Sin- Transcorrência (PSγ3); e c) Granitóides Tardi- a Pós- Transcorrência (PSγ4). Alguns granitóides gnaissificados ficaram fora dessa organização, e foram inseridos num conjunto de posicionamento cronológico duvidoso.

De acordo com a litogeoquímica, grande parte dos granitóides apresenta-se como tardiorogênicos a anarogênicos (granitos bem diferenciados), tendo-se, para os tipo Cangati (PSγ4), um posicionamento tardiorogênico, com poucas amostras plotadas tanto no campo sincolisional como no pré-colisional.

O conjunto PSγ3 encontra-se no campo pré-colisional e tardiorogênico, e na fronteira do campo do soerguimento pós-colisional, assinalando-se para o subconjunto PSγ3b uma evolução desde os campos pré- e sincolisional até o tardiorogênico, passando pelo soerguimento pós-colisional.

Segundo o tratamento dos valores de TR, os PSγ4 (Cangati) exibem características que melhor se ajustam aos granitos crustais. Para uma amostra do granitóide de São Gonçalo (Pγ2), os dados de TR sugerem uma origem mantélica.

1.2 Geologia estrutural

Para os terrenos cartografados destacam-se estruturas tectônicas relacionadas a cinco fases de deformação, sendo as três últimas certamente progressivas e relacionadas ao desenvolvimento do Ciclo Brasiliano (Proterozóico Superior-Eopaleozóico). A existência de uma fase mais antiga do que estas cinco, e relacionada ao embasamento arqueano, é provável. Na caracterização dessas fases ressalta-se:

a) D_{n-1} – fase mais antiga, provavelmente representada pela foliação em dobras intrafoliais da UM e do CGM (em parte).

b) D_n – refere-se a uma fase deformacional admitida como a mais importante da área, encontrando-se materializada por uma foliação S_n penetrativa que, em diversas situações, se mostra paralelizada a S_{n+1}. Dobras dessa fase não foram observadas, enquanto o metamorfismo (Mn) atingiu a fácies anfibolito.

c) D_{n+1} – corresponde ao desenvolvimento de uma tectônica de *nappes* (melhores observações na Folha Mombaça; Cavalcante in: Oliveira & Cavalcante, no prelo), sendo marcada por forte transposição estrutural, e uma foliação S_{n+1} penetrativa, dobras apertadas isoclinais, reviradas e assimétricas, com tendência vergencial para NW e, geralmente, exibindo graus variáveis de rotação e translação desencadeada por D_{n+2}/D_{n+3}. À D_{n+1} associa-se um metamorfismo da fácies anfibolito, com provável anatexia parcial e formação de migmatitos de injeção *lit-par-lit*. Sua cronologia é admitida como do Proterozóico Inferior (Ciclo Transamazônico).

d) D_{n+2}/D_{n+3} – dizem respeito às fases de deformação responsáveis pela macroestruturação de dobramentos e zonas de cisalhamento da região, com a tectônica D_{n+3} relacionando-se a um regime de transcorrência. As dobras de D_{n+2} são de estilos variados, chegando a exibir geometrias similares às de D_{n+1}, geralmente de eixos curvos e duplamente mergulhantes, cujas figuras de interferência com as anteriores são do tipo laço e bumerangue. As dobras D_{n+3}, giradas quando dos incrementos de *strains* tardios exibem LB's de *rakes* altos. O metamorfismo atingiu a fácies anfibolito (granulito?) em D_{n+3}, evoluindo retrometamorficamente para a facies xisto-verde, quando dos estágios finais da tectônica transcorrente (D_{n+3}).

e) D_{n+4} – é marcada por zonas de cisalhamento frágeis-dúcteis de direção NW e NNW, e dobras abertas de superfícies axiais verticalizadas e com mesmos parâmetros direcionais, não exibindo foliação penetrativa, apenas alguns sítios de clivagem espaçada, devendo estar associada à fase final de soerguimento do sistema dobrado.

1.3 Geoquímica

a) As zonas anômalas demarcadas mostram as variações composicionais das litologias que ocorrem na área, e em especial sugerem o zoneamento geoquímico interno do granitóide Mel e as diferentes facies do granito Cangati.

b) As indicações geoquímicas são de maior favorecimento a minerais de estanho, nióbio e berílio ligados a corpos pegmatíticos; cromita tem potencial no extremo-noroeste da Folha, e scheelita, a sul. Há ainda a possibilidade da existência de sulfetos a norte da localidade de São Paulo.

1.4 Geofísica

Por intermédio do mapa aeromagnético mapea-se, razoavelmente bem, o Complexo Gnáissico-Migmatítico e a Unidade Mombaça, além das zonas de diques básicos, destacando-se a de Flamengo-São Paulo.

O relevo aerorradiométrico da razão Th/K, em áreas de intensidades menores de Th (razão menor do que 0,50), definem zonas ocupadas por granitóides (ex.: granitóides Mel, Saboeiro, Cajazeiras, São Paulo e Camboeiro) ou ortognaisses da Unidade Mombaça.

Para os biotita-granitos Cangati, predominam unidades radiométricas de baixa intensidade, tendo-se 150-200cps e 14-24 cps, para o K e Th, respectivamente. Além disso, a análise dos informes radiométricos assinala a não-existência de um padrão, a partir da distribuição dos radioelementos U-Th-K, de favorecimento à separação e correlação entre os diversos granitóides cartografados. Em diversos sítios, assinalam-se áreas anômalas que sugerem a existência de corpos granitóides que não foram mapeados, bem como a ampliação de outros conhecidos (ex.: Th entre 24-30cps e 30-58cps). Na porção noroeste do granitóide Riacho do Saco, destacam-se setores mais radiométricos (55-95cps).

O modelamento do perfil gravimétrico regional fornece um traçado da estrutura da crosta superior até uma profundidade de 8km. Ainda, a gravimetria e a magnetometria terrestres sugerem um aprofundamento do embasamento geofísico no sentido noroeste, correspondendo a um espessamento crustal em espaços ocupados pelos complexos Ceará e Gnáissico-Migmatítico. Os perfis magnéticos e cintilométricos (geofísica terrestre) demarcam bem as zonas de cisalhamento, as intrusivas ácidas e os diques básicos. No perfil Bouguer, pode-se assinalar que a estrutura da crosta, na Folha Catarina, não é simples.

1.5 Metalogenia e geologia econômica

O potencial metalogenético é variado, por vezes não se correlacionando um certo tipo de mineralização a um único conjunto litológico.

Para a Unidade Mombaça, dos elementos indicados pelos indícios geoquímicos (Cr, Ni, Cu, Fe, Zn, Ca e Mg), o que se mostrou mais interessante foi o Cr, já que foi detectado numa zona anômala delineada a partir de sedimentos de corrente.

No Complexo Gnáissico-Migmatítico, os bens minerais mais importantes são o calcário cristalino, o talco, a cianita e a ametista, tendo-se indícios geoquímicos sugerindo associações de rochas básicas (corpos magnéticos), provavelmente com unidades sulfetadas, e de corpos ácidos (Be e Ba). Enquanto isso, a Unidade Serra do Papagaio exibe ocorrências de talco e anomalias de B, Nb e La.

No Complexo Ceará aparecem ocorrências de calcários cristalinos, ametista, granada, e quartzo róseo, com anomalias geoquímicas de B, Ba, Sn, Cu e Pb.

Economicamente, os maiores destaques ficam com os depósitos lenticulares de calcários cristalinos que ocorrem nos complexos Ceará e Gnáissico-Migmatítico. Em segundo plano, aparecem os minerais hidrotermais-pegmatíticos (ametista, quartzo) e formadores de rochas metamórficas (granada e cianita).

1.6 Metodologia

Nessa primeira fase do Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB, foi indiscutível o progresso experimentado nas questões metodológicas, especialmente por ter envolvido um trabalho multitemático, com a participação de especialistas da própria empresa (CPRM) e de universidades, em diversas áreas do conhecimento geológico. No caso específico das folhas Catarina e Mombaça, essa participação só foi mais ativa nos momentos da apreciação técnica geral, que ocorreu em dois estágios de curta duração e sem atividades de campo. Pelo lado das novas atividades colocadas em operação, destacam-se a de Informática e a de Gravimetria, cujos resultados foram satisfatórios. Ao lado disso, em realce, aparece uma política de aperfeiçoamento permanente do quadro técnico.

No que diz respeito à prospecção geoquímica, assinalam-se os seguintes aspectos:

– as técnicas de amostragem e análises empregadas foram satisfatórias, fundamentadas em trabalhos já realizados em semelhante condição climática, e forneceram subsídios à cartografia geológica e à avaliação metalogenética;

– os resultados analíticos dos concentrados de bateia foram mais efetivos na detecção de dispersões de elementos de minerais resistatos, relacionadas a mineralizações;

– as variâncias de amostragem e analíticas foram consideradas, englobando-se todos os fatores significativos para uma eventual retomada de atividades prospectivas na área. As variâncias são elevadas, sem contudo comprometer a confiabilidade dos resultados interpretados, já que alicerçados nas associações de elementos e com sua distribuição espacial coerente.

Capítulo 2
Recomendações

por
José Carvalho Cavalcante

Com base nos informes coligidos e na experiência adquirida, salienta-se as seguintes recomendações:

2.1 Estratigrafia, Geologia Estrutural e Tectônica

a) Executar, para um melhor entendimento geotectônico da região, um vasto programa de geocronologia radiométrica (Rb/Sr, Pb/Pb, Sm/Nd), envolvendo detalhamento litostrutural, para tratos onde coexistem rochas relacionadas aos complexos Ceará e Gnáissico-Migmatítico (ou Complexo Nordestino) e as unidades Mombaça, Pedra Branca e Tróia, com suas respectivas fases de plutonismo granitóide e básico, além de efetuar estudo similar (pelo menos em algumas seções geológicas) nas faixas litocorrelatas ao Grupo Orós (Lavras da Mangabeira, Grupo Cachoeirinha).

b) Detalhar a litogeoquímica dos corpos plutônicos granitóides, relacionados ou não ao desenvolvimento da tectônica transcorrente considerada como do Ciclo Brasiliano, e dos protólitos anfibolíticos, especialmente da Unidade Mombaça.

c) Dar continuidade ao mapeamento geológico básico dos terrenos pré-cambrianos do estado do Ceará, mas com redimensionamento do item escala de mapeamento, para os sítios que exigem maiores detalhes ou, permanecendo a escala 1:100.000, desenvolver um cronograma que contemple de forma mais acentuada as áreas mais importantes ("áreas-chave"), em termos estratigráficos, estruturais, metalogenéticos e econômicos.

d) À luz dos novos dados e da metodologia aplicada pelo PLGB, efetuar uma revisão multidisciplinar dos terrenos cartografados pelos projetos Cococi (Oliveira et alii, op. cit.), Crateús (Barbosa et alii, 1977) e Lavras da Mangabeira (Prado et alii, 1980), especialmente esse último, por se tratar de um estudo encerrado antes de terminar a segunda e última fase, além de envolver uma região de acentuada importância econômica e científica.

2.2 Geoquímica

a) A amostragem e as análises geoquímico-mineralógicas de concentrados de bateia devem ser enfatizadas, quando em estudos geoquímicos em ambiente climático como o da Folha Catarina, por refletirem, com maior segurança, as dispersões clásticas a partir de mineralizações.

b) Investigações sistemáticas de cunho científico devem ser levadas a efeito sobre o comportamento geoquímico dos elementos-traço nesse tipo de ambiente, contemplando, especialmente, aqueles ligados às fases minerais mais facilmente alteradas/decompostas.

c) Pesquisas geoquímicas de semidetalhe devem ser desenvolvidas nas áreas selecionadas como potenciais, com o intuito de avaliá-las com segurança em termos metalogenéticos. Devem ser utilizados métodos preparatórios e analíticos específicos para os elementos procurados.

d) É recomendada uma verificação *follow-up* nas proximidades da vila São Paulo, para melhor definir a dispersão dos calcófilos cobre e bismuto, e caracterizá-la em função de proveniência e potencial metalogenético.

e) A zona anômala para ferro, delimitada no extremo-sudeste da área, deve ser investigada mais aprofundadamente com métodos geofísicos, pelo seu inusitado contexto geológico de ocorrência.

2.3 Geofísica

a) Os trabalhos de levantamento e tratamento dos informes geofísicos, direcionados aos problemas maiores de ordem tectonostratigráfica, e mesmo metalogenética, devem ser realizados antes da primeira etapa do mapeamento geológico propriamente dito (atividades de campo), para que sejam utilizados eficientemente na interpretação geológica sobre imagens de satélite e de radar, e na seleção das áreas de *check* de interesse a cada disciplina.

b) Transferir aos geólogos de mapeamento os conhecimentos necessários e suficientes para um bom entendimento dos produtos fornecidos pela geofísica, bem como de suas aplicabilidades.

c) Adensar o conhecimento gravimétrico da área mapeada e de todo o estado do Ceará.

2.4 Metalogenia

a) A atividade de cadastramento mineral deve ser executada a partir do término do período de consolidação de dados coligidos na primeira etapa de campo do mapeamento geológico, isto é, logo após a feitura do Relatório de Progresso ou de Etapa, quando já se tem um Mapa Geológico Preliminar II bastante consubstanciado em diversos e novos informes, incluindo aqueles relativos a ocorrências e indícios minerais não citados na bibliografia consultada.

b) Recomenda-se a elaboração e prática de um programa de treinamento emergencial de "Técnicas de Cadastramento Mineral".

c) A execução da Carta Metalogenético-Previsional deve evoluir em paralelo com a da Carta Geológica, sendo constantemente atualizada e com dados definitivos oriundos da geofísica e da geoquímica, gerados antes da segunda etapa de mapeamento geológico.

2.5 Temas diversos (complementação)

a) Para as atividades de escritório, estabelecer figuras de tempo mais flexíveis, para que se tenha um processo de atualização de dados em dimensões reais, resgatando-se o chamado Relatório de Progresso ou de Etapa (elaboração entre as duas principais etapas de campo).

b) Os desenhos das ilustrações com alta probabilidade defigurarem no Texto Explicativo devem ser executados antecipadamente, a fim de se evitar congestionamento no período da confecção do referido texto, além de uma dilatação desse período. Comportamento similar deve ser adotado para os capítulos que pouco ou nada dependem de novos dados, tais como "Localização e Acesso" e "Trabalhos Anteriores".

c) No que tange às análises laboratoriais diversas, faz-se necessário um apoio analítico eficaz, em termos de qualidade e tempo, efetuando-se uma modernização e/ou ampliação de laboratórios petrográficos, químico-geoquímicos e geocronológicos.

d) Os técnicos intimamente ligados ao processo de execução das atividades fundamentais do projeto, mormente o geólogo responsável pelo mapeamento geológico, só devem participar de cursos não-programados e em tempos não-constantes no cronograma após uma avaliação efetuada pelos Supervisores Técnicos.

Capítulo 3
Informações Geradas

por
Marcelo de Freitas Medeiros

Os dados físicos de produção, apresentados no Apêndice I, bem como os documentos listados, anexos ao presente trabalho, são encontrados também nos escritórios do DNPM e CPRM.

3.1 Documentos produzidos e inseridos no Texto Explicativo

3.2 Documentos anexos ao Texto Explicativo

Carta geológica - Escala 1:100.000;
Carta etalogenético-Previsional - Escala 1:100.000.

3.3 Documentos disponíveis em arquivo eletrônico

Cadastro geoquímico, com dados de campo e analítico de todas as amostras com análise química;
Fichas de afloramento; Fichas de análises petrográficas (seção delgada e seção polida);
Fichas de reconhecimento mineralógico;
Fichas de cadastramento de recursos minerais.

3.4 Documentos disponíveis no DNPM Escala 1:100.000

Carta de afloramentos;
Carta geoquímica;
Carta de pontos de amostragem de sedimento de corrente, concentrado de bateia, solo, larerita e rocha;
Cartas de contorno radiométrico do canal de contagem total;
Cartas de contorno radiométrico do canal de urânio;
Cartas de contorno radiométrico do canal de tório;
Cartas de contorno radiométrico do canal de potássio;
Cartas de contorno radiométrico da razão U/Th;
Cartas de contorno radiométrico da razão U/K;
Cartas de contorno radiométrico da razão Th/K;
Carta de interpretação radiométrica do canal de contagem total;
Carta de interpretação radiométrica do canal de urânio;
Carta de interpretação radiométrica do canal de tório;
Carta de interpretação radiométrica do canal de potássio;
Carta de interpretação radiométrica da razão U/Th;
Carta de interpretação radiométrica da razão Th/K.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, A. N. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do nordeste brasileiro. *Geomorfologia*, São Paulo (19): 1-38, 1969.

ARCHANJO, C. J. & SALIM, J. Posição da Formação Seridó no contexto estratigráfico regional (RN-PB). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 12, João Pessoa, 1986. *Atas do* ... João Pessoa, SBG, 1986. p. 270-281.

ALBUQUERQUE, J. do P. T. de. *Inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº. 15, Jaguaribe-SE*. Recife, SUDENE, Div. Documentação, 1970. 187 p. (BRASIL. SUDENE. Hidrogeologia, 32).

ALMEIDA, F. F. M. de et alii. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPóSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 7, Campina Grande, 1977. *Atas do* ... Campina Grande, SBG, 1977. 449 p. il. p. 363-391.

ALMEIDA, F. F. M. de; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B. de. The upper precambrian of South America. *Boletim do Instituto de Geociências*, 7: 45-80, 1976.

ANDRADE, G. F. de. *Geologia e mineralogia da área norte de Tróia-CE*. Recife, UFPE - Esc. de Geol., 1969. 55 p. il. (Relatório de Graduação).

ANDRADE, R. M. G. de. *Estudo geológico e petrográfico da região de Tróia - Pedra Branca-CE*. Recife, UFPE - Esc. de Geol., 1969. 44 p. il. (Relatório de Graduação).

ANGELIM, L. A. de A., org. *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. 146 p. il.

ARTHAUD, M. H. & HARTMANN, M. B. A geologia da região de Independência: um exemplo de tectônica de nappe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Goiânia, 1986. *Anais do*... Goiânia, SBG, 1986.

ARTHAUD, M. H., Hartmann, M. B. & TAGLIANI, T. R. M. *Metamorfismo inverso na porção centro-leste da folha Independência. Suas implicações estruturais e estratigráficas*. Fortaleza, s. ed., 1985.

ARTUR, A. C., WERNICK, E.,; KAWASHITA, K. Geocronologia de unidades lito-estratigráficas do embasamento cristalino da região Sul de Minas Gerais e áreas adjacentes do estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém, 1988. *Anais do* ... Belém, SBG, 1988. v. 6 p. 1854-1869.

AZEVEDO, L. M. P. & MOREIRA, R. de C. Climatologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. Folhas SB.24/25, Jaguaribe/Natal; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. 741 p. il. (Levantamentos de Recursos Naturais, 23) p. 706-728.

BARRETO, A. *Sumário geológico da região rutilífera de Independência-CE*. Fortaleza, SUDENE, 1967. p. 39-47.

BENEVIDES, H. C. *Projeto mapas metalogenéticos e de previsão de recursos minerais. Folha SB.24-V-D; Quixeramobim, escala 1:250.000*. Fortaleza, DNPM/CPRM, 1983. 2v.

BENEVIDES, H. C. *Projeto mapas metalogenéticos e de previsão de recursos minerais. Folha SB.24-Y-B; Iguatu, escala 1:250.000*. Fortaleza, DNPM/CPRM, 1984. 2 v.

BEESON, R. The use of the fine fractions of stream sediments in geochemical exploration in arid and semi-arid terrains. *Journal of Geochemical Exploration*, 22(1-3): 119-132, 1984.

BOESSE, J. M. & OCAN, D. O. Geologie et evolution de la ceinture schisteux Dífe-Ilesha (Sud Ouest Nigeria) In: INTERNATIONAL MEETING ON PROTEROZOIC GEOLOGY AND TECTONICS OF HIGH GRADE TERRAINS. Nigeria, IGGP/UNESCO/IUGS, 1988. 21 p. il.

BOWMAN, A. N. *Mine data sheets and metallogenic study*; Forbes 1:250.000 Metallogenic Map. s.l. Geological Survey of New South Wales, 1977.

BOWMAN, H. N. & STEVENS, B. P. O. The philosophy, design and applications of the New South Wales Geological Survey's Metallogenic Mapping Programs. *Journal of the Geological Survey of Australia*, 25 (3): 121-140, jun. 1978. il.

BRANCO, P. C. de A. Principais depósitos minerais: conceitos, metodologia e listagem. In: SCHOBBENHAUS, C.; CAMPOS, D. de A.; DERZE, G. R.; ASMUS, A. E. Coord. *Geologia do Brasil*. Brasília, DNPM, 1984. 501 p. il. cap. 9, p. 359-421.

BRASIL.DNPM. *Mapa Geológico do Brasil*. Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro, 1971. Mapa color.

BRITO NEVES, B. B. de. Elemento da geologia pré-cambriana do Nordeste Oriental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, Aracaju, 1973. *Anais do*... Aracaju, SBG, 1973. v. 2 p. 105-134.

BRITO NEVES, B. B. de. O ciclo Brasiliano no Nordeste. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 10, Recife, 1981. *Atas do* ..., Recife, SBG, 1981. p. 239-336.

BRITO NEVES, B. B. de. *Regionalização geotectônica do pré-cambriano nordestino*. São Paulo, USP, Inst. Geoc., 1975. 198 p. (Tese doutorado).

BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES BRGM. Service Geologique Nationel. Carte Metallogénique des Massifs des Vosques e de la Foret Noire, 1975. Escale 1:400.000.

BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES - BRGM & ORGANIZATION DES NATIONS UNIES POUR L'EDUCATION, LA SCIENCE ET LA CULTURE-UNESCO. Carte Metallogénique de L'Europe, 1968-1970. Escala 1:2.500.000,

CABY, R. Les terraines precambrienes du Benin, Nigeria et Nord-est du Bresil et les connections sub-atlantiques au proterozoique superieur. In: INTERNATIONAL MEETING ON PROTEROZOIC GEOLOGY AND TECTONICS OF HIGH GRADE TERRAINS, Nigeria, IGCP/UNESCO/IUGS, 1988. 16 p. il.

CABY, R. & ARTHAUD, M. Major precambrian nappes of the Brazilian belt, Ceará, Nordeste Brazil. *Geology*, 14: 871-874, 1986.

CAMPOS, M. de et alii. *Projeto Rio Jaguaribe*. Relatório final. Brasilia, DNPM, 1979. 149 p. il.

CAVALCANTE, J. C. et alii. Projeto Rio Sapucaí. Relatório final. Brasilia, DNPM/CPRM, 1979.

CAVALCANTE, J. C. et alii. Mapa geológico do Estado do Ceará; escala 1:500.000. Fortaleza, DNPM/CPRM, 1983.

CAVALCANTE, J. C. Estratigrafia das folhas Mombaça e Catarina Uma proposta. CPRM/REFO, 1987, 15p., il. (Relatório Interno).

CHAOQUN, Y. On specialization of granitoids of differente genetic types in south China. In: LIREN, W. et alii, eds. *The crust - the significance of granites gneisses in the lithosfere*. Athens, Theophrastus Publications, 1985. 714 p. il. Parte 2, p. 365-387.

CHAPPELL, B. W. & WHITE, A. J. R. *Two contrasting granite types*. *Pacific Geology*, 8: 173 - 174, 1974.

COSTA, J. B. S. & HASUI, Y. Aspecto do lineamento transbrasiliano na região de Porto Nacional - Natividade, GO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém, 1988. *Anais do* ... Belém, SBG, 1988. v. 5, p. 2208-2216.

CPRM-LASA. *Projeto Parnamirim*: levantamento areocintilométrico com discriminação de energia. Relatório final. Rio de Janeiro, 1975. 106 p.

CRANDALL, R. Geographia, geologia, suprimento d'água, transporte e açudagem nos estados orientais do nordeste do Brasil, Parahyba, Rio Grande do Norte e Ceará. Rio de Janeiro, IFOCS, 1910. (Publicação, 4. Série I-DE).

CRUZ, W. B. da; FRANÇA, H. P. M. de. *Inventário hidrogeológico do nordeste*; *folha no. 14, Jaguaribe-SO*. Recife, SUDENE - Div. Documentação, 1970.

DANTAS DE OLIVEIRA, J. A. de & SANTOS FILHO, J. L. dos. *Projeto Iguatu: aerogeofísica, análise e interpretação*. Rio de Janeiro, NUCLEBRÁS/SUPAM, 1980. 39 p. il.

DARNLEY, A. G. *Airbone gamma-ray survey techniques-present and future*. Ottawa, Geological Survey of Canada, 1972. 40 p. il.

DARNLEY, A. G. & GASTRY, R. L. Mapping from the air by gamma-ray spectrometry. *CIM Speciall*, 11: 485-500, s.d.

DEBON, F. & LE FORT P. A chemical mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. *Transactions of the Royal Society of Edinburg: Earth Sciences*, 73: 135-149, 1983.

DEBON, F. & LE FORT P. A chemical mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. *Earth Sciences*, 73: 135-149, 1983.

DELGADO, I. de M. *Diretrizes para representação litológica em mapas "Metalogenéticos-Previsionais" na escala de 1:100.000*. Salvador, DNPM/CPRM, 1987. 50 p. (Rel. Interno).

DOBRIN, M. B. *Introduction a la prospeccion geofisica*. Trad. de José Ma. Fuster e Pablo Martinez Strong. Barcelona, Omega, 1969. 483 p. il.

ESPANHA. Ministerio de Industria. Plan Nacional de la Mineria. *Programa Nacional de Investigación Minera*; mapa metalogenético. s.l., 1972. 157 p. il.

EVERSEN, N. M., HAMILTON; P. J. & O'NIONS, R. K. *Rare earth abundances in chondritic meteorites*. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 42: 1199-1212, s.d.

FEITOSA NETO, M. F. & CAMELO, V. M. *Contribuição à geologia da folha Mombaça - SB.24-V-D-V, área IV*. Fortaleza, CEMINAS/UNIFOR, 1983. 93 p. il. (Relatório de Graduação).

FILGUEIRA, J. B. M. & CASTRO JUNIOR, J. N. de. *Contribuição à geologia da folha Mombaça SB.24-V-D-V, área III*. Fortaleza, CEMINAS/UNIFOR, 1983. 83 p. il. (Relatório de Graduação).

FONSECA, M. R. C. B. da. *Geologia e tectônica da área de Tróia-CE*. Recife, UFPE - Esc. Geol., 1969. 47 p. il. (Relatório de Graduação).

FORD, K. L. & REILLEY, G. A. *Airbone gamma-ray spectrometric surveys as an indicator of granophile element specialization and associated mineral deposits in the granitic rocks of the Meguma zone of Nova Scotia Canada*.n.t. p. 113-133.

FORTES, F. P. A tectônica de teclas da bacia Potiguar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34,

Goiânia, 1986. *Anais do* ... Goiânia, SBG, 1986. v. 3 p. 1145-1153.

FORTES, F. P.; OLIVEIRA, J. C. de. *Projeto Cococi, folha Arneiroz (SB.24-Y-B-I)*. Relatório final. Recife, DNPM/CPRM, 1974. 86 p. v. 2.

FRIZZO, S. J. & TINOCO, C. M. Medida da dispersão em sedimentos de corrente utilizando semivariogramas: um exemplo no semi-árido nordestino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1, Porto Alegre, 1987. *Anais do* ... Porto Alegre, SBG, 1987. 2v. il. v. 1 p. 483-494.

GALBRAITH, J. *Reconhecimento geoquímico regional por sedimentos ativos na região nordeste da Bahia*. Salvador, UFBA - Inst. Geoc., 1972. 58 p. (Relatório Avulso).

GARRET, R. G. The determination of sampling and analytical errors in exploration geochemistry. *Economic Geology*, 64: 568-574, 1969.

GIBB, R. A. et alii. Geophysics of proposed proterozoic suturesin Canada. *Precambrian Research*, 19: 349-384, 1983.

GILLIGAN, L. B. Part 1: *Mine data sheets to accompany metallogenic map Camberra 1:250.000 sheet*. s.1. Geological Survey of New South Wales, 1975. 297 p.

GOMES, F. E. M. et alii. *Projeto Tauá*. Relatório preliminar de pesquisa. Fortaleza, CPRM, 1984. 70 p. il.

GOMES, J. R. de C. et alii. Geologia In: PROJETO RADAMBRASIL. Folhas SB.24/25, Jaguaribe/Natal; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial de terra. Rio de Janeiro, 1981. 741 p. (Levantamento de Recursos Minerais, 23) p. 32-176.

GRANT, S. Gamma-ray spectrometry for geological mapping and for prospecting. In: PATERSON; GRANT; WATSON LIMITED. *Mining Geophysics Workshop*. Toronto, 1982.

GUILD, P. W. *Preliminary metallogenic map of North America: a numerical listing of deposits*. s.l. Geological Survey, 1981. 12 p. (Geological Survey Circular, 858-A).

GUIMARÃES, D. *Geologia estratigráfica e econômica do Brasil*. Belo Horizonte, 1958.

HACKSPACHER, P. C. & SÁ, J. M. Critério litoestrutural para diferenciação do embasamento Caicó do grupo SERIDÓ, RN - Brasil. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 11, Natal, 1984. Atas do ... Natal, SBG, 1984. 380 p. (Boletim, 9) p. 263-277.

HACKSPACHER, P. C.; SOARES, J. W.; PETTA, R. O. Geologia de grupo Ubajara - região de Frecheirinha (CE) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém, 1988. *Anais do* ... Belém, SBG, 1988. v. 6 p. 2661-2677.

HAMMER, S. *Terrain corrections for gravimeter stations geophysics*. Oklahoma, Society of Exploration Geophysicists, 1939. v. 4 p. 184-194.

HARTMANN, M. B. et alii. *Complexo Pedra Branca (CE)* : Aspectos descritivos da deformação crustal profunda. Fortaleza, UNIFOR, 1986. 3p.

IRVINE, T. N. e BARAGAR, W. R. A. A guide to the chemical classification of the common vulcanic rocks Canada, *Journal Earth Sciences*, 8:523-548, 1971.

JACKSON, N. J. Mineralization associated with felsic plutonic rocks in the Arabian Shield. In: ORYSDALL, A. R.; RAMSAY, C. R.; STOESER, D. B ed. - *Felsic plutonic rocks and associated mineralization of the Kingdom of Landi Amabia*. Arabia, Deputy Ministry of Mineral Ressources Jiddab, 1985. (Mineral Resources Bulletin, 29). Parte 4, p. 213-227.

JARDIM DE SÁ, E. F. A evolução proterozóica da província Borborema. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 11, Natal, 1984. *Atas do* ... Natal, SBG, 1984. p. 291-316.

JARDIM DE SÁ, E. F. Aspectos estruturais e tectônicos de granitóides. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais do*... Rio de Janeiro, SBG, 1984. p. 2787-2814.

JARDIM DE SÁ, E. F. Evolução policiclica e contexto tectônico da faixa Seridó, NE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais do ... Rio de Janeiro, SBG, 1984. p. 3319-3324.

JARDIM DE SÁ, E. F. Mise a four de la geologie precambrienne du nordest Brezil. In: INTERNATIONAL MEETING ON PROTEROZOIC GEOLOGY AND TECTONICS. Nigeria, IGCP/UNESCO/IUGS, 1988. 22p. il.

JARDIM DE SÁ, E. F & FOWLER, F. H. A orogênese brasiliana e suas relações com faixas supracrustais no nordeste do Ceará. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 10. Recife, 1981. *Atas do*... Recife, SBG, 1981. 513 p. il. p. 337-350.

JARDIM DE SÁ, E. F. & HACKSPACKER, P. C. Reconhecimento estrutural na borda noroeste do cráton do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Balneário de Camboriú, 198O. *Anais do* ... Balneário de Camboriú, S.B.G., 1980. 5v. il. v. 5 p. 1719-1731.

JARDIM DE SÁ, E. F.; LEGRAND, J. M.; McREATH, I. *Estratigrafia de rochas granitóides na região do Seridó (RN-PB), com base em critérios estruturais*. Natal, UFRN - Dep. Geol., 1980. 11p. il.

JARDIM DE SÁ, E. F., MACEDO, M. H. de 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, Belém, 1988. Anais do ... Belém, SBG/DNPM, 1988. p. 49-62.

JARDIM DE SÁ, E. F., KAWASHITA, K., MACEDO, M. H. de F., SÁ, J. M. Supracrustais monocíclicas no extremo oeste do Rio Grande do Norte. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 12, João Pessoa, 1986. *Atas do* ... João Pessoa, SBG, 1986. 556p (Boletim, 10) p.62-74.

JARDIM DE SÁ, E. F. Geologia da região do Seridó: reavaliação de dados. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 11, Natal, 1984. *Atas do* ... Natal, SBG, 1984. 380p. (Boletim, 9) p.278-296.

JARDIM DE SÁ, E. F. et alii. Supracrustais monocíclicas do extremo oeste do Rio Grande do Norte. In:

SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 12, João Pessoa, 1986. *Atas do...* João Pessoa, SBG, 1986. 556p. il. p. 62-74.

JILI, S & JIAYVAN, L. Ree geochemical characteristics of the two types of granitoid in Jiangxi province and their metallogenic implication. In: LIREN, W. et alii, eds. *The crust - the significance of granites gneisses in the lithosphere*. Athens, -theophrastus Publications, 1985. 714 p. il. Parte 2, p. 345-364.

KEGEL, W. *A estrutura geológica do nordeste do Brasil*. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 1965. 47 p. il. (Boletim, 227).

KILLEEN, P. G. Gamma-ray a spectrometric methods in uranium exploration-aplication and interpretation. In: HOOD, P. J. *Geophysics and geochemistry in the search of metallic ores*. Ottawa, Geological Survey of Canada, 1979. 811p. il. (Economic Geology Report, 31) p. 163-229.

KREITER, V. M. Geological prospecting and exploration - Moscow, Mir, 1968. 383 p. il.

LAMYERE, J. Granites and evolution of the crust. *RGB*, 17 (4): 349-359, 1987.

LAMYERE, J. and BOWDEN, P. Plutonic rock types series discrimination of various granitoids series and related rocks. *J. of Volc. and Geoth Reseach*, 14: 169-186, 1982.

LEAL, O. *Inventário hidrogeológico do Nordeste; folha nº. 9, Jaguaribe-NO*. Recife, SUDENE, 1970. 178 p. (BRASIL. SUDENE. Hidrogeologia, 29).

LEITE, F. de A. B. & MARQUES, J. N. Solos. In: SUDEC. DRN. *Atlas do Ceará*. Fortaleza, 1986. p. 16-17.

LESQUER, A. et alii. Signification structurale anomalies gravimetriques de la partie sud du craton de São Francisco (Bresil). *Tectonophysics*, 76: 273-293, 1981.

LOPES JUNIOR, I. *Projeto Orós*. Recife, CNEN, 1973. 28 p. il.

LINS, C. A. C. & WANDERLEY, A. A. Serviço de orientação geoquímica em drenagens na Província scheelitífera do nordeste. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 9, Natal, 1979. *Anais do...* Natal, SBG, 1979. il. p. 506-537.

MACEDO, M. A. de F.; SÁ, S. M.; KAWASHITA, K. A idade da faixa Orós: dados preliminares. *Revista Brasileira de Geociências*, 18 (3): 362-368, 1988.

MANOEL FILHO, J. *Inventário hidrogeológico do Nordeste; folha nº. 11, Paraíba-NO*. Recife, SUDENE, Divisão de Documentação, 1970. 136 p. (BRASIL. SUDENE. Hidrogeologia, 37).

MARANHÃO, C. M. L. et alii. Contexto geológico e geomorfológico dos pegmatitos da região W e NW de Solonópole-CE. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 12, João Pessoa, 1986. *Atas do...* João Pessoa, SBG, 1986. v. 1. p. 304-319.

MATSON, C. R. Part 1: *Mine data sheets to accompany metallogenic map Dubbo 1:250.000 sheet* Part 2: a metallogenetic study of Dubbo 1:25.000 sheet. s.l. Geological Survey of New South Wales, 1975.

MATTAUER, M. *Las deformaciones de los materiales de la corteza terrestre*. Trad. M. G. Elorza e J. A. Sanchez, Barcelona, Omega, 1976. 524 p.

MEHNERT, K. R. *Migmatitos e a origem das rochas graníticas*. Trad. Emiliano C. de Souza, Rio de Janeiro, CPRM, 1971, 134 p. (Circulação Interna).

MELO JUNIOR, G. *Avaliação do comportamento geoquímico de alguns elementos em sedimentos de corrente sujeitos às condições semi-áridas do nordeste brasileiro - estudo orientativo para cobre*. Natal, 1983. 72 p. (Relatório Final de Pesquisa - CNPq).

MELO, O. O. & BJORKLUND, A. Estudo geoquímico orientativo desenvolvido em área de ocorrência de rochas meta-ultrabásicas cromitíferas, Pedra Branca-CE. In SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 11, Natal. 1984. *Anais do ...* Natal, SBG, 1979. p. 436-451.

MENDONÇA, J. C. G. de S. & BRAGA, A. de P. G. As faixas vulcano-sedimentares de Orós e Jaguaribe: um greenstone belt? *Revista Brasileira de Geociências*, 17 (3): 225-241, 1988.

MENDONÇA, J. C. G. de S. et alii. Caracterização estratigráfica dos metassedimentos da região de Itataia-CE (Grupo Itataia). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32. Salvador, 1982. *Anais do...* Salvador, SBG, 1982. v. 1. p. 325-338.

MORAES, J. F. S. de & CAMPOS, M. de. *Projeto Levantamento dos recursos minerais do Estado do Ceará*. Programa minerais industriais. Relatório final. Recife, Gov. Est. do Ceará/CPRM, 1973. 2 v. il.

MORAES, J. F. S. de & PRADO, F. da S. *Projeto Ferro-Manganês*. Recife, Gov. Est. Ceará/CPRM, 1974. 126 p. il.

MORAIS, L. J. de et alii. *Reconhecimento fotogeológico da região nordeste do Brasil, folha de Iguatu-SB.24-O, escala 1:250.000*. Rio de Janeiro, DNPM/DFPM, 1962.

MORAIS, L. J. de et alii. *Reconhecimento fotogeológico da região nordeste do Brasil, folha de Quixeramobim-SB.24-I, escala 1:250.000*. Rio de Janeiro, DNPM/DFPM, 1962.

MOTTA, A. C. et alii. Feições gravimétricas e magnéticas do cráton do São Francisco. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1, Salvador, 1981. *Anais do...* Salvador, SBG, 1981. 207 p. il. p. 17-33.

OLIVEIRA, A. I. & LEONARDOS, O. H. Geologia do Brasil. Rio de Janeiro, S.I.A, 1943. p. 472.

OLIVEIRA, C. de; HACKSPACHER, P. C.; PETTA, R. A. Relações estruturais do grupo Martinópole e do grupo S. José (NW-CE). In. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém. 1988. *Anais do ...* Belém, SBG, 1988. v.6 p. 2765-2777.

OLIVEIRA, J. C. de et alii. *Projeto Cococi*. Relatório Final. Recife, DNPM/CPRM, 1976. v. 5.

ORLOVA, A. V. & SHATALOV, C. T. *Principes methodiquesde l' etáblissement des cartes metallogeniques et des cartes de prevision des regions minieres*. Trad. M. Markovic. Paris, BRGM, 1960. 24 p.

PARASNIS, D. S. *Mining geophysics*. Amsterdan, Elsevier Publishing Company, 1966. 356 p. il. (Methods in Geochemistry and Geophysics, 3).

PATERSON, GRANT & WATSON LIMITED. *A general-purpose bi-directional gridding program for line geophysical data*. Toronto, 1985.

PATERSON, GRANT & WATSON LIMITED. *Gravpoly*. Toronto, 1984.

PATERSON, GRANT & WATSON LIMITED. *Magpoly*. Toronto, 1984.

PATERSON, GRANT & WATSON LIMITED. *Manual do magmap*. Toronto, 1986.

PATERSON, GRANT & WATSON LIMITED. *Manual do contur*. Toronto, 1986.

PATERSON, GRANT e WATSON LIMITED. *Mining geophysics workshop*. Toronto, 1982.

PATERSON, GRANT & WATSON LIMITED. *Potential field processing short course notes*. Toronto, 1986.

PEREIRA, L. C. B. *Estudos geoquímicos, biogeoquímicos e geobotânicos sobre corpo ultramáfico cromitífero, Andorinha - Bahia*. Salvador, 1978. 103 p. (Tese de Mestrado - Inst. Geoc. UFBA).

PESSOA, R. R. et alii. Contribuição ao estudo de evolução geocronológica do maciço de Tróia-CE. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 12, João Pessoa, 1986. *Atas do*... João Pessoa, SBG, 1986. p. 75-88.

PESSOA, R. R. & ARCANJO, C. J. Tectônica de empurrões na região de Tróia-CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais do* ... Rio de Janeiro, SBG, 1984. p. 1721-1728.

PINHEIRO, I. M. & MORAIS, R. M. *Contribuição à geologia da folha Mombaça; SB.24-V-D-V, área II*. Fortaleza, UNIFOR, 1983. 48 p. il. (Relatório de graduação).

PITCHER, W. S. Granite type and tectonic environment In: HSU, K. J. ed. *Mountain building processes*. London, Acad. Press., 1983. p. 19-40.

PRATES, M. et alii. Geomorfologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. Folhas SB.24/25, Jaguaribe/Natal, geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. 741 p. il. (Levantamento de Recursos Naturais, 23) p. 301-348.

RAMSAY, J. G. Folding and Fracturing of Rocks. McGraw-Hill Co., New York, 1967. 568p.

RAND, H. M. - *Estudos geofísicos na faixa litorânea ao sul do Recife*. Recife, UFPE/Centro de Tecnologia, 1976. 101 p. il. (Tese Mestrado).

RAND, H. M.; SIAL, A. N.; BRITO NEVES, B. B. de; MANSO, V. V. Gravimetric and magnetometric study of the late Precambrian Sergipe folding system; northeast Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Balneário de Camboriú, 1980. *Anais do*... Florianópolis, SBG, 1980. 5 v. il. p. 2700-2708.

ROUTHIER, P. *Les Gisements metalliféres*. Paris, Masson, 1963. v. 1 e 2.

ROZANOV, K. I. & SMIRNOVA, N. V. Differentiation of rare earths in precambrian granitoids of southeastern parts of the urainnian and the baltic shields. *Dok lady Earth Science Section*, 224: 179-182, sep/oct, 1975.

SÁ, J. H. da S. Mapa metalogenético do estado da Bahia - escala 1:1.000.000, Salvador, Secretaria das Minas e Energia, 1983. 62 p. il.

SÁ, J. M., BEZERRA, F. H. R., PEREIRA, R. *Evolução estrutural da região de Orós - Ceará - Brasil*. In: SIMP. NAC. DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 1, Salvador, 1987. p. 6-8.

SÁ, J. M., BEZERRA; F. H. R.; MACEDO, M. K.; PEREIRA, R. Middle Proterozoic supracrustals and brasiliano orogeny in the southeast Ceará state: a monocyclic evolution. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE GEOLOGIA, 7, Belém, 1988. *Anais do* ... Belém, SBG/DNPM, 1988. 617 p. p. 35-48.

SANTOS, E. J. dos & BRITO NEVES, B. B. de. Província Borborema. In: ALMEIDA, F. F. M. de & HASUI, Y., (coord.) *O pré-cambriano do Brasil*. São Paulo, Edgar Blucher, 1984. 378 p. il. p. 123-186.

SANTOS, E. J. dos et alii. *Mapa geológico preliminar do estado do Ceará*. Escala 1:500.000. Recife, CPRM, 1972.

SANTOS, E. J. dos et alii. A região de dobramentos nordeste e a bacia do Parnaíba, incluindo o cráton de São Luís e as bacias marginais. In: SCHOBBENHAUS, C. et alii - *Geologia do Brasil*. Brasília, DNPM, 1984. 501 p. il. cap. 4. p. 131-189.

SAZHINA, N. & GRUSHINSKY, N. *Gravity prospecting*. Moscow, MIR, 1971.

SCHOBBENHAUS, C. et alii. *Mapa geológico do Brasil*. Escala 1:2.500.000. Rio de Janeiro, DNPM, 1982.

SHEN JILI & LIU JIAYUAN, REE. Geochemical characteristics os petrochemistry of the two types of granitoid in Jiangxi Province and their metallogenic implication. In: SIAL, A. N. - Granite - types in northeast Brazil. Current Knowledge. *Revista Brasileira de Geociências*, 16 (1): 54-72, mar. 1986.

SHERATON, J. W. & BLACK, L. P. - Chemical evolution of granitic rocks in the east Antartic Shield with particular reference to post-orogenic granites. *Lithos*, Amsterdam, 21: 37-52, 1988.

SILVA FILHO, D. R. & DOMINGOS, I. A. M. *Contribuição à geologia da folha Mombaça; SB.24-V-D-V*. Fortaleza, CEMINAS/UNIFOR, 1983. 83 p. il. (Relatório de graduação).

SIQUEIRA, L. P. de. A legenda das cartas metalogenéticas regionais do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais do ... Rio de Janeiro, S.B.G., 1984. v. 2. p. 3458-3470.

SIQUEIRA, L. P. de & SOUZA, J. D. de. *Legenda parcial para uso nas cartas metalogenéticas 1:250.000*. Dados e metalogênese. Salvador, CPRM, 1982. 13 p. (Rel. Interno).

SOUZA, E. M. de; BRAGA, A. de P. G. *Mapeamento geológico da folha Itapiúna* (SB.24-X-A-IV). Fortaleza, NUCLEBRÁS/CEMINAS, 1984. 76 p. il. v. 1.

SOUZA, E. M. de et alii. Caracterização tectono-metamórfica do arqueano/proterozóico da região de Irauçuba-CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Goiânia, 1986. *Anais do* ... Goiânia, SBG, 1986. v. 2. p. 770-783.

SOUZA, J. D. de et alii. *Projeto Colomi*. Relatório final. Salvador. DNPM/CPRM, 1979. v 1.

SOUZA, M. J. N. de. Geomorfologia. In: SUDEC/DRN : *Atlas do Ceará*. Fortaleza, 1986. p. 14-15.

SOUZA, C. G. et alii. Pedologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. Folhas SB.24/25, Jaguaribe/Natal; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. 741 p. il. (Levantamento de Recursos Naturais, 23) p. 349-484.

STANTON, R. L. *Ore Petrology*. New York, McGraw-Hill, 1972. 713 p. il.

STREICKEISEN, A. L e Le MAITRE. A chemical aproximation to the modal QAPE classification of the igneous rocks. *Neues Jahrbush fur Mineralogie Abhandlungen*, 136: 169-206, 1979.

SUSZCZYNSKI, E. F. Considerações sobre a evolução tectônica orogenética da parte oriental do escudo brasileiro. *B. Rec. Nat.*, Recife, 4 (3/4): 371-416, 1966.

SUSZCZYNSKI, E. F. *Mapa metalogenético do Brasil*; notícia explicativa da legenda. Brasília, DNPM, 1973. 17 p.

SZATMARI, P., FRANÇOLIN, S. B. L., ZANATO, O., WOLFF, S. Evolução tectônica da margem equatorial brasileira. *Revista Brasileira de Geociêcias*, 17 (2): 180-188, jun, 1987.

TAKAHASHI, M.; ARAMAKI, S.; ISHIHARA, S. Magnetite-series / Ilmenite-series vs. I-type/S-type granitoids. In: ISHIHARA, S. & TAKENOUCHI, S. - *Granitic magmatism and related mineralization*. Soc. Mining Geologist of Japan, 1980. (Mining Geology Special Issue, 8) p. 13-28.

TALWANI, M. & HEIRTZLER, J. L. Computation of magnetic anomalies caused by two dimensional structures of arbitrary. *Computers in the Mineral Industries*, Stanford, 1 (9): 464-480, 1964.

TANNER, J. G. & GIBB, R. A. Gravity method applied to base metal exploration. In: HOOD, P. J. - *Geophysics and geochemistry in the search for metallic ores*. Ottawa, Geological Survey of Canada, 1979. 811 p. il. (Economic Geology Report, 31) p. 105-122.

TAUSON, L. V. & KOSLOV, N. D. Distribuition function and ratios trau element concentrations as estimations of the ore-bearing potential of granites. In: JONES, M. S. *Instituition of Mining and Metalurgy*, London, 1973. p. 37-44.

THORNTON, C. P. & TUTLLE, O. F. *Chemistry of igneous rocks I. Differentiation Index*. Americam Journal or Science, 258: 664 - 684. Nov. 1960

TORQUATO, J. R., PEREIRA, L. H., CAVALCANTI, V. M. M. Reconhecimento geocronológico e químico da província sub-vulcânica de Maracaú - folha de Santa Quitéria (Ce). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 12, Joao Pessoa, 1986. *Atas do* ... João Pessoa, SBG, 1986. 556 p. (Boletim, 10) p. 94-108. TORRES, H. H. F. et alii. *Projeto Tungstênio/Molibdênio*. Recife, DNPM/CPRM, 1978.

TORRES, H. H. F. et alii. *Projeto Tungstênio/Molibdênio*. Recife, DNPM/CPRM, 1973. 2v. il.

TORRES, P. F. M. et alii. Mapeamento geológico de uma Área a leste de Tróia, uma contribuição à Folha Mombaça (SB.24-V-D-V). Fortaleza, UNIFOR, 1988. 38 p. il. (Relatório graduação).

VIEIRA, A. B. *Manual do Kappameter abem KT 3*. Belo Horizonte, DNPM, 1976. 21 p. il.

WACRENIER, P. R. & ROUVEYROL, P. T. Themes de recherche lies à la prospection des Gisements; 1er. partie: Chronique de la Recherche Miniere, *BRGM*, (473): 3-10, mai-june, 1977.

WENRONG, H. & HONGNIAN, Z. Characteristics of petrochemistry of the different genetic types of granites in the Fujian, China. In: LIREN, W. et alii eds. - *The crust the significance of granites gneisses in the lithosphere*. Athens, theophrastus Publications, 1985. 714 p. Parte 2, p. 319-344.

WERNICK, E. O magmatismo granitóide das regiões de dobramentos nordeste e sudeste do Brasil. São Paulo, *Revista Brasileira de Geologia*, 9 (2): 122-139, 1979.

WINKLER, H. G. E. *Petrogênese de rochas metamórficas*. Porto Alegre, Edgar Bluker, 1977.

APÊNDICES

Súmula dos Dados de Produção

1. Mapeamento Geológico

Caminhamento geológico (km)	820
Afloramentos estudados	1.120
Amostras coletadas	661
Cadastramento mineral	52
Análises petrográficas	216

2. Geofísica Terrestre

Cintilometria (km)	149
Magnetometria (km)	149
Gravimetria (km)	54

3. Geoquímica (prospecção e litogeoquímica)

3.1. Amostragem

Sedimento de corrente	466
Concentrado de minerais pesados	96
Rocha	51

3.2. Análises de sedimento de corrente

Espectrografia	466
Absorção atômica	3.262

3.3. Análises de concentrados de minerais pesados

Mineralometria	13
Espectrografia	71
Absorção atômica	42

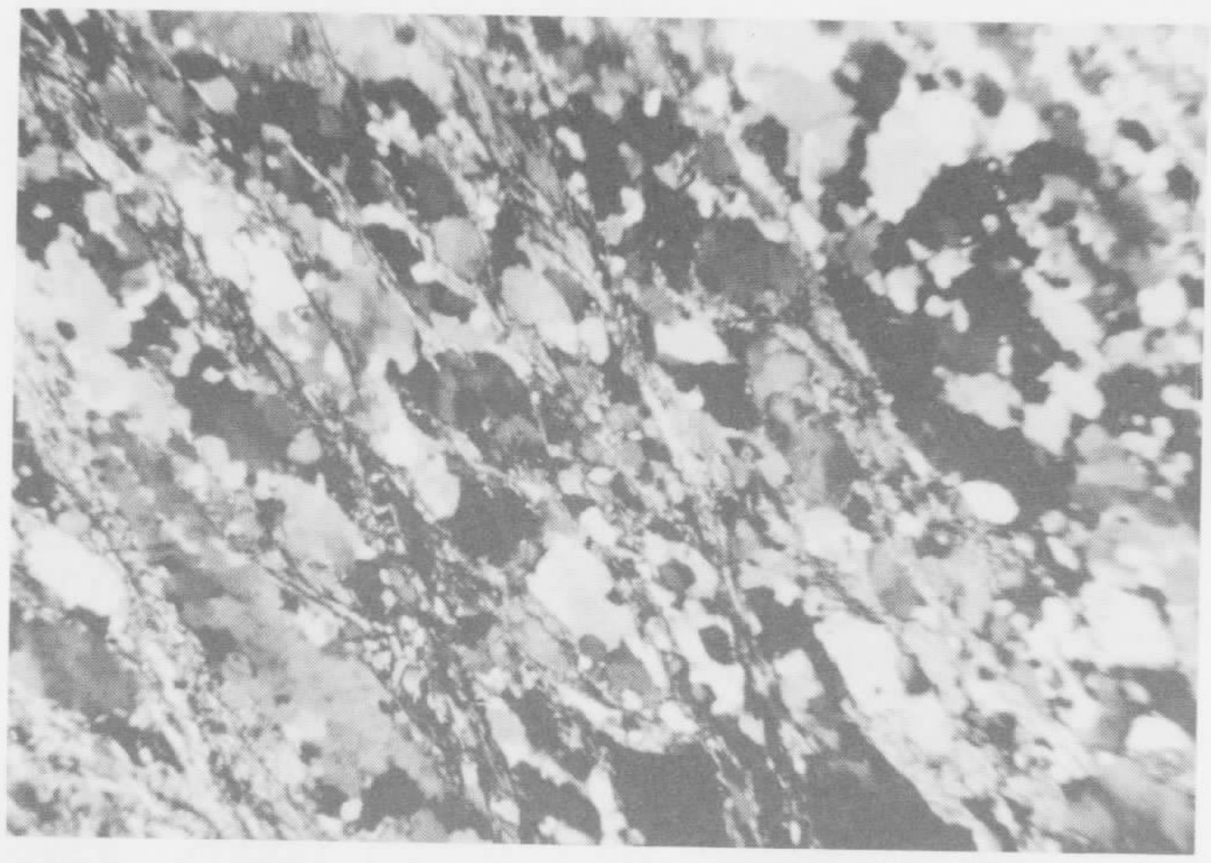
3.4. Análises de rocha

Análises microscópicas de lâminas	216
Óxidos	23
Terras-raras	5
Eletrodo de íon específico (P/F)	25
Elementos-traço	540

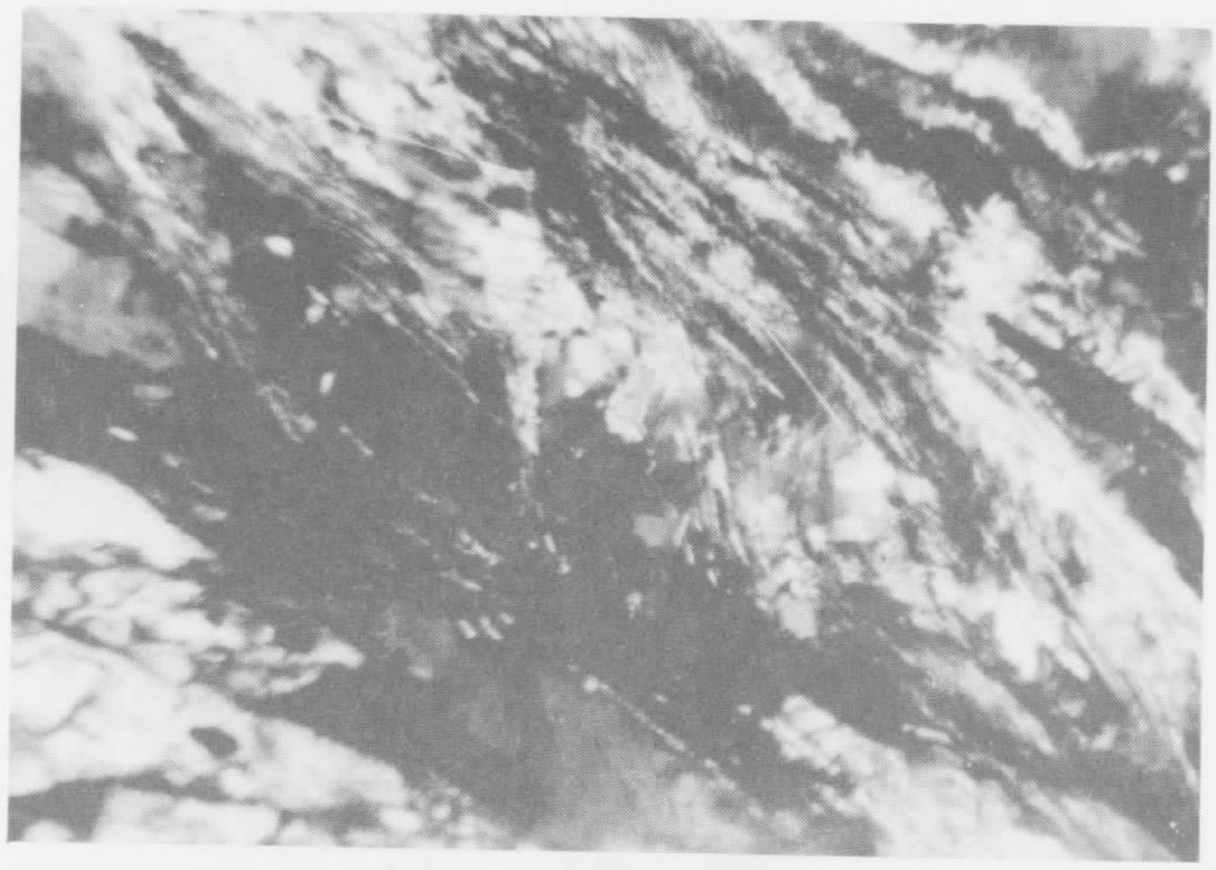
3.5. Ánálises de minério

Calcário	6
Talco	3

ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS

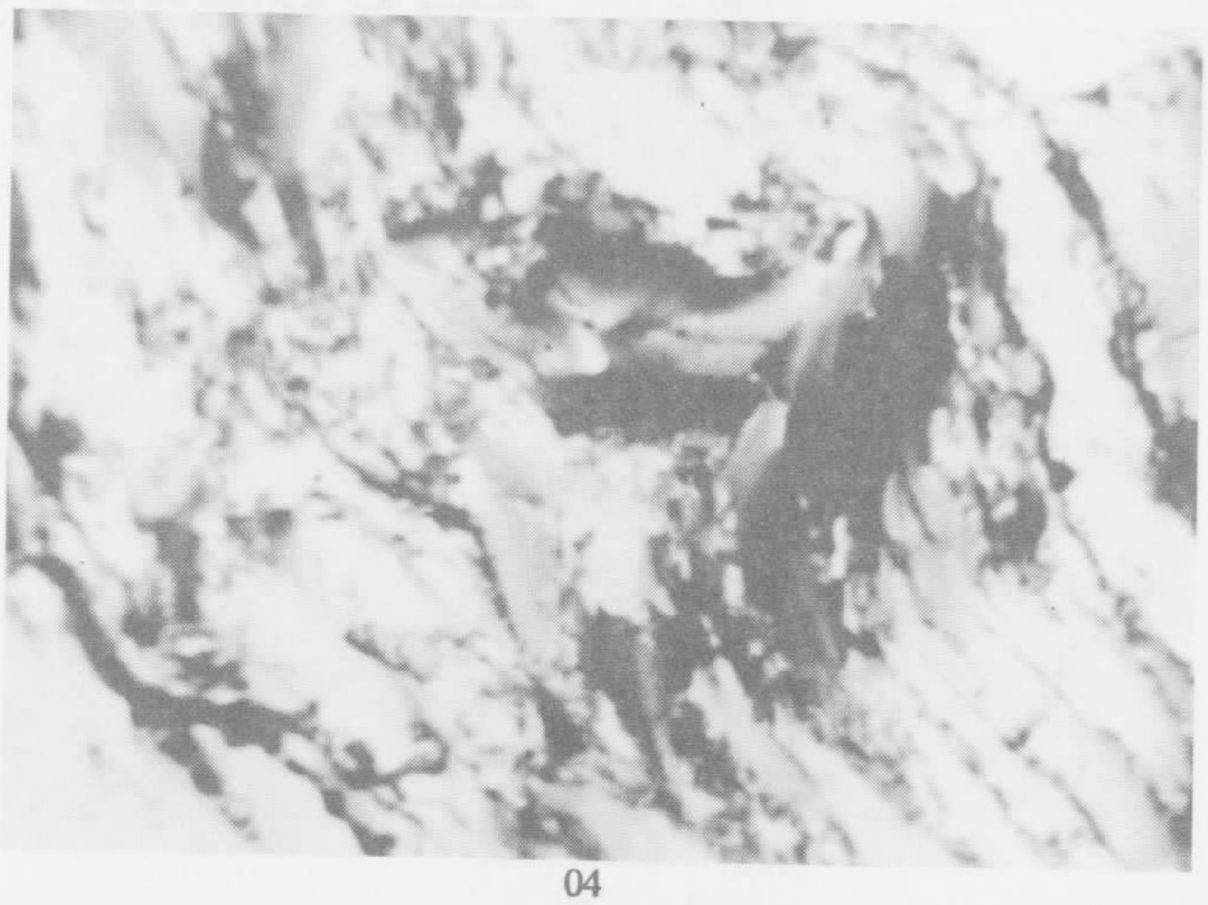


01



02

03



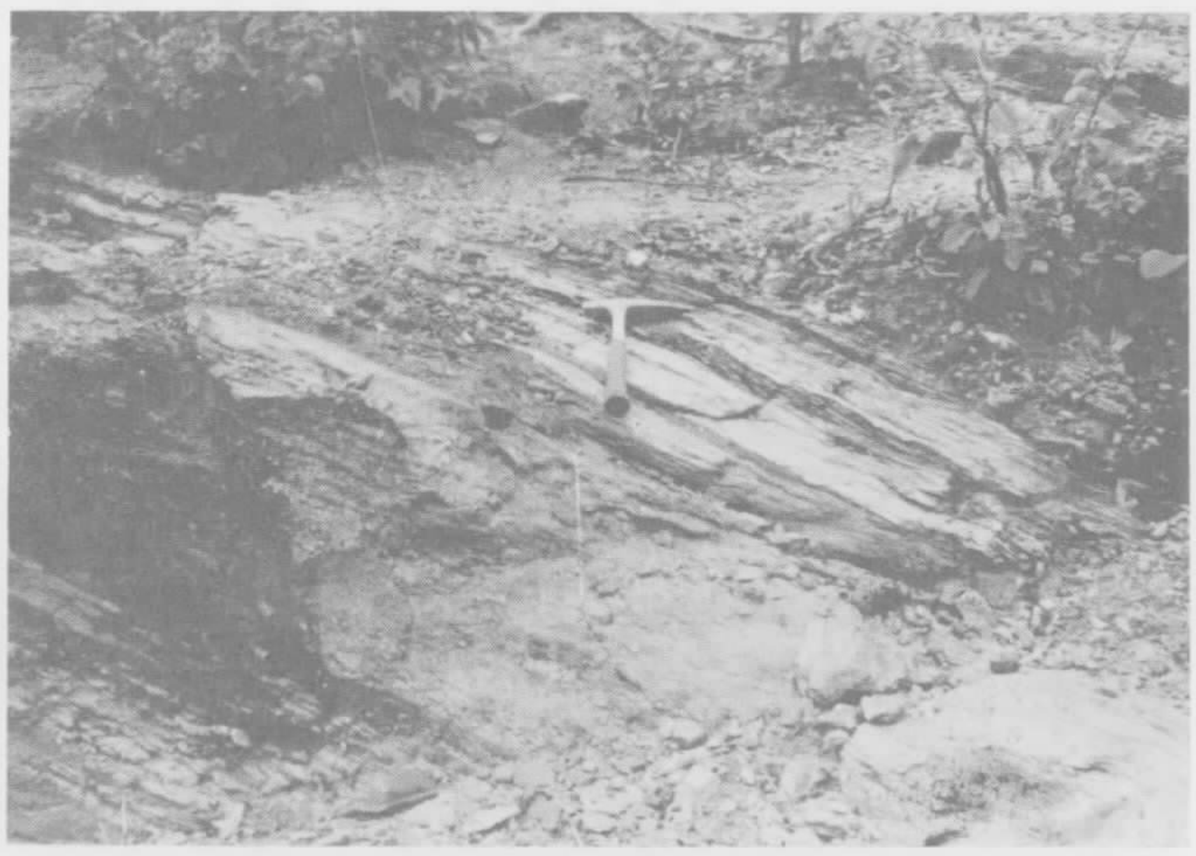
04

Fotomicrografia 1 – Milonito quartzoso com alguns porfiroclastos de feldspato alongados, mostrando sillimanita acicular e superfícies S-C. Este serve como matriz aos nódulos muscovita-feldspato-quartzossillimaníticos (fotomicrografia 2). Espécime do afloramento MS-116 (sítio Caldeirão); **Fotomicrografia 2** – Visão parcial de um nódulo quartzossillimanítico do espécime do afloramento anterior; **Fotomicrografia 3** – Quartzito milonítico exibindo grandes placas de muscovita com lamelas de deformação, e **kinks**-dobras. O quartzo mostra intensa recristalização e extinção ondulante. Exemplar do afloramento MS-48 (sítio Santo Antônio); **Fotomicrografia 4** – Estrutura **kink** envolvendo cristais de quartzo fortemente estirados, com lamelas de deformação, extinção ondulante e recristalização (milonito de quartzito do Complexo Ceará). Local; sítio São Bento (afloramento MF-71).

01

02

03

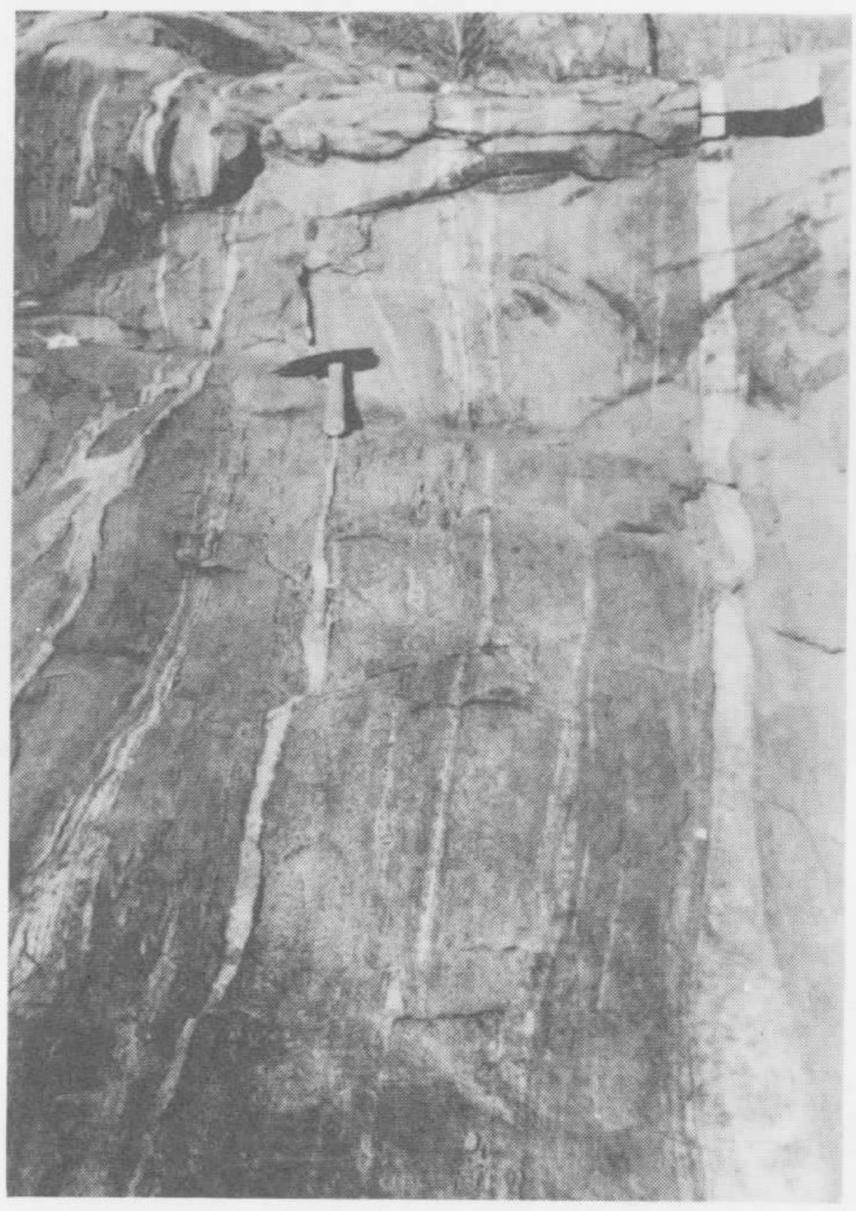


04

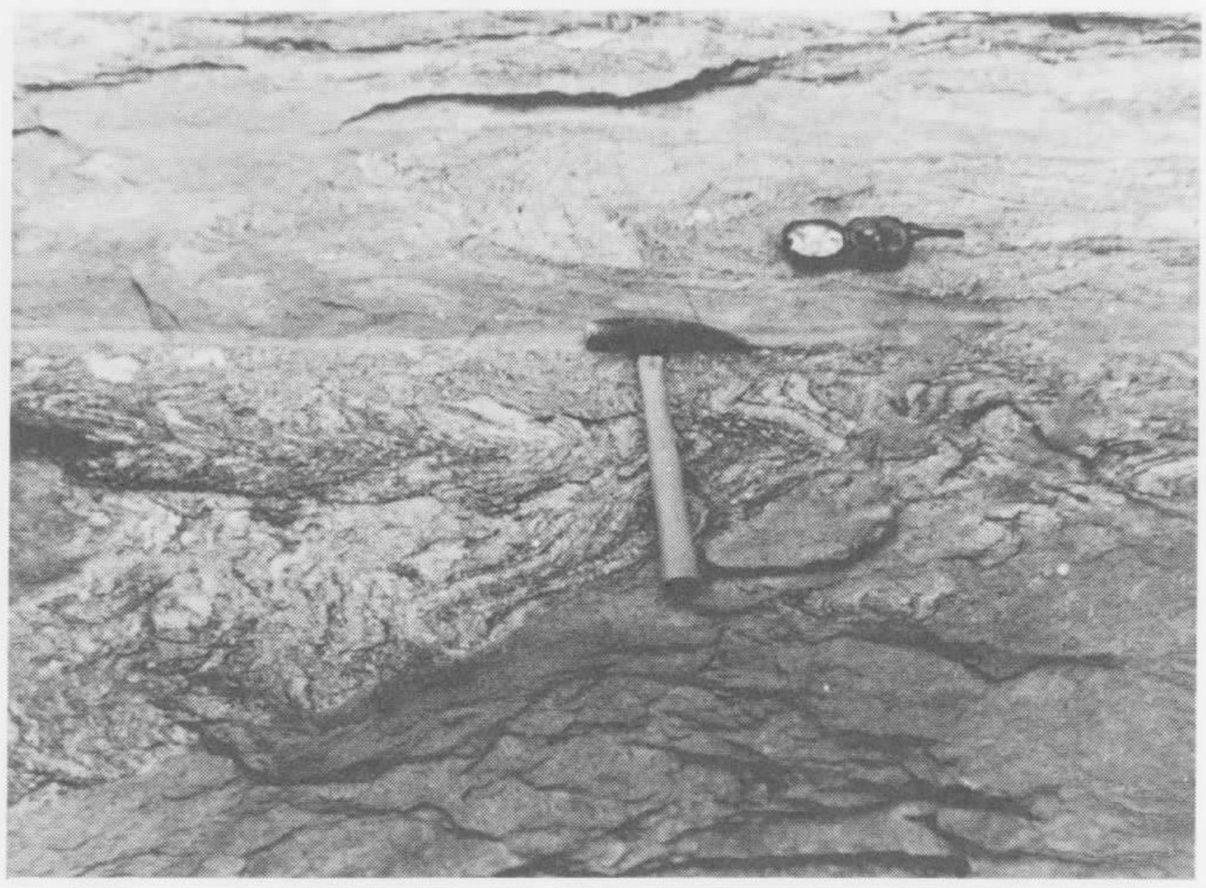
05

Foto 1 – No primeiro plano, observa-se os terrenos gnáissicos aplainados, co Complexo Gnáissico-Migmatítico, e, ao fundo, as cristas quartzíticas do Complexo Ceará, formando a serra do Maia. Visão ESE-WSW, partindo da rodovia Acopiara-Catarina; **Foto 2** – Relevo dissecado da planície de Truçu, em primeiro plano, e, ao fundo, os contrafortes da serrania de CAtarina. Local: fazenda da Onça (rodovia Acopiara-Catarina); **Foto 3** – Exposição de ortognaisse granitóide da Unidade Mombaça, exibindo uma foliação dobrada e um relevo de superficies ásperas, com grãos de feldspatos bem salientes, traduzindo um aspceto peculiar para alguns afloramentos dessa unidade. sítio São Bento (Afloramento MS-191); **Foto 4** – Ortognaisse MOmbaça encerrando um corpo estratóide de anfibolito ortoderivado, além de **sheets** de leuco-ortognaisse granítico. Local: sítio São Domignos (proximidades do afloramento MF-435); **Foto 5** – Unidade Mombaça (Antiforme de São Domingos) representada por anfibolito intimamente associado a leuco-ortognaisse granitóide, numa trama bandada (migmatito de injeção). Notar mesodobras isoclinais e assimétricas classe 1c, com eixos mergulhantes, de D_{n+2}. Local: sítio Santa Inês (afloramento MF-370).

06



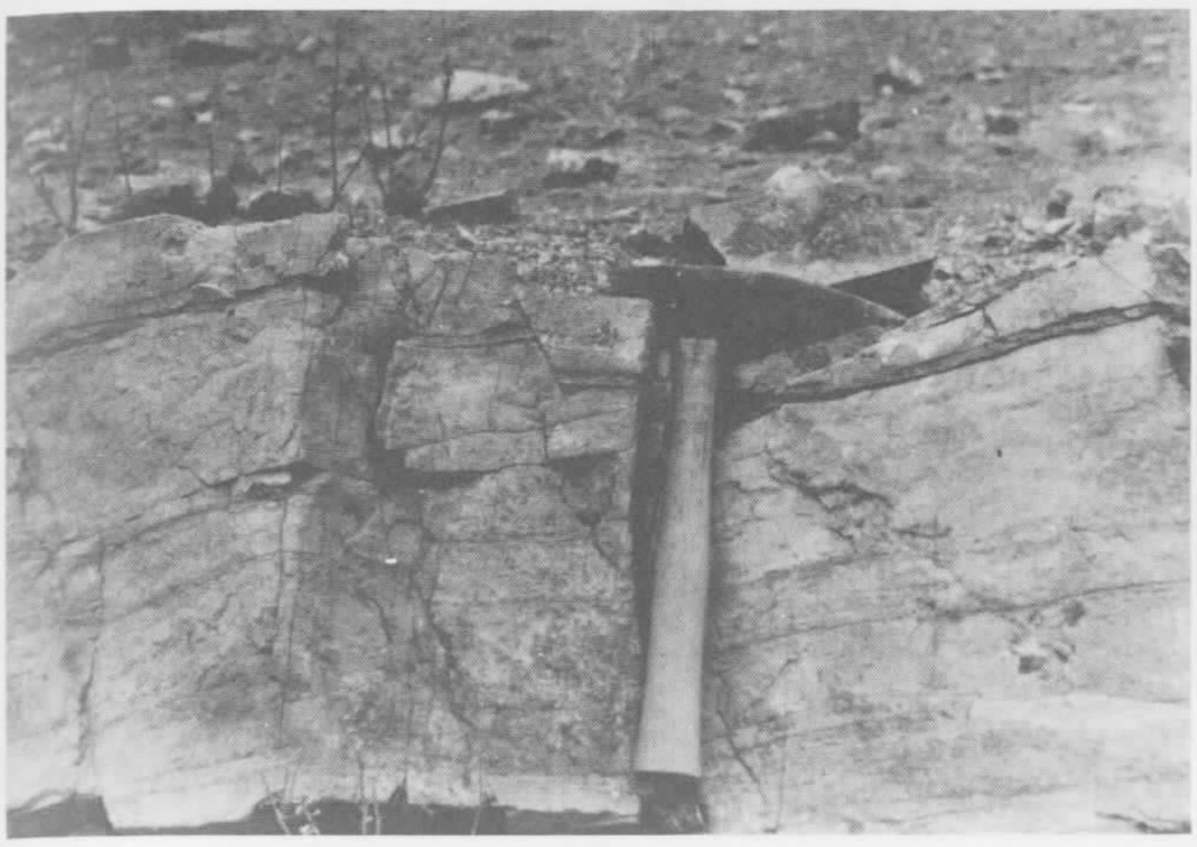
07



08

09

Foto 6 – Migmatito estromático-dobrado, exibindo boudinagem dos leitos leucossomáticos, quartzofeldspáticos (estrutura de dilatação), com mesossomas de biotita-ortognaisse. Notar dobra aberta de D_{n+2}, com superfície axial de mergulho alto e intrafoliares de D_{n+1}. Local: São Bento (afloramento MF-141); **Foto 7** – Migmatito de injeção, com estrutura estromática, foliação-bandamento verticalizado, com paleossoma de hornblenda-biotita-gnaisse tonalítico(?) e neossoma (leucossoma) de leucogranitóides metamorfizados. Notar pequenas falhas dextrais, **boudins** de leitos félsicos e xenólito de gnaisse no leucossoma. Local: sítio Queimadas (afloramento MS-110); **Foto 8** – Visão parcial de um afloramento de diatexito da unidade Mombaça, mostrando restitos de metatexitos já bastante descaracterizados. Local: riacho Queimadas (afloramento MS-110); **Foto 9** – Ortognaisse Mombaça exibindo leitos de biotita-hornblenda-gnaisse (anfibolito) e biotita-gnaisse, encerrando **sheets** de leuco-ortognaisses graníticos e metapegmatóides boudinados. Local: sítio Belém (afloramento MS-161);

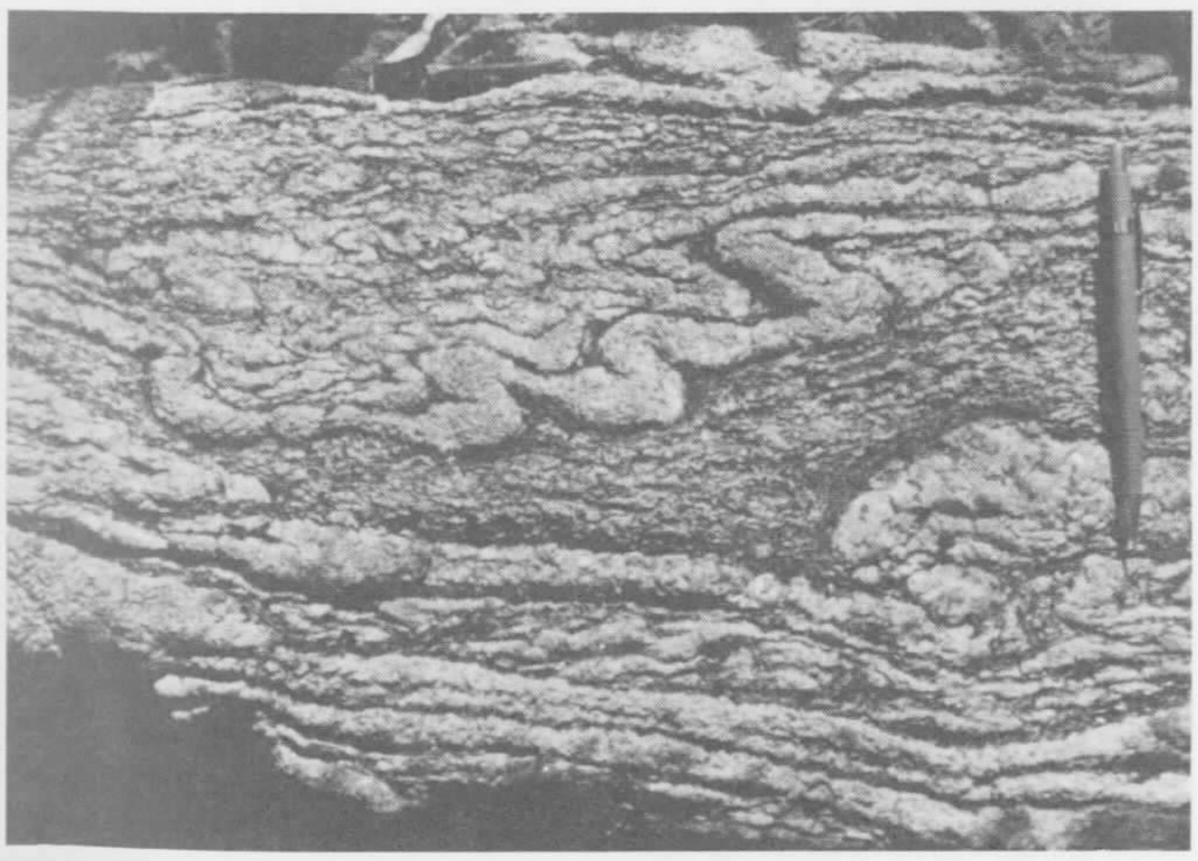


10

11

12

13



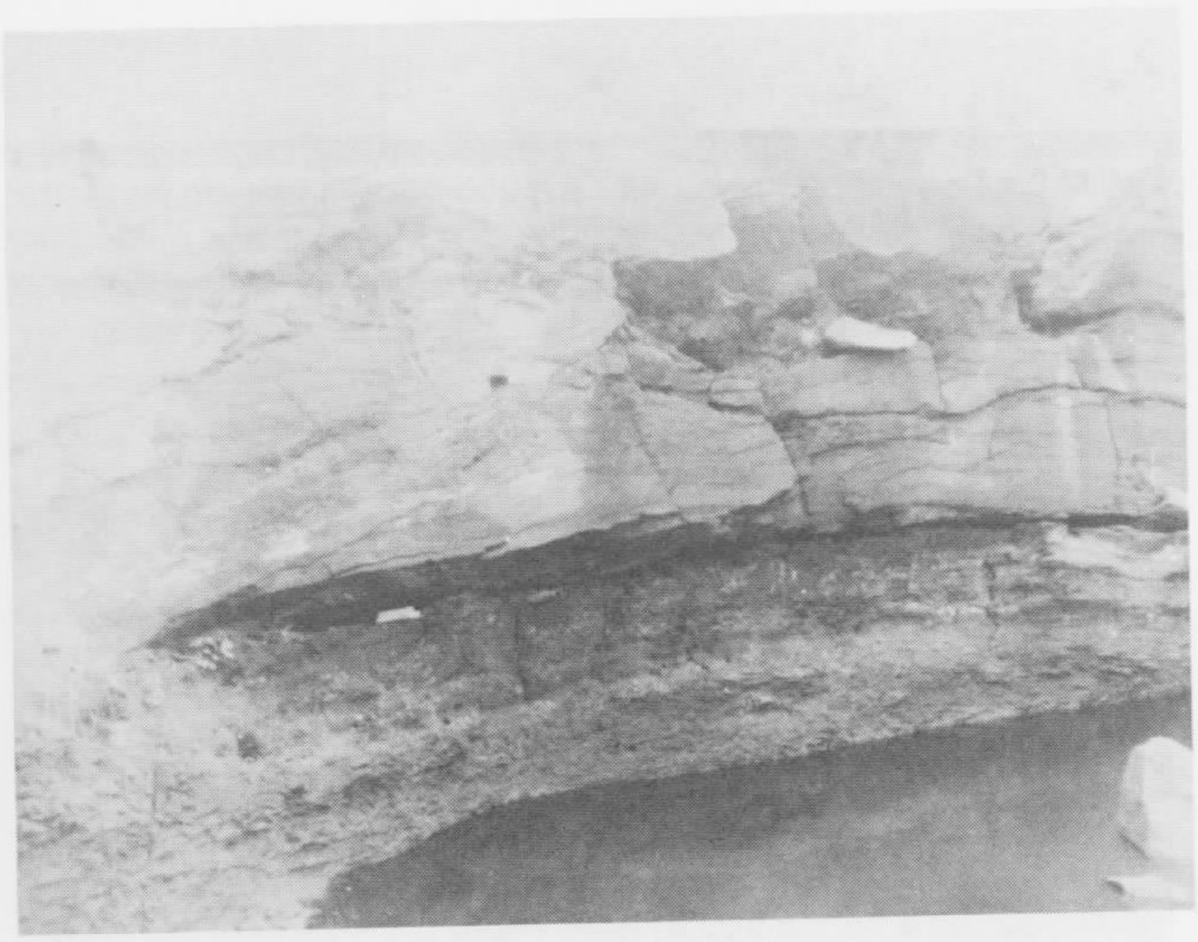
14

Foto 10 – Detalhe de um **sheet** de leuco-ortognaisse do conjunto mostrado na foto 9. Notar a foliação; **Foto 11** – Gnaisse milonítico, quartzoso, exibindo nódulos quartzossillimaníticos estirados (Unidade Mombaça?). Local: sítio Caldeirão (afloramento MS-116); **Foto 12** – Biotita-ortognaisse, com ou sem hornblenda, migmatíticos, de estrutura bandada, com leucossoma quartzofeldspático ou de leuco-ortognaisse granitóide, e melanossoma biotítico (Unidade Mombaça). Local: sítio Campos (afloramento MS-33); **Foto 13** – Complexo Gnáissico-Migmatítico (subunidade Acopiara-Hebron) representado por anfibolito foliado intercalado em biotita-gnaisse de baixo índice de cor, compondo uma situação de flanco setentrional de um dobra D_{n+2}, com marcante foliação S_{n+2} (maior destque no corpo anfibolítico). Local: sítio São José (afloramento FM-101); **Foto 14** – Migmatito da subunidade Acopiara-Hebron, exibindo estruturas de grande mobilidade (**d'écoulement**), com alta taxa de material fundido (leucossoma) e franca descaracterização paleossomática. Local: sítio Primavera (afloramento MS-164).

15

16

17



18

Foto 15 – Migmatito estromático-dobrado da região de Truçu, com dobras de D_{n+1} e D_{n+3}, duas gerações de leucossomas, dobras intrafoliares, transposição e boudinagem. Nota-se avançado estágio de descaracterização do paleossoma e abundantes melanossomas biotíticos. Superfície axial média = N55E; 35SE. Local: sítio Saco Grande (afloramento FM-082); **Foto 16** – Migmatito polifásico (polimigmatito) da subunidade CAtarina-Truçu, exibindo duas fases neossomáticas granitóides bem características, uma pegmatóide esbranquiçada responsável pela estrutura estromática antiga, e outra representada por biotita-granitóide cinza-claro, de geração mais nova (D_{n+2}/D_{n+3}), que chegam a tomar formas de diques dobrados. Restitos de anfibolitos são observados. Local: Catarina (afloramento MF-07); **Foto 17** – Migmatito estromático-dobrado, em parte do tipo dilatação (boudinagem), denunciando processo de transposição estrutural em D_{n+2}. Exibe restitos anfibolíticos e dobras intrafoliares de D_{n+1}. Local: sítio Sabiá (afloramento MS-78); **Foto 18** – Muscovita-biotita-paragnaisse, cinza-claro, do Complexo Gnáissico-Migmatítico, associado a leitos de rochas calcissilicáticas bandadas (porção inferior). Local: sul da vila Flamengo (afloramento FM-41).

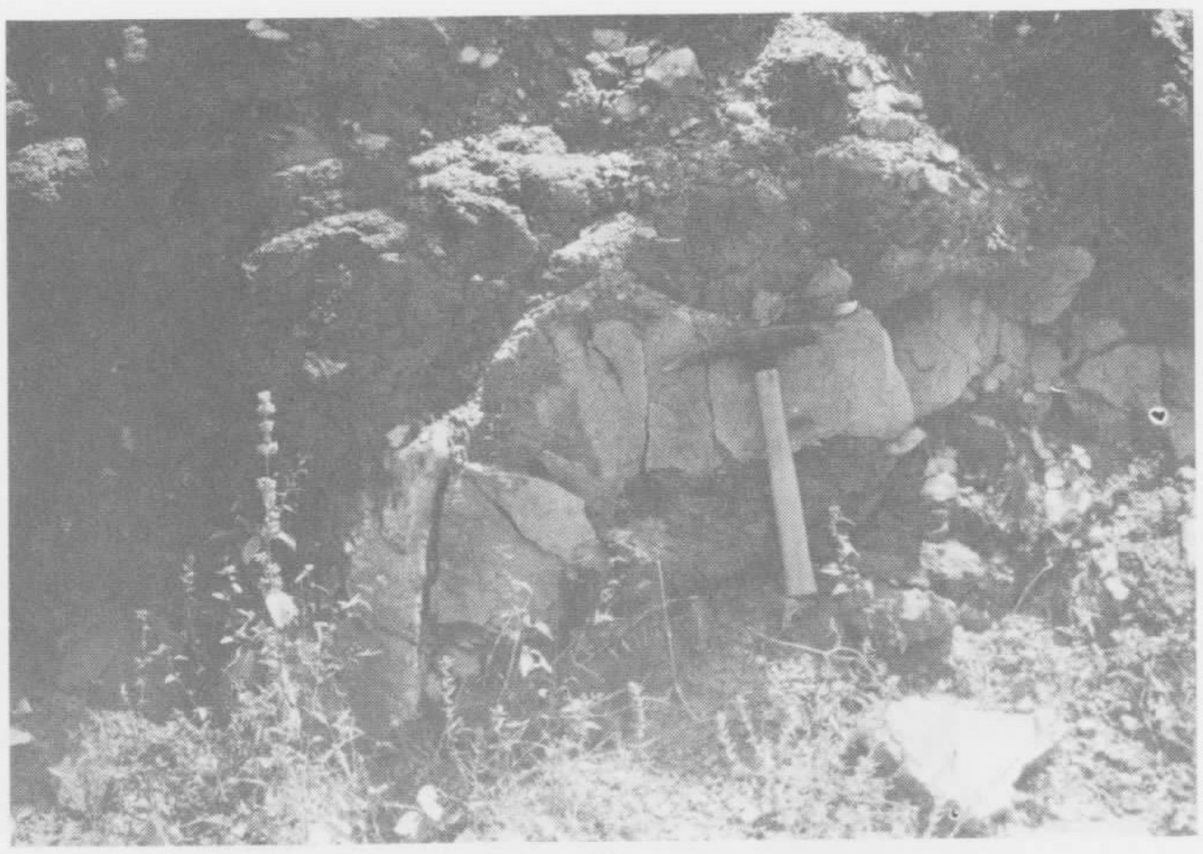
19

20

21

22

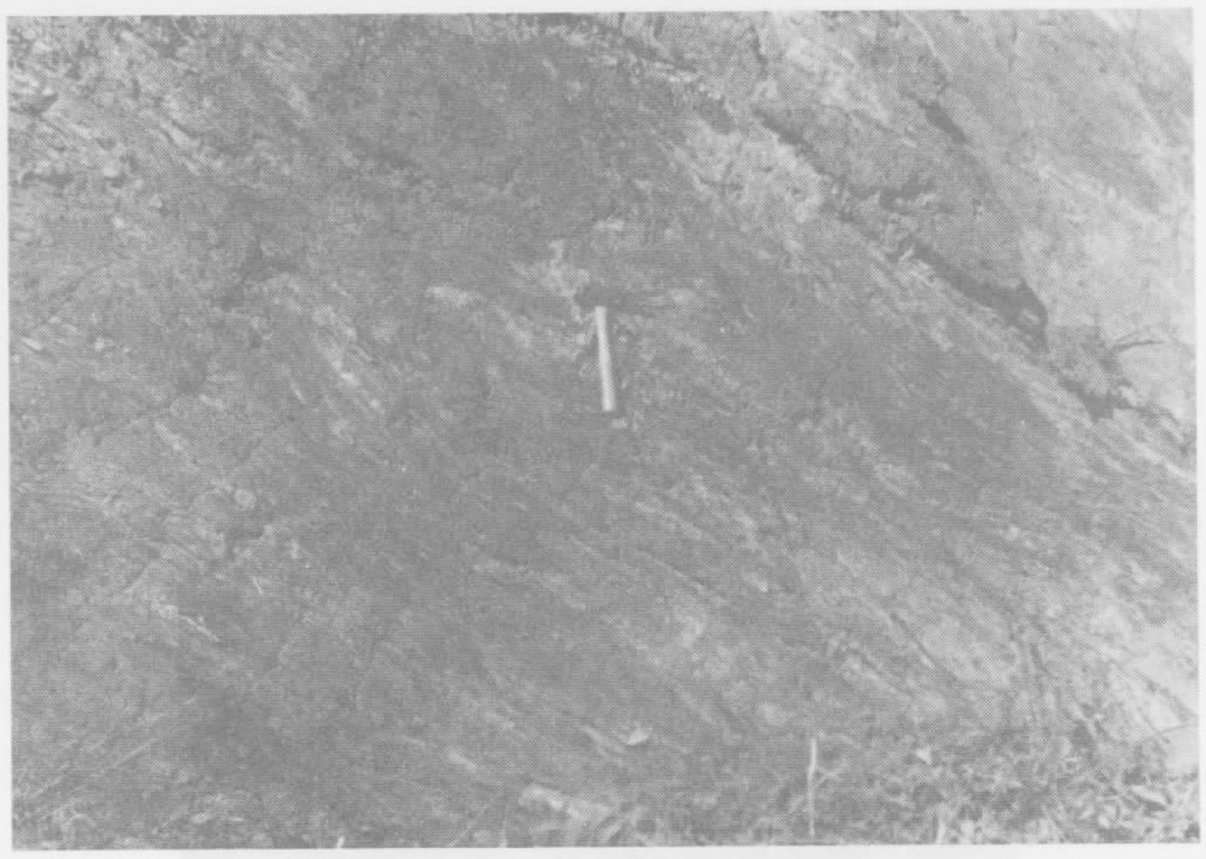
Foto 19 – Sillimanita-muscovita-biotita-gnaisse (metagrauvaca?) xistoxo, milonítico, com material quartzofeldspático em leitos descontínuos e em **boudins**. Notam-se dobras D_{n+1} isoclinais e intrafoliares, com mergulhos suaves das superfícies axiais, além de dobras abertas de D_{n+2} com superfícies axiais de alto ângulo. Local: vila Flamengo (afloramento FM-39); **Foto 20** – Ortognaisses graníticos penetrados por corpos básicos anfibolíticos (jazimento diqueforme), no contexto da Unidade Serra do Papagaio, sendo cortados por diques do granito Cangati ($PS\gamma 4$) e pegmatóides; esses últimos foliados. Local: Julião (afloramento FM-26); **Foto 21** – Ortognaisse fácoidal com forte lineação de estiramento, intercalado com biotita-gnaisse fino (metadiorito?) localmente migmatizado e com frqüentes **boudins** de elucogranitóides, constituindo um segmento da Unidade Serra do Papagaio, penetrados por diques do granito Cangati. Local: Currais (afloramento MF-28); **Foto 22** – Ortognaisse de composição tonalítica, com foliação milonítica, constituído de finos leitos com biotita e hornblenda intercalados com outros descontínuos quartzofeldspáticos, exibindo constituintes fortemente estirados, transposição, charneiras isoclinais bastante comprimidas, **boudins**. Presente um sistema de fraturas NW. Local: arredores do sítio Lagoa (afloramento MF-47).



23

24

25



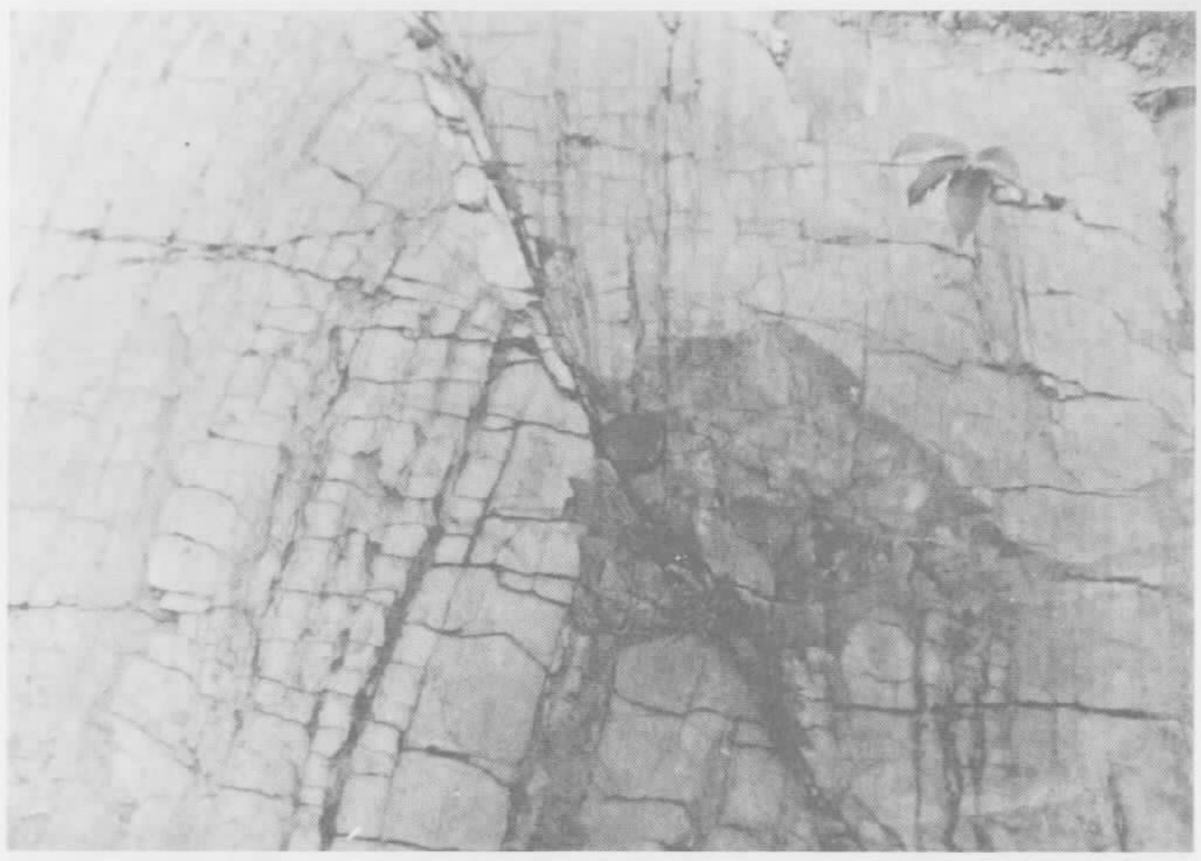
26

Foto 23 – Rochas anfibolitizadas da Unidade Serra do Papagaio, sendo cortadas por metagranito leucocrático. A foliação S_{n+1} e o corpo granítico mostram-se dobrados (dobras com superfícies axiais verticalizadas relacionadas a D_{n+3}. Nota-se uma clivagem frágil mergulhando para W. Local: sítio Ramalhete, rodovia Acopira/Catarina (proximidades do afloramento FM-15); **Foto 24** – Conjunto ortoderivado milonitizado, com tremolita-actinolita-talcoxistos (metaultramáficas?) e leuco-ortognaisses finos (metagranitos? metarriolitos?), intercalados com litótipos paraderivados gra-mu-bt-xistos e mu-quartzitos finos. Unidade Serra do Papagaio. Local: arredores da fazenda Morada Nova (afloramento MF-218); **Foto 25** – Muscovita-quartzito do Complexo Ceará (Plcqtxt), mostrando leitos finos bastantes muscovíticos e laminados tectonicamente, intercalados com leitos mais espessos (50cm), puros e recristalizados com pequenas turmalinas orientadas. A foliação milonítica (S_{n+2}) apresenta vergência para leste. Local: idem foto 24; **Foto 26** – Sillimanita-granada-muscovita-biotita-xisto, milonítica do Complexo Ceará, com mesodobras isoclinais (D_{n+2}/D_{n+3}), exibindo vergência para leste, em zona de alto **strain**, e mostrando, ainda, uma situação de base (?) da seqüência paraderivada. Local: sope da serra do Maia, na rodovia Acopiara-Catarina (afloramento MF-08);

27

28

29

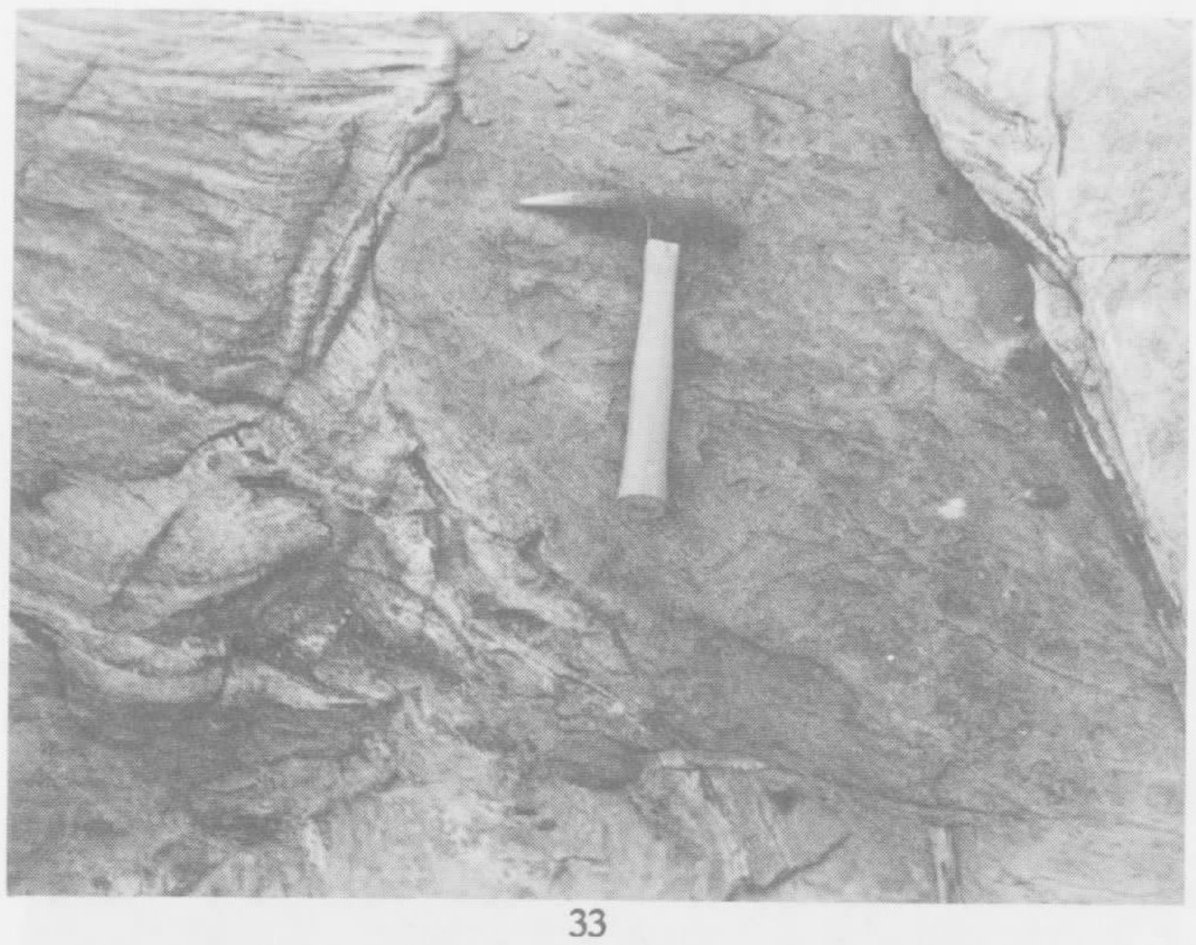


30

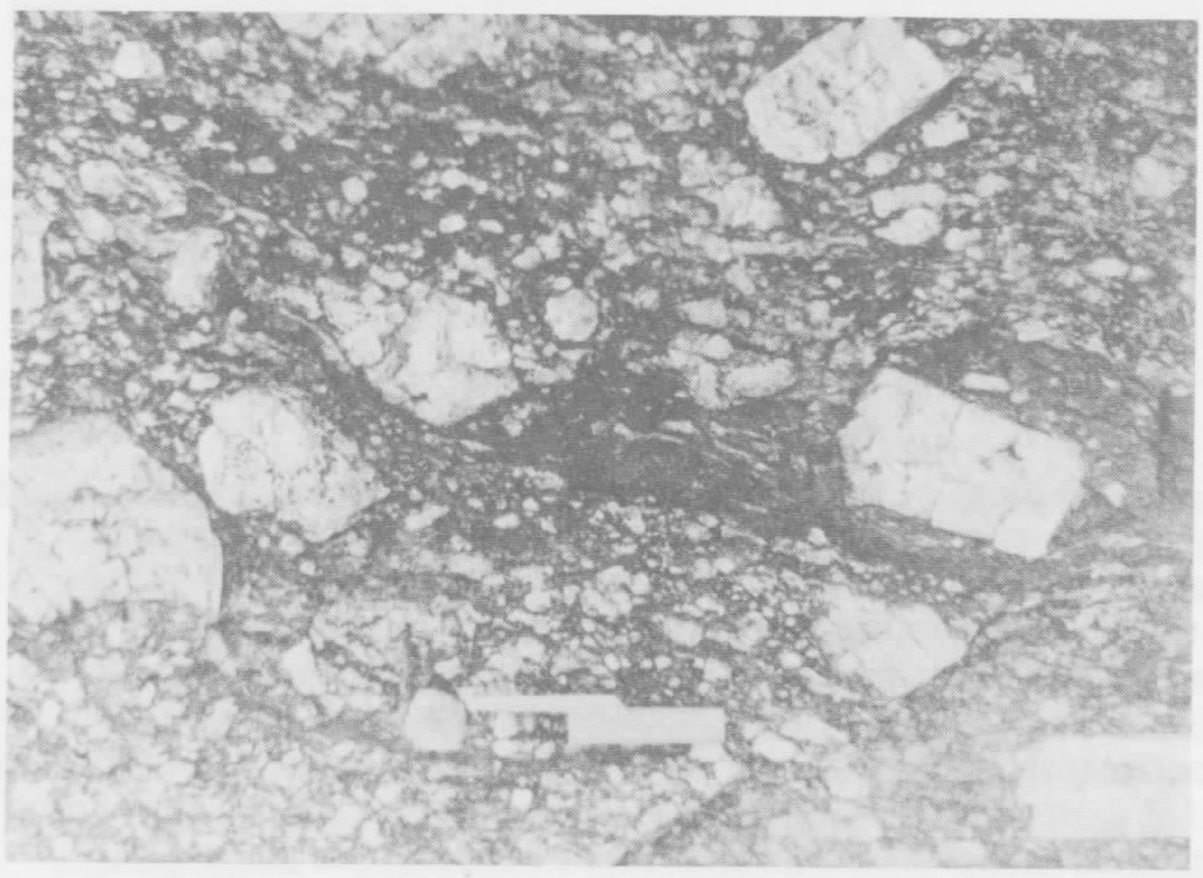
Foto 27 – Complexo Ceará (Plcqtxt) representado por quartzitos (q) puros bastantes recristalizados (pouca muscovita e turmalina), associados a sill-gra-mu-bt-xisto (mx) e gnaisses miloníticos, mesoobrados, materializando um segmento da Zona de Cisalhamento Hedron (ZCH) de movimentação inversa e vergência para leste. Local: serra do Maia, rodovia Acopiara-Catarina (afloramento FM-08); **Foto 28** – Metacalcário cinza e calcissilicáticas bastante calcíticas e esverdeadas (martelo), associadas a metaquartzitos, micaxistos e metagrauvacas, milonitizados, com presença de muscovita e granada (Complexo Ceará) - foliação N50E/55NW. Local: sítio Araras; **Foto 29** – Muscovita-turmalina-quartzito milonitizado (ZCJ) da seqüência metassedimentar do Grupo Orós, em sítio com mesodobras isoclinais com vergênciaa para SE, e forte lineação de estiramento e intersecção para NE, com mergulho suave. Exibe leitos escuros turmaliníferos. Local: açude Baltazar (afloramentos MS-113); **Foto 30** – Muscovita-quartzito do Grupo Orós, com finos níveis micaxistosos (baixo grau metamórfico), afetado por falha normal lístrica/antitética (Mesozóico?) e fraturas suborizontais e mostrando $S_0//S_1$. Local: arredores da fazenda Baltazar (proximidades do afloramento FM-048);

31

32

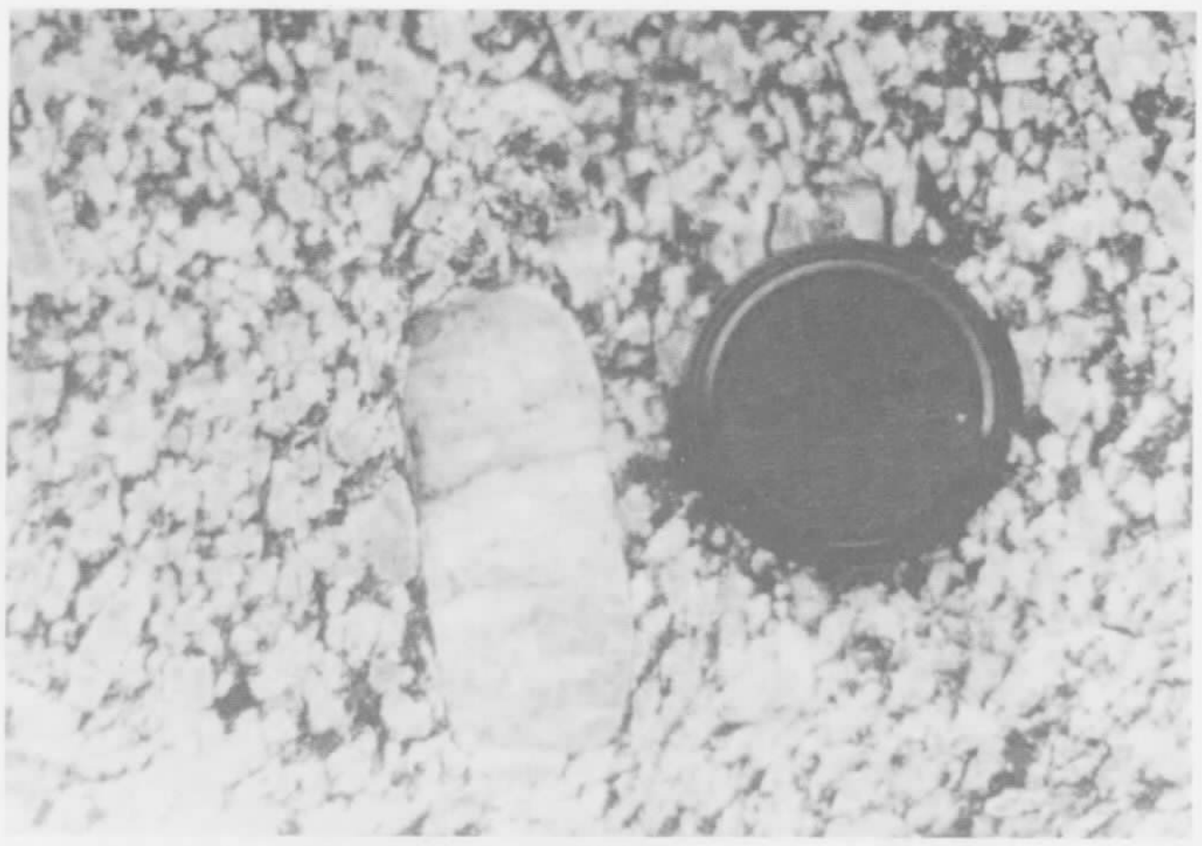


33

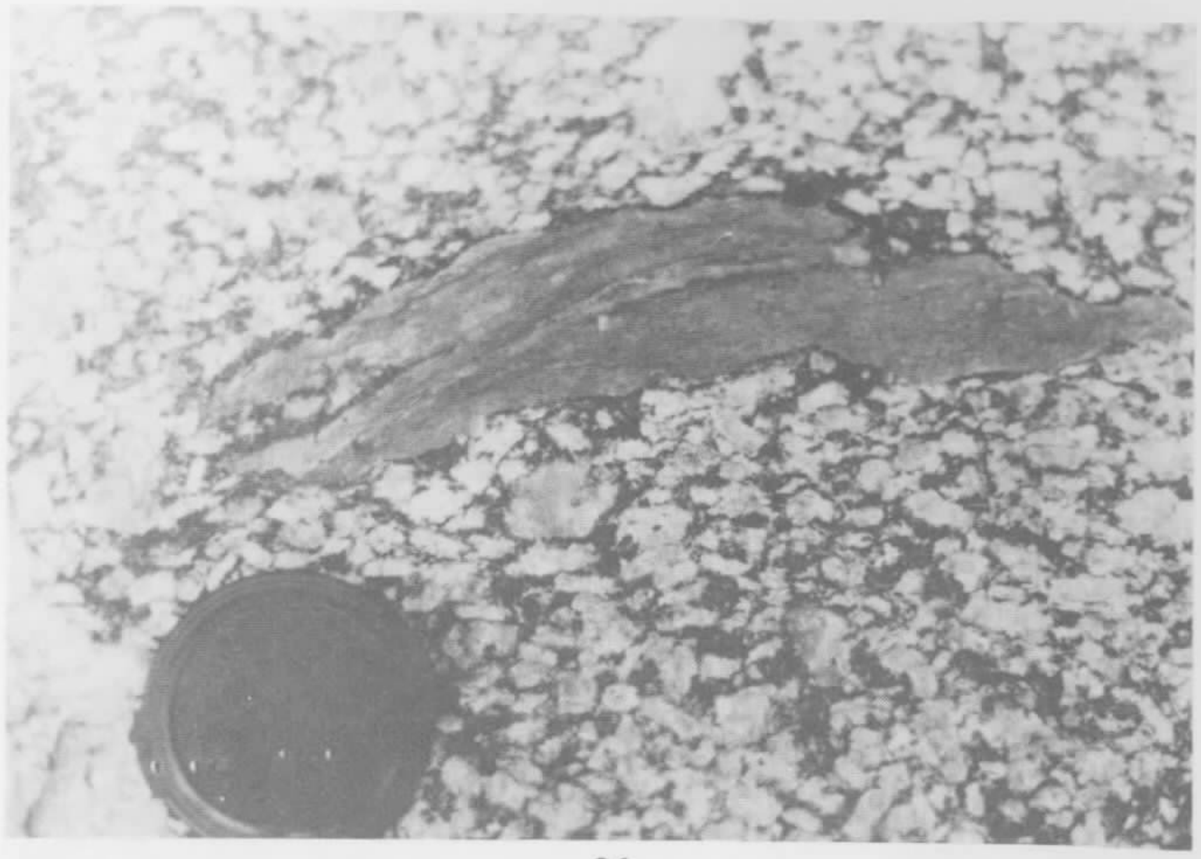


34

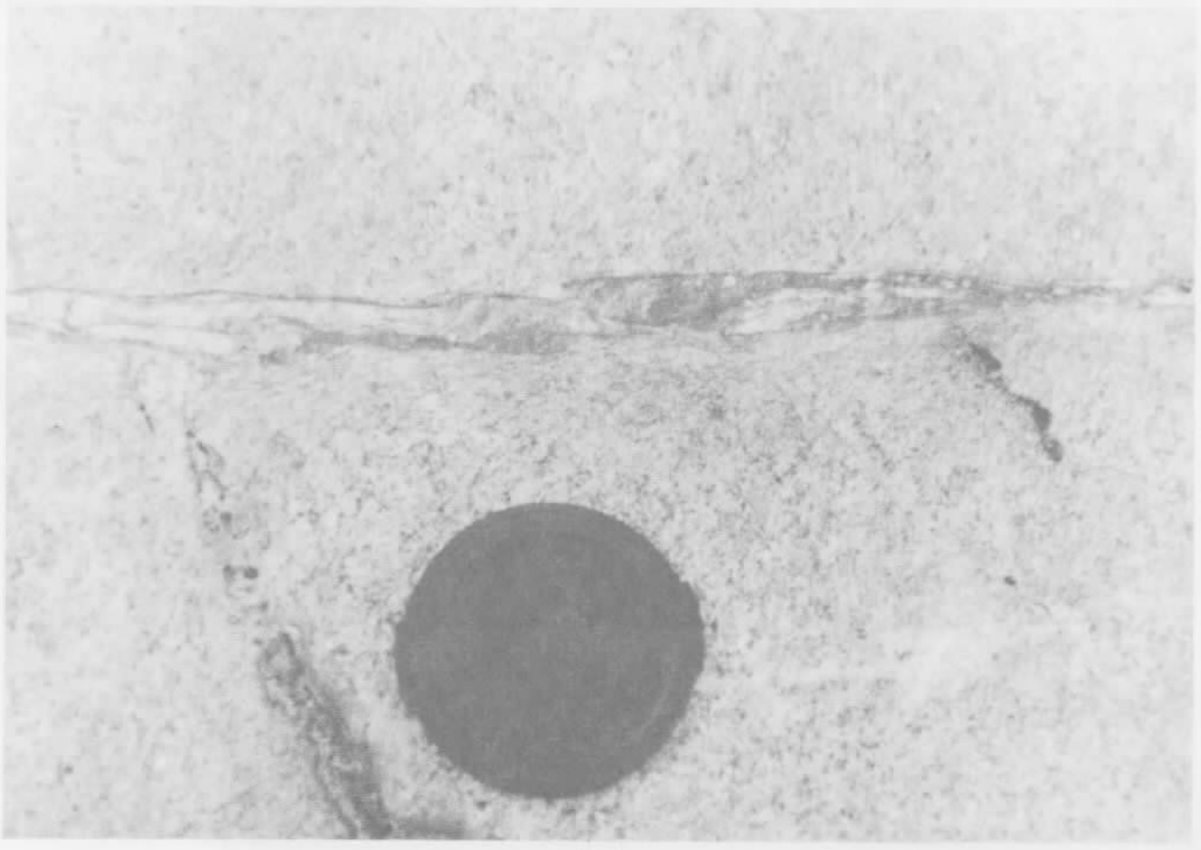
Foto 31 – Rocha tonalítica que compõe uma particularidade no granitóide Riacho Verde. Nota-se uma fase granítica grosseira mais jovem. Local: oeste da serra do Maia - fazenda Riacho Verde (afloramento FM-011A); **Foto 32** – Visão parcial de um afloramento do granitóide Saboeiro, em sua porção marginal, mostrando uma estrutura bandada, materializada por leitos ortognáissicos com e sem facóides feldspáticos. Notam-se estreitos níveis quartzofeldspáticos boudinados. Local: arredores de Santa Clara (afloramento MF-375); **Foto 33** – Rela\ões de contato entre o granitóide Cajazeiras (esquerda), um dique de quartzodiorito (centro) e um biotita-granito fino isotrópico (direita). Nota-se uma marcante foliação no primeiro, sendo mais discreta no segundo e ausente no terceiro. Local: Cajazeiras - barragem do açude Cedro (afloramento MS-190); **Foto 34** – Granitóide Mel, em sua fácies dominante exibindo megacristais de feldspatos, que chegam a invadir os autólitos diorítticos, e com uma trama protomilonítica, onde a deformação dúctil levou à rotação e estiramento de parte dos componentes minerais. Local: proximidades da Vila Mel - área de influência da ZCA (afloramento FM-055).



35

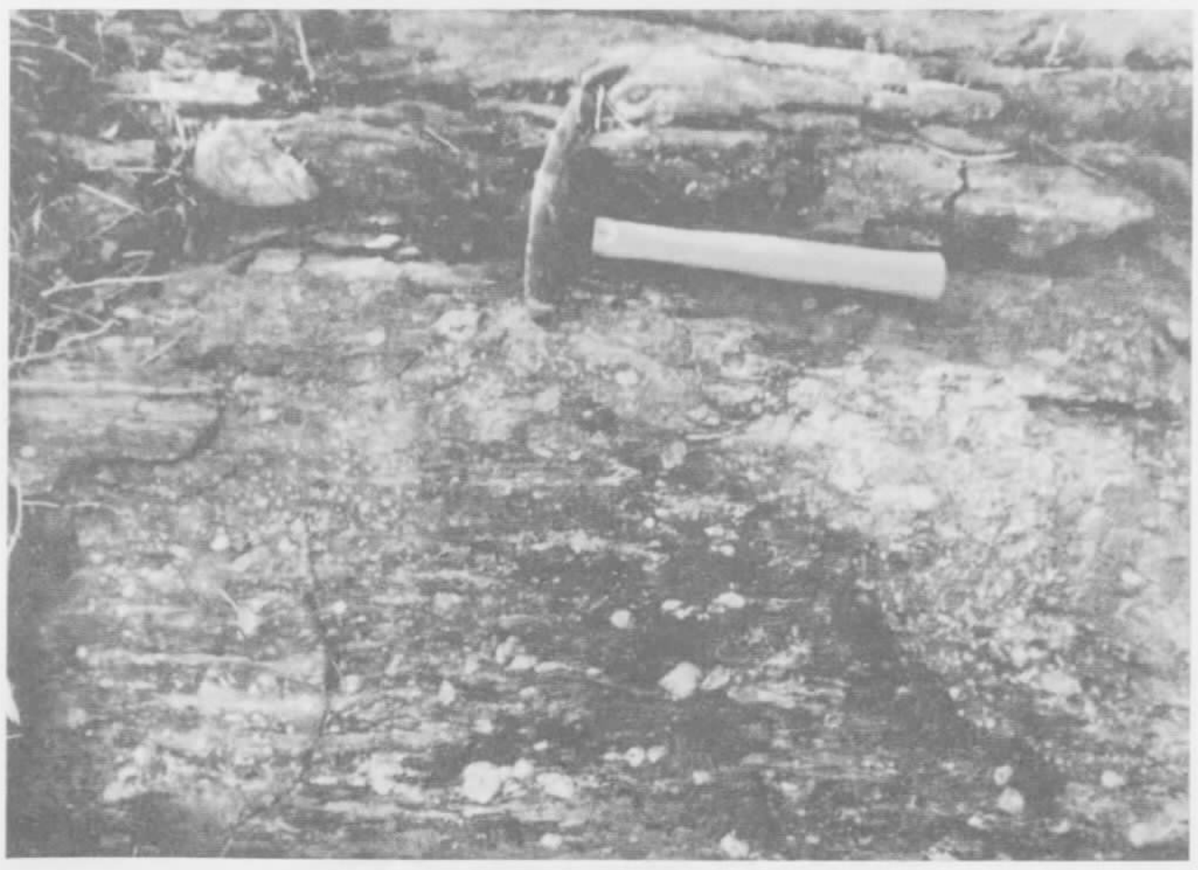


36



37

38



39

Foto 35 – Granitóide Mel em sua fácies característica de grandes cristais. Aqui se destacam um megacristal de feldspato, uma tendência principal de organização dos cristais (estrutura de fluxo magmático) e pórfiros de feldspatos manteados (plagioclásio com auréola de K-feldspato, sugerindo textura antirapakivi). Local: vila Mel (afloramento FM-056); **Foto 36** – Xenólito de biotita-xisto no granitóide Mel, com estrutura de fluxo magmático. Local vila Mel (afloramento FM-056); **Foto 37** – Biotita-granito Cangati, exibindo discreta foliação e uma estreita zona de cisalhamento com milonito escuro e lentes de quartzo (regime dúctil-frágil). Local: Baixio da Donona (afloramento FM-63); **Foto 38** – Detalhe de uma pequena zona de cisalhamento, onde são facilmente delineados os traços das superfícies S-C, que solicitou um biotita-granitóide ($P\gamma$) do tipo São José-Liso. Local: sítio São José (afloramento FM-102); **Foto 39** – Milonito de granitóide porfiroidal exibindo sigmóides de feldspatos denunciando movimentação dextrógira. Verifica-se um certo bandamento milonítico e porfiroclastos de tamanhos variados. Local: Zona de Cisalhamento de Jordão (ZCJ), aos arredores da fazenda Baltazar (afloramento FM-050).

40

41

42

43

Foto 40 – Seção quase-planta de uma dobra em bainha (corte XZ) ligada à ZCJ. Notar figuras de **boudins** (eixos subverticalizados). Ponta da lapiseira aponta para WSW. Local: sítio Sabonete (afloramento FM-51); **Foto 41** – Geometria isoclinal de uma dobra de D_{n+1}, mostrando-se bastante encurtada e rotacionada pelo cisalhamento Aiuaba. Sistema de falhas NW, com pequenos rejeitos, é facilmente assinalado com o uso dos **sheets** leucogranitóides. Local: Afloramento MS-125. Lineação verticla; **Foto 42** – Seção em planta de uma dobra de eixo curvo (bainha-corte YZ), envolvendo migmatito finamente bandado com uma fase pegmatóide, mais jovem e mais espessa (D_{n+3} (?); v. fig. II.4.9), gnaissificada. Local: sítio Lajeado (afloramento FM-44); **Foto 43** – Ocorrência de calcário metamórfico bandado, na localidade do sítio Vilar, a norte da vila Flamengo, município de Catarina-CE (afloramento MF-723b).

44

45

46

47

Foto 44 – Entrada da galeria principal para explotação de ametista, no garimpo Guaribas, município de Catarina-CE (afloramento MF-015); **Foto 45** – Visão parcial de uma das frentes de garimpagem para explotação do quartzo róseo, na localidade de Lagedo, município de Catarina-CE (afloramento MF-360); **Foto 46** – Garimpo de cianita na encosta NE do serrote Pelado, na localidade do sítio Casinhas, a oeste da vila Flamengo (afloramento MF-716); **Foto 47** – Garimpo de turmalina verde na serra do Pastor, no sítio Olho d'Água, município de CAtarina-CE (afloramento MF-585).

Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (período 1985 – 1991)

Folhas em Execução

NA.19-X	Alto Rio Negro [1]
NA.19-Y	Alto Rio Negro [1]
NA.19-Z	Alto Rio Negro [1]
NA.19-X-C	Sem denominação
NA.19-X-D	Sem denominação
NA.19-Y-B	Rio Aiari [1]
NA.19-Y-D	Iauarete [1]
NA.19-Z-A	Rio Icana [1]
NA.19-Z-B	Cucuí [1]
NA.19-Z-C	Rio Uaupés [1]
NA.19-Z-D	Pico da Neblina [1]
NA.20-V	Parimã [1]
NA.20-X	Boa Vista/ [1]
NB.20-Z	Surumu [1]
NA.20-Y	Imeri/ [1]
SA.20-B	Santa Isabel [1]
NA.20-X-C-III	Paredão [1]
NA.20-X-C-VI	Serra do Ajarani [1]
SA.19-V	Alto Rio Negro [1]
SA.19-X	Alto Rio Negro [1]
SA.19-V-B	Sem denominação
SA.19-X-A	Rio Curicuriari [1]
SA.19-X-B	São Gabriel da Cachoeira [1]
SA.23-V-D/	Turiaçu/ [4]
SA.23-Y-B	Pinheiro [4]
SA.22-X-D	Belém [4]
SA.23.V.C	Castanhal [4]
SA.23-X-C/	Cururupu/ [4]
SA.23-Z-A	São Luís [4]
SB.22-X-C	Serra Pelada [4]
SB.22-X-D	Marabá [4]
SB.22-Y-B	São Félix do Xingu [4]
SB.22-Z-B	Xambioá [4]
SB.23-V-D	Barra do Corda [4]
SB.23-X-A	Bacabal [4]
SB.23-X-B	Caxias [4]
SB.23-X-C	Presidente Dutra [4]
SB.23-V-C-III	Crateús [3]
SB.23-Y-B	Iguatu [1]
SB.23-Z-B	Caicó [1]
SB.24-X-D-III	Boqueirão [1]
SB.24-Z-D-V	Sumé [1]
SB.24-Z-D-VI	Santa Cruz do Capibaribe [1]
SC.20-Z-C-V	Paulo Saldanha [1]
SC.20-Z-C-VI	Rio Pardo [1]
SC.23-X-B-VI	Barragem [1]
SC.23-X-D-II	São Raimundo Nonato [1]
SC.23-Y-D-IV	Campo Alegre de Lourdes [1]
SC.23-Z-C-IV	Riachão das Neves [1]
SC.23-Z-C-VI	Cariparé [1]
SC.22-X-A	Redenção [4]
SC.22-Z-C	Xinguara [4]
SC.23-Y-D/	Formosa do Rio Preto [1]
SC.23-Z-A/Y-B	Curimatã/Corrente [1]
SC.23-Z-C	Santa Rita de Cássia [1]
SC.24-V-A	Paulistana [1]
SC.24-V-C	Paulistana [1]
SC.24-Y-C	Jacobina [1]
SC.24-Y-D	Serrinha [1]
SD.24-V-A-I	Seabra
SD.24-Y-B-IV	Poções [1]
SD.22-Z-C-VI	Itaguaru [1]
SE.21-Y-D	Corumbá [1]
SE.22-X-B	Goiânia [1]
SE.23-X-A-III	Itaberaí [1]
SE.23-Z-B-IV	Serro [1]
SE.23-Z-C-VI	Belo Horizonte [1]
SE.23-Z-D-I	Concenção Mato Dentro [1]
SE.23-Z-D-IV	Itabira [1]
SE.24-V-A	Almenara [1]
SF.21-V-B	Aldeia Tomazia [1]
SF.21-V-D	Porto Murtinho [1]
SF.21-X-A	Aquidauana [1]
SF.24-V-A	Cachoeiro de Itapemirim [1]
SF.22-Z-D	Florianópolis
SG.22-X-C-III.4	Campo Largo [7]
SG.22-X-C-VI.2	Contenda [7]
SG.22-X-D-I.1	Rio Branco do Sul [7]
SG.22-X-D-I.3	Curitiba [7]
SG.22-X-D-I.4	Piraquara [7]
SG.22-X-D-IV.1	Araucária [7]
SG.22-X-D-IV.2	São José dos Pinhais [7]
SG.22-X-D-IV.3	Mandirituba [7]
SH.22-X-B-I	Tubarão [1]
SH.22-X-B-II	Laguna [1]
SH.22-X-B-IV	Criciúma [1]
SH.22-Y-B	Porto Alegre [1]
SH.22-Y-C	Pedro Osório [1]
SH.22-V-C-IV	Santa Maria [3]

Folhas Concluídas

Impressas

NB.10-Z-B-V	Monte Roraima [1]
NB.20-Z-B-VI	Monte Caburaí [1]
NB.20-Z-D-II	Rio Quino [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
NB.21-Y-C-IV	Mutum [1]
SA.22-Y-D	Altamira [4]
SA.23-Y-D	Santa Inês [4]
SB.22-Z-A	Serra dos Carajás [4]
SB.23-V-B	Vitorino Freire [4]
SB.23-V-C	Imperatriz [4]
SB.24-X-B/D	Areia Branca/Mossoró [2]
SB.24-Y-C-V	Patos [1]
SB.24-Y-C-VI	Simões [1]
SB.24-V-D-V	Mombaça [1]
SB.24-Y-B-II	Catarina [1]
SB.24-Z-B-II	Currais Novos [3]
SB.24-Z-B-V	Jardim do Seridó [3]
SB.24-Z-C	Serra Talhada [2]
SB.24-Z-C-VI	Afogados da Ingazeira [1]
SB.24-Z-D-I	Patos [1]
SB.24-Z-D-IV	Montejro [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.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-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 [2]
SC.24-Y-D-II	Gavião [1]
SC.24-Y-D-IV	Mundo Novo [1]
SC.24-Y-D-V	Pintadas [1]
SC.24Y-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 Sto. Antão [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.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-IV	Janaúba [3]
SD.24-V-A-II	Utinga [1]
SD.24.V-A-V	Lençóis [1]
SD.24-V-C	Livramento do Brumado [2]
SD.24-V-C-II	Mucugê [1]
SD.24-Y-A	Vitória da Conquista [2]
SD.24-Y-B-V	Ibicaraí [1]
SD.24-Y-B-VII	Itabuna [1]
SE.22-V-B	Iporá [2]
SE.22-X-A	S. Luís de Montes Belos [2]
SE.22-X-B	Goiânia [2]
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]
SF.23-V-D-V.4	São Gonçalo do Sapucaí [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-IV	Lima Duarte [1]
SF.23-Y-B-II.2	Heliodora [1]
SG.22-Z-B	Joinvile [2]
SH.22-Y-A	Cachoeira do Sul [2]

Em editoração

SA.23-Z-C	Itapecuru-Mirim [4]
SB.22-Z-D	Araguaína [4]
SB.24-Z-D-II	Juazeirinho [1]
SC.22-X-A	Conceição do Araguaia [4]
SB.23-V-A	Rio Cajuapará [4]
SC.24-X-D-V	Arapiraca [1]
SD.21-Y-C-II	Pontes e Lacerda [1]
SD.22-Z-D-IV	Jaraguá [1]
SD.22-Z-D-V	Pirenópolis [1]
SD.23-Z-D-II	Monte Azul [3]
SD.23-Z-D-V	Rio Pardo de Minas [3]
SE.22-X-A-VI	Nazário [1]
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 Bulhões [1]
SE.22-X-B-VI	Caraíba [1]
SE.24-Y-C-V	Baixo Guandu [1]
SE.24-Y-C-VI	Colatina [1]
SF.23-X-B-I	Mariana [1]
SF.23-X-D-I	Rio Pomba [1]
SF.24-V-A-II	Afonso Cláudio [1]
SF.24-V-A-III	Domingos Martins [1]
SF.24-V-A-V	Cachoeiro de Itaperirim [1]
SF.24-V-A-VI	Piúma [1]
SH.22-Y-A-I.4	Passo do Salsinho [1]
SH.22-Y-C-II	Piratini [1]
SG.22-Z-D-I.2/	Botuverá/ [1]
SG.22-Z-D-II.1	Brusque [1]
SG.22-Z-D-V	Florianópolis [1]

[1] Levantamento Geológico/Geoquímico/Metalogenético na escala 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-ambiente; [6] Levantamentos aerogeofísicos; [7] Integração geológico/geoquímica de regiões metropolitanas.

Folhas Concluídas

Disponíveis para consulta

NA.20-X-B/	Uriracoera [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	Quixeramubim [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 Vitoria [2]
SD.23-Y-A	São João d'Aliança [2]
SD.23-Z-A	Manga [2]
SD.23-Z-B	Guanambi [2]
SD.24-V-A	Seabra [2]
SD.24-V-B	Itaberaba [2]
SD.24-V-D/	Jequié/ [2]
SD.24-X-C	Jaguaribe [2]
SD.24-X-A	Salvador [2]
SD.24-Y-B/	Ilhéus/ [2]
SD.24-Z-A	Itacaré [2]
SD.24-Y-C	Rio Pardo [2]
SD.24-Y-D/	Itapetinga/ [2]
SD.24-Z-C	Canavieiras [2]
SE.21-V-D-V	Morraria do Ínsua [1]
SE.21-Y-B-II	Lagoa de Mandioré [1]
SE.21-Y-B-III	Amolar [1]
SE.23-V-A	Unaí [2]
SE.23-V-C	Paracatu [2]
SE.23-V-D	João Pinheiro [2]
SE.23-X-A	Montes Claros [2]
SE.23-X-B	Araçuaí [2]
SE.23-X-C	Pirapora [2]
SE.23-X-D	Capelinha [2]
SE.23-Y-A	Patos de Minas [2]
SE.23-Y-B	Três Marias [2]
SE.23-Y-C	Uberaba [2]
SE.23-Y-D	Bom Despacho [2]
SE.23-Z-A	Curvelo [2]
SE.24-V-C	Teófilo Otoni [2]
SE.24-Y-A	Governador Valadares [2]
SE.24-Y-C	Colatina [2]
SF.21-V-B	Baía Negra [2]
SF.21-X-A	Miranda [2]
SF.23-V-A-II.2	Rio São Lourensinho [7]
SF.23-V-A-III.1	Itanhaem [7]
SF.23-V-A-III.2	Mangagua [7]
SF.23-Y-A-V.4	Campinas [7]
SF.23-Y-A-VI.3	Valinhos [7]
SF.23-Y-C-II.2	Indaiatuba [7]
SF.23-Y-C-II.4	Cabreúva [7]
SF.23-Y-C-III.1	Jundiaí [7]
SF.23-Y-C-III.2	Atibaia [7]
SF.23-Y-C-III.3	Santana do Parnaíba [7]
SF.23-Y-C-III.4	Guarulhos [7]
SF.23-Y-C-V.2	São Roque [7]
SF.23-Y-C-V.4	Juquitiba [7]
SF.23-Y-C-VI.1	Itapecerica da Serra [7]
SF.23-Y-C-VI.2	São Paulo [7]
SF.23-Y-C-VI.3	Imbu-Guaçu [7]
SF.23-Y-C-VI.4	Riacho Grande [7]
SF.23-Y-D-I.1	Piracaia [7]
SF.23-Y-D-I.2	Igaratá [7]
SF.23-Y-D-I.3	Itaquaquecetuba [7]
SF.23-Y-D-I.4	Santa Isabel [7]
SF.23-Y-D-II.3	Jacareí [7]
SF.23-Y-D-IV.1	Suzano (Mauá) [7]
SF.23-Y-D-IV.2	Mogi das Cruzes [7]
SF.23-Y-D-IV.3	Santos [7]
SF.23-Y-D-IV.4	Bertioga [7]
SF.23-Y-D-V.1	Salesópolis [7]
SF.23-Y-D-V.2	Pico do Papagaio [7]
SF.23-V-A	Franca [2]
SF.23-V-B	Furnas [2]
SF.23-V-C	Ribeirão Preto [2]
SF.23-V-D	Varginha [2]
SF.23-X-A	Divinópolis [2]
SF.23-X-B	Ponte Nova [2]
SF.23-X-C	Barbacena [2]
SF.23-X-D	Juiz de Fora [2]
SF.23-Y-A	Campinas [2]
SF.23-Y-B	Guaratinguetá [2]
SF.23-Y-C	São Paulo [2]
SF.23-Y-D	Santos [2]
SG.22-X-A	Telêmaco Borba [2]
SG.22-X-B/	Itararé/ [2]
SG.22-X-C	Ponta Grossa [2]
SG.22-X-D/	Curitiba/ [2]
SG.23-V-C	Cananéia [2]
SG.23-V-A	Iguape [2]
SG.22-Z-D	Florianópolis [2]
SH.21-Z-D	Bagé [2]
SH.21-Z-B	São Gabriel [2]
SH.22-X-B	Criciúma [2]
SH.22-Y-D/	Pelotas/ [2]
SH.22-Z-C	Mostarda [2]
SI.22-V-A/	Jaguarão/ [2]
SI.22-V-B	Rio Grande [2]

Memória Técnica

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

GEOB e GTM	– Bibliografia	SIGEO	– Projetos de Geologia, Geoquímica, Geofísica
META	– Ocorrências Minerais	SISON	– Dados de Sondagem
AFLO	– 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

CARTA METALOGENÉTICA / PREVISIONAL
CATARINA, SB.24-Y-B-II
ESCALA 1:100.000 – DNPM, 1991

MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA
SECRETARIA NACIONAL DE MINAS E METALURGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

CONVENÇÕES METALOGENÉTICAS

CARACTERES DOS JAZIMENTOS

SUBSTÂNCIA MINERAL

at – ametista; cc – calcário; ci – cianita; crr – cristal de rocha; gra – granada; qr – quartzo róseo; rt – rutilo; tl – talco; tu – turmalina; vm – vermiculita

QUIMISMO

Não sublinhado: óxidos (Ex.: rt)
Sublinhado simples: sulfetos (Ex.: Pb, Zn)
Sublinhado duplo: carbonatos (Ex.: cc)
Sublinhado com traços: silicatos (Ex.: tl, ci, at)

ASSOCIAÇÃO MINERALÓGICA (mineral-minério sublinhado)

- at : ametista + quartzo + muscovita
- cc : calcita + flogopita + biotita + tremolita + dolomita
- ci : cianita + muscovita
- crr : cristal de rocha (quartzo) + muscovita
- gra : granada + mica parda (flogopita)
- rt : rutilo + muscovita (?)
- qr : quartzo róseo + muscovita
- tl : talco + tremolita + biotita + anfibólio
- tu : turmalina + anfibólio
- vm : vermiculita + biotita

Morfologia do Jazimento (orientada na direção dos corpos)

estratiforme; lenticular; colunar "pipe" chaminé; filoniana; irregular "amas"; indeterminada ou não conhecida

O símbolo morfológico, quando tracejado, representa jazimento subaflorante.

TEXTURA

bandada, laminada, xistosa; nodular, pisolítica, oolítica; disseminada, rede; pegmatítica; maciça, granular, brechóide; multivenulada, "stockwork", "stringer"; "boxwork", pulverulenta, terrosa

CLASSE DO JAZIMENTO

detríticos em pláceres; de alteração superficial; sedimentares e/ou associados a seqüências sedimentares; vulcanogênicos e/ou associados a seqüências vulcanossedimentares; ligados a rochas básico-ultrabásicas; ligados a rochas alcalinas, carbonatitos e quimberlitos; associados a rochas granitóides; ligados a pegmatitos; filonianos-hidrotermais; metamórfico-metassomáticos

INDÍCIOS INDIRETOS DE MINERALIZAÇÕES

INDÍCIOS GEOQUÍMICOS

Zonas Anômalas

Mn(NbV Ni) — em sedimento de corrente para manganês (Mn), cromo (Cr), nióbio (Nb), bário (Ba), estanho (Sn), berilo (be) magnésio (Mg), ferro (Fe), vanádio (V), cálcio (Ca) e níquel (Ni). Obs: Os Símbolos entre parênteses, representados em algumas zonas, são dos elementos menos representativos.

Estações Anômalas

em sedimento de corrente para cromo (Cr), lantânio (La), zinco (Zn), berílio (Be), cobre (Cu), bário (Ba), cobalto (Co), vanádio (V), ferro (Fe), manganês (Mn), nióbio (Nb), estrôncio (Sr), boro (B), cálcio (Ca), níquel (Ni), estanho (Sn), bismuto (Bi), magnésio (Mg), ítrio (Y), chumbo (Pb) e scheelita (sc)

em concentrado de bateia para berilo (be), rutilo (rt), espersatita (esp), apatita (ap), magnésio (Mg), manganês (Mn), espinelio (el), pirita (pi), granada (gra), epidoto (ep), calcopirita (cp), ítrio (Y), zircão (zr), scheelita (sc), turmalina (tu), magnesita (mgs), nióbio (Nb), boro (B), anfibólio (af) e estanho (Sn).

INDÍCIOS GEOFÍSICOS

zonas de anomalia radiométrica de contagem total, geralmente relacionadas a corpos granitóides (valores de 150 cps).

0 – 2000 m, K = 0,005 — corpo magnético tabular com indicação de direção, profundidade de topo e base e contraste de susceptibilidade magnética (em e.m.u.).

INDÍCIOS DIRETOS DE MINERALIZAÇÕES

⊗Fe — em amostra de rocha para talco (tl), ferro (Fe), ametista (at), calcário (cc), turmalina (tu), berilo (be) e cristal de rocha (crr).

(si) — silicificação

DADOS ECONÔMICOS

TAMANHO: pequeno; médio; grande

SITUAÇÃO ATUAL: mina; jazida; ativo; garimpo (lavra rudimentar); depósito; inativo; intermitente

CATEGORIAS

SUBSTÂNCIA	PEQUENO	MÉDIO	GRANDE	UNIDADE
calcário	<10[5]		10[7]>	t de calcário
talco	<10[5]		10[7]>	t de talco

ÁREAS MINERALIZADAS / PREVISIONAIS

PROVÁVEL: relação entre jazimento e contexto geológico claramente definida; identificação de metalotectos comprovados e prováveis; presença de indícios diretos e indiretos de mineralizações.

POSSÍVEL: contexto geológico favorável; identificação e/ou continuidade de metalotectos prováveis e possíveis; raridade de indícios diretos de mineralizações e presença de indícios indiretos.

POTENCIAL: contexto geológico favorável; identificação e/ou continuidade de metalotectos possíveis; presença de indícios indiretos de mineralização e ausência de indícios diretos.

ESPECIFICAÇÕES DAS ÁREAS MINERALIZADAS

ÁREA I – Esta área situa-se no NW da folha e contem indícios de "vm" e zonas anômalas de Cr, com valores de até 10.000 ppm (1%), associados à metautramáficas intercaladas na Unidade Mombaça; ocorrendo, ainda, indícios de Ni, Zn, Cu, Fe, Co, V, Sc, Pb, Be, Ca, La, Mg e Mn, além de depósitos de vermiculita relacionado à anfibolito.

ÁREAS IIa e IIb – Estas áreas apresentam camadas e lentes de calcário intercaladas no Complexo Gnáissico-Migmatítico (Subunidade Catarina-Trucu), e englobam, em parte, zona de anomalia radiométrica, além de indícios geoquímicos de B, La, Nb e Y.

ÁREAS IIIa e IIIb – Apresentam níveis de calcário e lentes de talco, encaixados no Complexo Ceará. Presença de indícios geoquímicos (IIIa) de Cu, Pb, Y, Nb e B, provavelmente relacionados a níveis ou "sheets" de talcoxisto.

ÁREA IV – Área com presença de talco e ametista relacionados a corpos básicos e pegmatitos existentes no Complexo Gnáissico-Migmatítico. Os indícios geoquímicos de Cr, Ca, Ni, Be, V, Fe, Pb, Co, Mn, Ba, Sr, Sn, Cu, Mg, Be, La, Nb e B podem estar relacionados a pequenos corpos básicos intrusivos e ao hidrotermalismo associado a granitos tardi a pós-transcorrência.

ÁREA V – Engloba lentes de talco e talcoxistos, bem como a presença de calcário nos muscovita-biotita-gnaisses da Subunidade Flamengo, pertencente ao Complexo Gnáissico-Migmatítico. Contem jazimentos de granada, talco, calcário e indícios de ametista. Verifica-se a presença de Ca, Nb, Y e Mg em sedimento de corrente e de pirita, rutilo, espinélio, granada e calcopirita em concentrado de bateia.

ÁREA VI – Níveis de calcário e um depósito de talco e outro de rutilo na porção leste da Subunidade Flamengo, junto ao contato com o Complexo Ceará e a Unidade Mombaça, além de indícios geoquímicos de B, Mn, Ni, Fe, Pb e Zn.

ÁREAS VIIa e VIIb – Lentes de calcário e ocorrências de ametista nos xistos e gnaisses do Complexo Ceará. A ametista, provavelmente, está relacionada ao hidrotermalismo dos granitóides do tipo Cangati (PSγ4). Existem indícios geoquímicos de B e Cu.

ÁREA VIII – Engloba lentes de calcário no Complexo Ceará e ocorrências de ametista relacionadas ao hidrotermalismo de corpos granitóides do tipo Cangati, intrusivos no Complexo Ceará e na Unidade Serra do Papagaio.

ÁREA IX – Depósitos de talco relacionados a corpos metagábricos e diques de metabasitos xistificados componentes do conjunto de rochas plutonovulcânicas da Unidade Serra do Papagaio. Ocorrem, ainda, indícios geoquímicos de B, tu, Ba, cp, Cu, gra, Mn, Ni, at, Pb, Fe e mgs, além de corpos magnéticos que podem estar relacionados a depósitos de sulfetos.

ÁREA X – Presença de talco e calcário na Subunidade Acopiara-Hebron do Complexo Gnáissico-Migmatítico e ocorrências de ametista relacionadas a um granitóide (Pγ), intrusivo nesse complexo. Anomalias geoquímicas de Sn e Mn indícios geoquímicos de Cu, Ni, Pb, Fe, Co, Zn, Cr e Sr.

ÁREA XI – Depósitos de vermiculita relacionados a Unidade Mombaça. Presença de indícios geoquímicos de Fe, Mn, Sc, Co e Zn.

DISCRIMINAÇÃO DOS METALOTECTOS

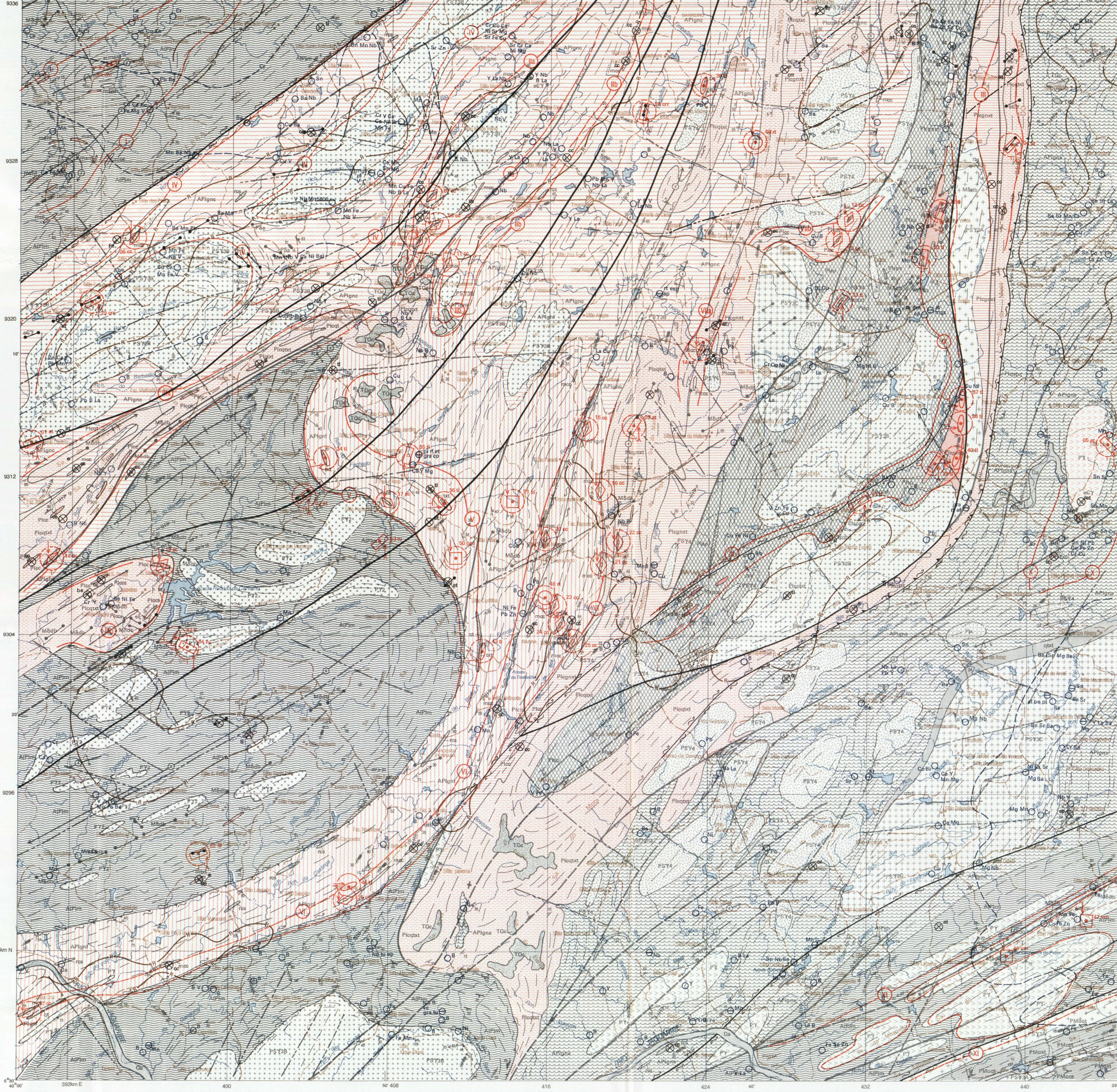
ÁREAS	INDÍCIOS DE MINERALIZAÇÕES	METALOTECTOS COMPROVADOS	METALOTECTOS PROVÁVEIS	METALOTECTOS POSSÍVEIS
I	Vermiculita (Cr, Ni, Cu, Co, Fe, Mn, Ca, Mg, Pb, Be, Zn, V, La e Sc).	Corpos básicos (anfibolito) e ultramáfico (serpentinitos) na Unidade Mombaça.	Corpos plutônicos básicos e intermediários gnaissificados distribuidos na Unidade Mombaça.	Zonas sulfetadas e de ação hidrotermal associadas à rochas máficas, ultramáficas e granitóides.
IIa IIb	Calcário (Nb, La, Y e B). Calcário (Y, La e Nb).	Nível de calcário na Subunidade Catarina-Truçu pertencente a uma seqüência sedimentar marinha (Complexo Gnáissico-Migmatítico).	Granitóide de composição granodiorítica intrusivo nos gnaisses da Subunidade Catarina-Truçu.	Atividade hidrotermal associada a granitóides intrusivos e a zona de cisalhameto.
IIIa IIIb	Calcário e talco (B, Nb, Y, Cu e Pb). Calcário e berilo.	Níveis carbonáticos na Subunidade Catarina-Truçu (Complexo Gnáissico-Migmatítico) e no Complexo Ceará.	Presença de talcoxistos do Complexo Ceará e "sheets" de ortognaisses e metapegmatitos na Subunidade Catarina-Truçu.	Zonas sulfetadas associadas à fácies metapelito-carbonáticos (Área IIIa).
IV	Calcário, cristal de rocha e ametista (Cr, Ca, V, Pb, be, Mn, Fe, Be, Co, Cu, Ni, Nb, Sr, Ba, Sn, Mg, B e La).	Corpos carbonáticos e veios ácidos encaixados no Complexo Gnáissico-Migmatítico.	Corpos básicos cortados por veios hidrotermais e diques básicos relacionados a indícios geoquímicos.	Zonas sulfetadas associadas a alternâncias de metapelitos com metacalcários. Atividade hidrotermal relacionada a granitóides intrusivos.
V	Calcário, talco, granada e ametista (pi, rt, Ca, el, Nb, cp, gra, Y e Mg).	Níveis de calcário na Subunidade Flamengo, presença de talco e talcoxisto na Subunidade Flamengo e no contato com a Unidade Mombaça.	"Sheets" de leucortognaisses e variação de fácies sedimentar e metamórfica, especialmente os sítios de mais alta temperatura.	Hidrotermalitos associados a granitóides intrusivos.
VI	Calcário, talco, rutilo (Ni, Fe, Pb, Zn, Mn e B).	Níveis de calcário e lentes de talco na Subunidade Flamengo (Complexo Gnáissico-Migmatítico).	Lentes de metamáfico-ultramáficas, metamórfitos carbonáticos e interface xisto-quartzito.	Zonas sulfetadas associadas a alternância de metapelitos com calcários.
VIIa VIIb	Ametista e calcário (B). Calcário (Cu e B).	Veios ácidos e lentes de calcário do Complexo Ceará.	Veios ácidos relacionados a corpos de granito e quartzo-monzonito do tipo Cangati (PSγ4).	
VIII	Ametista e calcário.		Veios de quartzo encaixados em quartzito e lentes de metacalcário, pertencentes ao Complexo Ceará.	
IX	Talco (B, Ba, Ni, Cu, Fe, Pb, mgs, gra, tu, cp e at)	Corpos metagábricos e diques de metabasitos xistificados na Unidade Serra do Papagaio.	Corpos de gabro e diabásio metamorfizados.	Zonas sulfetadas associadas a rochas máficas e ultramáficas.
X	Ametista, talco, calcário (Sn, Mn, Cu, Ni, Pb, Fe, Co, Zn, Sr e Cr)	Nível de calcário paralelo a nível de talco, e granitóide intrusivo no Complexo Gnáissico-Migmatítico.		
XI	Vermiculita, (Fe, Mn, Sc, Co e Zn)	Anfibolitos em contato com granitos intrusivos na Unidade Mombaça.	Anfibolitos e metaultrabásicas influenciadas por granitóides intrusivos.	Zonas sulfetadas associadas a rochas máficas e ultramáficas.

As unidades litoestratigráficas e/ou litótipos, realçadas por convenções na cor rosa, representam os principais metalotectos identificados, de natureza litológica, litostratigráfica ou litoambiental.
As estruturas planares realçadas em preto, na base geológica, representam os principais metalotectos identificados, de natureza estrutural ou tectonostrutural.

LISTAGEM DE JAZIMENTOS MINERAIS

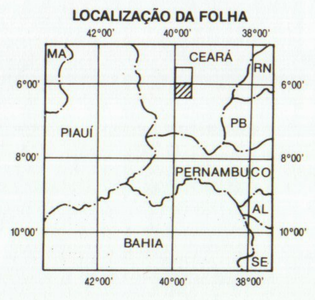
Nº DE REFERÊNCIA	SUBSTÂNCIA MINERAL	LOCAL	ROCHA ENCAIXANTE / HOSPEDEIRA	RESERVA INFERIDA (t)	COMPOSIÇÃO QUÍMICA
1	Ametista	Faz. Monte Castelo	Xisto cataclástico		
2	Ametista	Sítio Bonito	Migmatito		
3	Ametista	Garimpo	Micaxisto		
4	Ametista	Sítio Guaribas	Quartzito		
5	Ametista	Liso	Ortognaisse-granítico		
6	Calcário	Chatinho	Gnaisse	64.000	
7	Calcário	Sítio Poldrinha	Anfibolito	1.100.000	
8	Calcário	Caria	Gnaisse	17.500	
9	Calcário	Sítio Lagoa Redonda	Gnaisse	10.100	
10	Calcário	Lagoa Redonda	Anfibólio-gnaisse	3.200	
11	Calcário	Chapadinha	Anfibólio-gnaisse	2.700	
12	Calcário	Sítio Lagoas	Biotita-gnaisse	8.500	
13	Calcário	Sítio Lagoas	Biotita-gnaisse	1.350	
14	Calcário	Sítio Cachoeira	Xisto	2.160	
15	Calcário	Vilar	Biotita-gnaisse	5.400	
16	Calcário	Buriti	Biotita-gnaisse	4.050	
17	Calcário	Sítio Fechado	Gra-mu-xisto	5.400	50,9% CaO – 12% MgO – 4,54% SiO_2
18	Calcário	São Pedro	Bi-mu-xisto	18.900	
19	Calcário	São Gonçalo	Bi-mu-xisto	3.800	33,4% CaO – 19,8% MgO – 0,8% SiO_2
20	Calcário	Zorora	Bi-mu-xisto	7.300	
21	Calcário	Quincolé	Biotita-gnaisse	2.700	
22	Calcário	Quincolé	Mu-qz-xisto	6.000	31% CaO – 21,6% MgO – 0,6% SiO_2
23	Calcário	Vazantes	Biotita-gnaisse	1.080	
24	Calcário	Vazantes	Biotita-gnaisse	64.500	
25	Calcário	Barra	Biotita-gnaisse	59.400	
26	Calcário	Lagoa de Dentro	Gnaisse	162.000	32,4% CaO – 20,2% MgO – 5,3% SiO_2
27	Calcário	Sombra do Gado	Biotita-gnaisse	1.620.000	32,0% CaO – 21,1% MgO – 1,3% SiO_2
28	Cristal de rocha	Sítio Cajazeiras	Biotita-gnaisse		
29	Cristal de rocha	Sítio Francisco Lima	Granito cataclástico		
30	Talco	Sítio Mares	Ortognaisse granítico		
31	Talco	Rocha Verde	Biotita-gnaisse	25.700	6,87% FeO – 0,11% CaO – 29,67% MgO
32	Talco	Boiote	Qz-cl-xisto	4.700	
33	Talco	Açude Novo	Ortognaisse granítico	5.200	
34	Talco	Sítio Fechado	Biotita-gnaisse	117.000	
35	Talco	Jardim	Biotita-ganisse	2.300	
36	Talco	Monte Evereste	Mu-qz-gra-xisto	1.800	
37	Talco	Escuro	Qz-bi-xisto	15.600	
38	Talco	Escuro	Qz-bi-xisto	3.100	3,7% FeO – 0,28% CaO – 29,2 MgO
39	Talco	Tabuleiro do Meio	Anfibolito	28.000	
40	Talco	Manoel Gonçalves	Anfibolito	7.800	
41	Talco	St. Camboeiro	Ortognaisse granítico	10.400	
42	Talco	Olho D'água	Ortognaisse granítico	11.700	
43	Talco	Jatoba	Biotita-gnaisse	5.200	
44	Talco	Varjota	Biotita-Gnaisse	2.600	
45	Vermiculita	Sítio Cajueiro	Anfibolito		
46	Vermiculita	Serra do Sítio	Biotita-gnaisse		
47	Vermiculita	Sítio Alentejo	Granito		
48	Rutilo	Cantinho	Biotita-gnaisse		
49	Rutilo	Barra	Muscovita-quartzito		
50	Granada	Sítio Pelado	Mu-bi-xisto	100.000	
51	Cianita	Sítio Casinhas	Muscovita-xisto		
52	Quartzo róseo	Lagedo	Ortognaisse		
53	Turmalina	St. Monte Alegre	Ortognaisse		
54	Turmalina	Olho D'água	Ortognaisse		

CATARINA — SB.24-Y-B-II



Base planimétrica processada por tecnologia digital. Dados disponíveis em arquivos magnéticos, armazenados no Sistema de Informações em Recursos Naturais – SIR.
Tratamento e processamento digital a cargo do Departamento de Informática – DEPIN / CPRM.
Coordenação geral: Carlos Alfredo Guimarães da Vinha.
Controle técnico e manutenção: Gilberto da Vinha e João Batista V. Dias Junior.
Base cartográfica gerada a partir da digitalização da folha SB.24–Y–B–II, Catarina, escala 1:100.000, 1ª ed., reimpressão – 1984, DSG.
Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 39° W.Gr, acrescidas as constantes: 10000km e 500km, respectivamente.
Datum horizontal: Córrego Alegre – Minas Gerais.
Declinação magnética do centro da folha em 1991: 22°54'W. Cresce 5,8' anualmente.
Dados temáticos e atualização da base planimétrica foram transferidos pelos técnicos da Residência de Fortaleza da SUREG/RE, responsáveis pelos trabalhos de campo, visualmente, a partir da interpretação de aerofotos e imagens de satélite.
Tratamento cartográfico dos elementos da base e do tema sob a responsabilidade do Centro de Cartografia – CECAR/CPRM.
Chefia: Célio Lima de Macedo.
Planejamento cartográfico geral: Célio Lima de Macedo e Milton Brand Baptista.
Preparo da base para digitalização: Henrique André Lepsch e Manoel Leite de Sá.
Orientação e preparo dos originais de compilação: Marcelo de Freitas Medeiros.
Especificações e revisão da execução cartográfica: Wilhelm Petter de Freire Bernard e Carlos Alberto da Silva Copolillo.
Digitalização da base planimétrica: COMPLASA Computação e Planejamento S/A.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

CARTA METALOGENÉTICA/PREVISIONAL
FOLHA CATARINA

ESCALA 1: 100.000

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR

1991

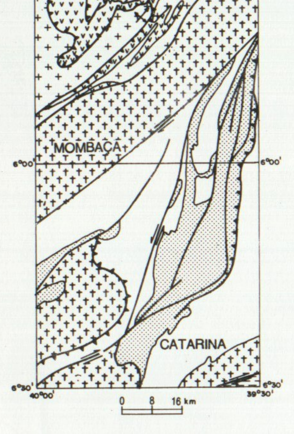
ARTICULAÇÃO DA FOLHA

VÁRZEA DO BOI SB.24-V-D-IV	MOMBAÇA SB.24-V-D-V	SENADOR POMPEU SB.24-V-D-VI
TAUÁ SB.24-Y-B-I	CATARINA SB.24-Y-B-II	IGUATU SB.24-Y-B-III
AIUABA SB.24-Y-B-IV	ASSARÉ SB.24-Y-B-V	CEDRO SB.24-Y-B-VI

CPRM

O Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, sob a coordenação geral de Valter José Marques, é executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, desde setembro de 1985.
Coordenação na Residência de Fortaleza: José Carvalho Cavalcante e na Superintendência Regional de Recife Marinho Alves da Silva Filho.
Coordenação geral de metalogenia: Inácio de Medeiros Delgado.
Técnicos responsáveis por esta folha:
Metalogenia: Inácio de Medeiros Delgado, Hermanilton de Azevedo Gomes e Marcelo de Freitas Medeiros.
Geoquímica: Sérgio João Frizzo.
Geofísica: Mário José Metelo, Antonio Carlos Motta, Roberto Gusmão de Oliveira e José Carlos Rodrigues.
Cadastramento Mineral: Marcelo de Freitas Medeiros.
Para a compilação deste tema foi utilizado, como base, o mapa geológico desta folha.

DOMÍNIOS GEOLÓGICOS REGIONAIS



TERRENOS SUPRACRUSTAIS DO PROTEROZÓICO MÉDIO
- Domínio vulcanossedimentar do tipo Orós (rifte intracontinental de listosfera ativada)

TERRENOS SUPRACRUSTAIS E DE INFRA-ESTRUTURA DAS FAIXAS DE DOBRAMENTOS DO PROTEROZÓICO INFERIOR, COM INCLUSÃO DE SEGMENTOS CRUSTAIS ARQUEANOS.
- Domínio marinho-plataformal do tipo Ceará
- Domínio de gnaisses sodi-potássicos parcialmente associados a supracrustais aluminosas marinhas, em partes migmatíticas

TERRENOS DE EMBASAMENTO ARQUEANO RETRABALHADO NO PROTEROZÓICO
- Domínio de gnaisses sodi-potássicos do tipo Mombaça
- Domínio de gnaisses calci-sódicos (TTG) do tipo Pedra Branca (arco-de-ilhas).
- Domínio plutonovulcanossedimentar do tipo Tróia (arco-de-ilhas).

COBERTURAS SEDIMENTARES RECENTES

				ROCHAS	AMBIÊNCIA
FANEROZÓICO	CENOZÓICO – QUATERNÁRIO	COBERTURAS ALUVIAIS	Qa	Areias puras de granulometria fina a média, areias argilosas e argilas.	Fluvial
		TERRAÇOS ALUVIAIS	Qt	Sedimentos clásticos de granulometria grossa, inconsolidados, materializados por cascalhos de matriz areno-argilosa ou areno-siltosa, com seixos de quartzo e quartzito, preferencialmente.	Fluvial
	TÉRCIO-QUATERNÁRIO	COBERTURAS COLÚVIO-ELUVIAIS INDIFERENCIADAS	TQc	Predomínio de eluvios areno-silto-argilosos, inconsolidados, localmente lateritizados.	Produto de alteração "in situ" e laterização em clima quente e úmido.

ROCHAS FILONIANAS

FANEROZÓICO	MESOZÓICO	DIQUES BÁSICOS	Mδdb	Diabásio e microgabro.
	EOPALEOZÓICO	DIQUES ÁCIDOS	eCγ	Pegmatitos e veios de quartzo com ametista.

ROCHAS PLUTÔNICAS

				ROCHAS	TEXTURA	ENCRAVES / AUTÓLITOS	QUIMISMO	LINHAGEM PETROGENÉTICA	NÍVEL CRUSTAL	POTENCIAL METALOGENÉTICO
PROTEROZÓICO	SUPERIOR	GRANITÓIDES TARDI A PÓS-TRANSCORRÊNCIA	PSγ4	Biotita-granito, quartzo-monzodiorito e granodiorito	Fina a média, isotrópica, por vezes orientada	Gnaisse, biotita-granito e migmatito	Alcalino aluminoso	Crustal (tipo S)	Epizona / mesozona	W–Sn, Ta–Nb e Terras Raras
		GRANITÓIDES CEDO A SINTRANSCORRÊNCIA	PSγ3C	Granodiorito, granito e monzonito	Grossa, em parte porfirítica, com fácies foliada	Biotita-xisto e diorito	Calcialcalino monzonítico	Mantélica (?); série híbrida, tipos I e S	Epizona (?)/ mesozona	W–Sn, Ta–Nb e Terras Raras
			PSγ3B	Granito, monzonito, granodiorito, tonalito e sienito	Fina a média, parcialmente porfirítica	Micaxisto, quartzito, gnaisse e metabásica	Calcialcalino monzonítico	Mantélica (?)	Mesozona (?)	W, Sn, Nb, U e Terras Raras
			PSγ3A	Ortognaisse granítico	Grossa, ineqüigranular, com fácies facoidal	Quartzito, micaxisto e diorito	Alcalino aluminoso	Mantélica (transicional)	Mesozona (?)	Zn, (Au), Th, Y e Terras Raras
	INDIFERENCIADO	GRANITÓIDES PRÉ-TRANSCORRÊNCIA	Pγ2	Granodiorito gnaissificado	Fina a média, eqüigranular	Gnaisse	Calcialcalino granodiorítico	Mantélica (?)	Mesozona (?)	Mo–Cu (Au)
		GRANITÓIDES E GABRÓIDES DE POSICIONAMENTO DUVIDOSO	Pγ, Pμ	Pγ – Tonalito, granodiorito e granito, gnaissificados; Pμ – Anfibolitos	Média a grossa, provavelmente porfirítica	—	—	—	—	—

TERRENOS SUPRACRUSTAIS DO PROTEROZÓICO MÉDIO (RIFTE INTRACONTINENTAL DE ORÓS)

			ROCHAS / AMBIÊNCIA / DEFORMAÇÃO / METAMORFISMO / POTENCIABILIDADE METALOGENÉTICA
PROTEROZÓICO MÉDIO	GRUPO ORÓS	PMoxt, PMocs, PMoqt	Predomínio de muscovita-biotita-xisto (PMoxt) e muscovita-quartzito (PMoqt); tendo, como litótipos subordinados, rochas calcissilicáticas (PMocs), metachertes (?) e metamagmatitos félsicos (vulcano-subvulcanicos ?) milonitizados / vulcanossedimentar de rifte intracontinental de litosfera ativada / xistosidade e foliação milonítica / fácies xisto-verde a anfibolito de baixo grau, com retrometamorfismo na fácies xisto-verde / calcário cristalino, Au e magnesita.

TERRENOS SUPRACRUSTAIS E DE INFRA-ESTRUTURA DAS FAIXAS DE DOBRAMENTOS DO PROTEROZÓICO INFERIOR, COM A INCLUSÃO DE SEGMENTOS CRUSTAIS ARQUEANOS

PROTEROZÓICO INFERIOR / ARQUEANO — COMPLEXO GNÁISSICO-MIGMATÍTICO: rcs, txt, APlgnf, mcc, qt, APlgnc, APlgna, qtxt. COMPLEXO CEARÁ: Plcc, Plcgnxt, Plctxt, Plccs, Plcqt, Plcqtxt. UNIDADE SERRA DO PAPAGAIO: Plspmb, Plsptxt, Plspcs, Plsp, Plspa.

		ROCHAS / AMBIÊNCIA / DEFORMAÇÃO / METAMORFISMO / POTENCIABILIDADE METALOGNÉTICA
PROTEROZÓICO INFERIOR	COMPLEXO CEARÁ	Muscovita-quartzito, muscovita-biotita-xisto (Plcqtxt) e muscovita-biotita-gnaisse com intercalações micaxistosas (Plcgnxt), constituindo um conjunto de litótipos com ou sem granada, sillimanita, turmalina e rutilo, incluindo lentes de metacalcários (Plcc), rochas calcissilicáticas (Plccs) e talcoxistos (Plctxt), subordinadas; muscovita-quartzito (Plcqt) / marinho-plataformal / foliações penetrativas de duas fases e superfícies miloníticas superpostas / fácies anfibolito com retrometamorfismo na fácies xisto-verde / calcário cristalino, cristal de rocha, cianita e talco.
	UNIDADE SERRA DO PAPAGAIO	Predomínio de ortognaisses graníticos, granodioríticos, tonalíticos e dioríticos, geralmente numa estruturação bandada e localmente facoidal (Plsp) servindo de encaixantes para diques-"sheets" de granito, pegmatito e diabásio, metamorfisados; tendo, como litótipos subordinados, xistos máficos e ultramáficos, talco-xisto (Plsptxt), rochas calcissilicáticas (Plspcs), metagabros (Plspa) e uma associação metamáfico-quartzítico-micaxisiosa (Plspmb) / plutonovulcanossedimentar / deformação polifásica, foliações penetrativas e superfícies miloníticas superpostas / fácies anfibolito com retrometamorfismo na fácies xisto-verde.
ARQUEANO	COMPLEXO GNÁISSICO-MIGMATÍTICO	Subunidade Flamengo (APlgnf): predomínio de muscovita-biotita-gnaisses, com ou sem granada e/ou sillimanita, parcialmente migmatizados e com lentes de micaxistos; Subunidade Catarina – Truçu (APlgnc): biotita-gnaisses orto e paraderivados, migmatitos de estrutura bandada ou bandada-dobrada, micaxistos granatíferos, metabásicas em jazimentos lenticulares e "sheets" de granitóides foliados e diques de metapegmatitos; Subunidade Acopiara – Hebron (APlgma): predomínio de muscovita-biotita-gnaisses paraderivados (± granada e ± sillimanita) e migmatitos de estrutura bandada ou bandada-dobrada, localmente quase-oftálmica, encerrando diques e "sheets" de metaleucogranitóides e metapegmatitos. Essas subunidades encerram lentes de quartzito (qt), quartzitos + micaxistos (qtxt), metacalcários (mcc), rochas calcissilicáticas (rcs) e talcoxistos (txt), além de corpos metamáficos com dimensões não-representáveis na escala desta carta / marinho / polifásica-policíclica, com transposição e milonitização tardia / fácies anfibolito de médio e alto grau, com retrometamorfismo na fácies xisto-verde / calcário cristalino, cristal de rocha, ametista e talco.

TERRENOS DE EMBASAMENTO RETRABALHADO NO PROTEROZÓICO

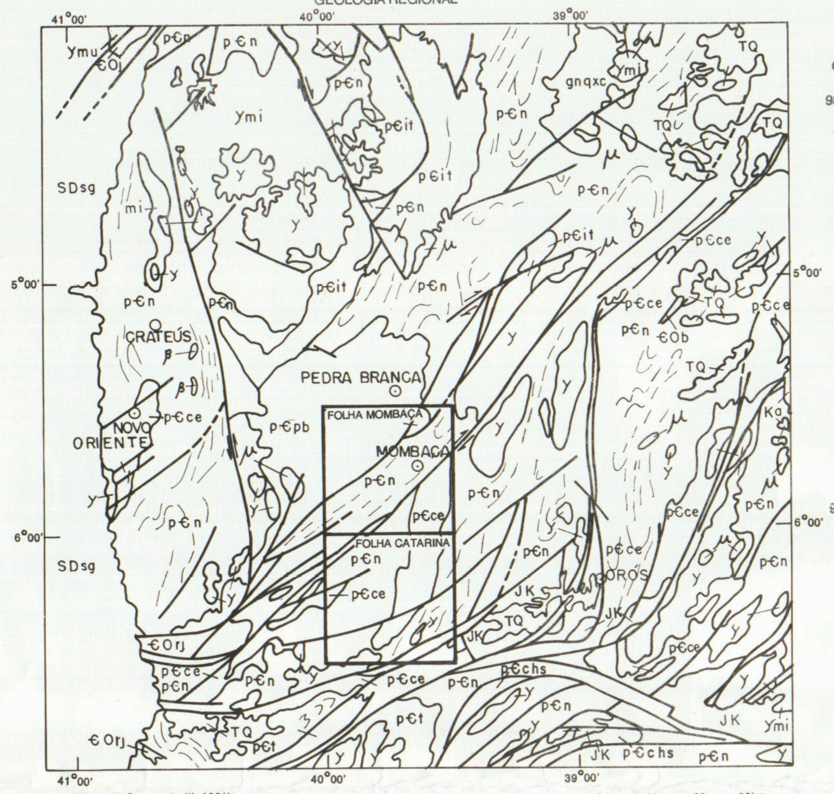
			ROCHAS / AMBIÊNCIA / DEFORMAÇÃO / METAMORFISMO / POTENCIABILIDADE METALOGENÉTICA
ARQUEANO	UNIDADE MOMBAÇA	manf, mcs, A(P)m, mub, mtxt	Ortognaisses biotíticos e hornblêndicos de composição granítica à diorítica, em parte migmatizados e associados a anfibolitos; migmatitos bandados e dobrados, com paleossoma-mesossoma básico e leucossoma graníticos; "sheets" de leucortognaisses finos (localmente trondhjemíticos) e de metapegmatitos A(P)m; anfibolitos (manf); rochas calcissilicáticas (mcs); talcoxistos (mtxt) e metaultramáficas (mub) / não definida / polifásica-policíclica, com transposição e milonitização / fácies anfibolito a granulito (?), com retrometamorfismo da fácies xisto-verdes / talco, Cr (Ni, Pt, Au).

Contato
Contato aproximado
Contato provável
Contato transicional
Fratura fotointerpretada
Zona de cisalhamento ou falha, indiscriminada
Zona de cisalhamento ou falha, aproximada
Zona de cisalhamento
Zona principal de cisalhamento transcorrente dextral
Zona de cisalhamento transcorrente dextral
Zona de cisalhamento transcorrente dextral, aproximada
Zona de cisalhamento transcorrente sinistral
Zona de cisalhamento contracional
Zona de cisalhamento contracional, aproximada
Zona de cisalhamento contracional e transcorrente dextral (transpurrão)
Lineamento estrutural
Antiforme normal, de geração n+3, com caimento de valor medido
Antiforme normal, de geração n+3, com caimento indicado
Antiforme, de geração n+3, com duplo caimento
Antiforme inclinado, de geração n+3, com caimento indicado
Antiforme invertido, com caimento indicado
Antiforme invertido, de geração n+1, com caimento indicado
Antiforme invertido, de geração n+3, com caimento indicado
Sinforme normal, de geração n+3, com caimento indicado
Sinforme inclinado, de geração n+3, com caimento indicado
Sinforme invertido, com caimento indicado
Sinforme invertido, de geração n+1, com caimento indicado
Sinforme invertido, de geração n+3, com caimento indicado
Foliação Sn+1 e/ou Sn, paralelizada a Sn+1, com mergulho de valor medido
Foliação Sn+1 e/ou Sn, paralelizada a Sn+1, com mergulho indicado.
Foliação Sn+2 com mergulho de valor medido
Foliação Sn+3 com mergulho de valor medido
Clivagem Sn+4 com mergulho de valor medido
Foliação com mergulho de valor medido
Foliação vertical
Foliação milonítica com mergulho de valor medido
Foliação milonítica com mergulho indicado
Foliação milonítica vertical
Foliação ígnea com mergulho de valor medido
Lineação mineral de geração indeterminada, com caimento de valor medido
Lineação de interseção de geração n+2, com caimento de valor medido
Lineação de interseção de geração n+2, com caimento indicado
Lineação de interseção de geração n+3, com caimento de valor medido
Lineação B, de geração n+2(?), com caimento de valor medido
Lineação B, de geração n+2(?), com caimento indicado
Lineação B, de geração n+3, com caimento de valor medido
Lineação B, de geração n+3, com caimento indicado
Lineação B, de geração n+4, com caimento de valor medido
Lineação B, de geração n+4, com caimento indicado
Lineação de estiramento, com caimento de valor medido e indicação do sentido do transporte
Lineação de estiramento, com caimento duplo de valor medido e sem indicação do sentido do transporte
Lineação de estiramento, de geração n+1, com caimento de valor medido e sem indicação do sentido do transporte
Lineação de estiramento, de geração n+3, com caimento de valor medido e com indicação do sentido do transporte
Lineação de estiramento, de geração n+3, com caimento de valor medido e sem indicação do sentido do transporte
Lineação de estiramento, de geração n+3, sem caimento e sentido do transporte
Lineação de estiramento horizontal, sem indicação do sentido do transporte
Lineação de estiramento, de geração n+3, com sentido do transporte (transcorrente dextral) e com valor e sentido do caimento
Lineação de estiramento, de geração n+3, com sentido do transporte (transcorrente sinistral) e com valor e sentido do caimento
Faixa silicosa e brechada
Dique anfibolítico
Área com freqüentes "sheets" de metabásicas xistosas
CIDADE
Vila
Povoado e outras localidades
Campo de pouso
Estrada pavimentada
Estrada sem pavimentação, tráfego permanente
Estrada sem pavimentação, tráfego periódico
Caminho
Curso de água periódico
Barragem, açude

MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA
SECRETARIA NACIONAL DE MINAS E METALURGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

CARTA GEOLÓGICA
CATARINA, SB.24-Y-B-II
ESCALA 1:100.000 – DNPM, 1991

GEOLOGIA REGIONAL



(Segundo Gomes et alii, 1981)

TÉRCIO – QUATERNÁRIO
- TQ – Aluviões

JURÁSSICO – CRETÁCEO
- Ka – Grupo Apodi (Formação Açú)
- JK – Grupo Rio do Peixe

SILURIANO – DEVONIANO
- SDsg – Formação Serra Grande

CAMBRIANO – ORDOVICIANO
- €Oj – Grupo Jaibaras
- €Orj – Grupo Rio Jucá
- €Ob – Unidade Basal

PRÉ – CAMBRIANO SUPERIOR
- γmu – Granito Mucambo
- γ – Granitos e granodioritos
- p€ce – Grupo Ceará
- p€it – Complexo Itatira
- p€chs – Grupo Cachoeirinha

PRÉ – CAMBRIANO INFERIOR A MÉDIO
- p€t – Complexo Trindade
- p€n – Complexo Nordestino

PRÉ – CAMBRIANO INFERIOR
- p€pb – Complexo Pedra Branca

ROCHAS DE POSICIONAMENTO DUVIDOSO
- β – Gabro
- μ – Diorito

TQ – Aluviões quaternários e coberturas tércio-quaternárias representadas pela Formação Moura e pelo Grupo Barreiras, além das coberturas colúvio-eluviais areno-sílto-argilosas, localmente laterizadas.

Ka – Grupo Apodi (Formação Açú): Arenitos conglomeráticos, com intercalações de folhelhos e siltitos na base, gradando para folhelhos com intercalações de calcarenitos.

JK – Grupo Rio do Peixe: Arenitos, siltitos, folhelhos, e níveis carbonáticos fossilíferos; argilitos intercalados com calcários, margas, arenitos, camadas fossilíferas, brechas, conglomerados e arenitos arcoseanos.

SDsg – Formação Serra Grande: Arenitos conglomeráticos, conglomerados, com leitos de siltitos e folhelhos vermelhos, no topo.

€Oj – Conglomerados, brechas, arenitos, grauvacas e vulcânicas ácidas e básicas.

€Orj – Conglomerados, brechas, arenitos, siltitos, folhelhos.

€Ob – Conglomerados e arenitos grosseiros silicificados.

p€ce – Xistos, filitos e gnaisses, com lentes de magnesita; intercalações de calcários metamórficos e quartzitos.

p€it – Gnaisses variados, com intercalações de xistos, calcários metamórficos e quartzitos.

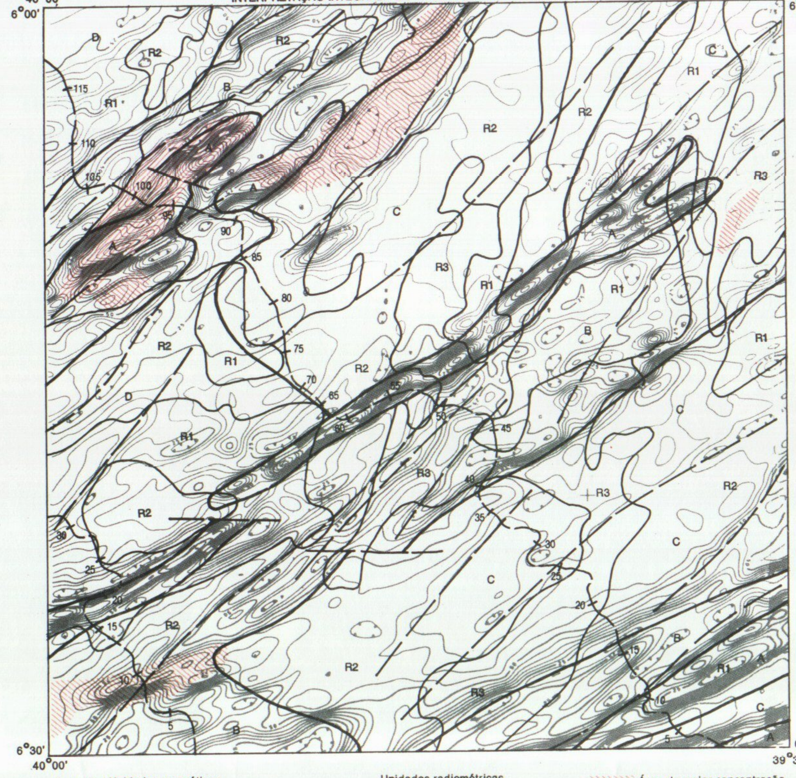
p€chs – Filitos, ardósias, intercalações de calcissilicáticas, calcários metamórficos, metavulcânicas, e quartzitos.

p€t – Gnaisses variados; granitos gnaissificados; intercalações de anfibolitos ortoderivados, metabasitos, quartzitos, calcários metamórficos, e mármores.

p€n – Migmatitos homogêneos e heterogêneos, gnaisses variados; zonas de intensa migmatização, c/ núcleos granitóides e migmatitos homogêneos – Ymi; gnaisses, quartzitos, xistos e calcários cristalinos – gqxc. Inclui ainda: anfibolitos, xistos, metabasitos, quartzitos, calcários metamórficos, calcissilicáticas e ultrabásicas.

p€pb – Gnaisses variados, com intensa participação de rochas ortoderivadas, representadas por xistos básicos, serpentinitos, anfibolitos, hornblenda-gnaisses, peridotitos, gabros, e anortositos; subordinadamente migmatitos e quartzitos.

INTERPRETAÇÃO INTEGRADA DE MAGNETOMETRIA E RADIOMETRIA



- A a D – Unidades magnéticas
- Limite entre unidades magnéticas
- Limite entre unidades radiométricas
- Lineamento magnético
- 60 65 – Perfil geofísico (magnetometria e cintilometria)

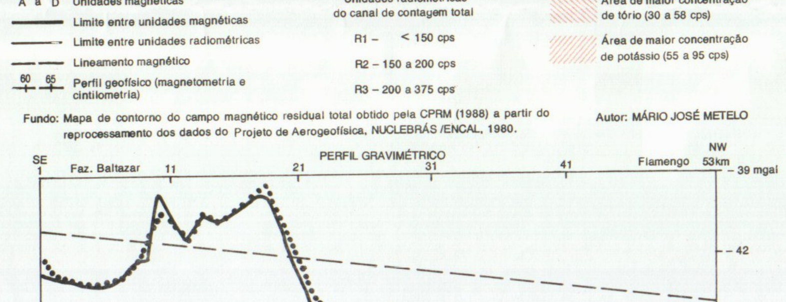
Unidades radiométricas do canal de contagem total
- R1 – < 150 cps
- R2 – 150 a 200 cps
- R3 – 200 a 375 cps

- Área de maior concentração de tório (30 a 58 cps)
- Área de maior concentração de potássio (55 a 95 cps)

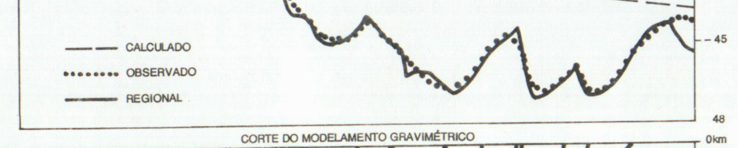
Fundo: Mapa de contorno do campo magnético residual total obtido pela CPRM (1988) a partir do reprocessamento dos dados do Projeto de Aerogeofísica, NUCLEBRÁS /ENCAL, 1980.

Autor: MÁRIO JOSÉ METELO

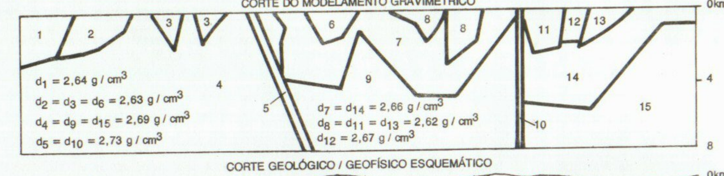
PERFIL GRAVIMÉTRICO



CORTE DO MODELAMENTO GRAVIMÉTRICO



CORTE GEOLÓGICO / GEOFÍSICO ESQUEMÁTICO



- Plutônicas ácidas
- Grupo Orós
- Complexo Ceará
- Unidade Serra do Papagaio
- Complexo Gnáissico-Migmatítico
- Unidade Mombaça
- Unidade não-reconhecida / não aflorante
- Zona de cisalhamento
- Falha

Perfil AB (trecho 0 a 53km) – Interpretação gravimétrico-geológica

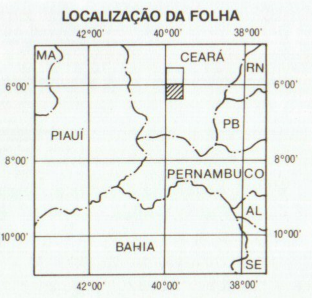
Autores: ROBERTO GUSMÃO DE OLIVEIRA, ANTÔNIO CARLOS MOTTA E JOSÉ CARLOS RODRIGUES

CATARINA

SB.24–Y–B–II

Base planimétrica processada por tecnologia digital. Dados disponíveis em arquivos magnéticos, armazenados no Sistema de Informações em Recursos Naturais – SIR.
Tratamento e processamento digital a cargo do Departamento de Informática – DEPIN / CPRM.
Coordenação geral: Carlos Alfredo Guimarães da Vinha.
Controle técnico e manutenção: Gilberto da Vinha e João Batista V. Dias Junior.
Base cartográfica gerada a partir da digitalização da folha SB.24–Y–B–II, Catarina, escala 1:100.000, 1ª ed., reimpressão – 1984, DSG.
Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 39° W.Gr., acrescidas as constantes: 10000km e 500km, respectivamente.
Datum horizontal: Córrego Alegre – Minas Gerais.
Declinação magnética do centro da folha em 1991: 22°54'W. Cresce 5,8' anualmente.
Dados temáticos e atualização da base planimétrica foram transferidos pelos técnicos da Residência de Fortaleza da SUREG/RE, responsáveis pelos trabalhos de campo, visualmente, a partir da interpretação de aerofotos e imagens de satélite.
Tratamento cartográfico dos elementos da base e do tema sob a responsabilidade do Centro de Cartografia – CECAR/CPRM.
Chefia: Célio Lima de Macedo.
Planejamento cartográfico geral: Célio Lima de Macedo e Milton Brand Baptista.
Preparo da base para digitalização: Henrique André Lepsch e Manoel Leite de Sá.
Orientação e preparo dos originais de compilação: Marcelo de Freitas Medeiros.
Especificações e revisão da execução cartográfica: Wilhelm Petter de Freire Bernard e Carlos Alberto da Silva Copolillo.
Digitalização da base planimétrica: COMPLASA Computação e Planejamento S/A.

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

CARTA GEOLÓGICA
FOLHA CATARINA

ESCALA 1: 100.000

2 km 0 2 4 6 km

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR

1991

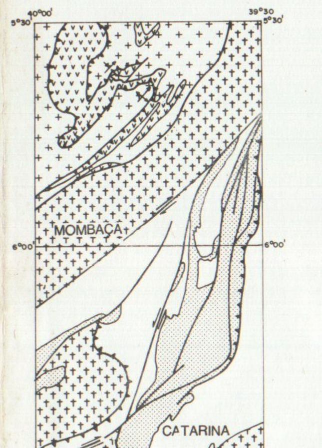
ARTICULAÇÃO DA FOLHA

40°30' – 40°00'	40°00' – 39°30'	39°30' – 39°00'
VÁRZEA DO BOI SB.24-V-D-IV	MOMBAÇA SB.24-V-D-V	SENADOR POMPEU SB.24-V-D-VI
TAUÁ SB.24-Y-B-I	CATARINA SB.24-Y-B-II	IGUATU SB.24-Y-B-III
AIUABA SB.24-Y-B-IV	ASSARÉ SB.24-Y-B-V	CEDRO SB.24-Y-B-VI

(Latitudes: 5°30', 6°00', 6°30', 7°00')

CPRM

O Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, sob a coordenação geral de Valter José Marques, é executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, desde setembro de 1985.
Esta folha foi executada pela Residência de Fortaleza da Superintendência Regional de Recife, tendo sido concluída em junho de 1989.
Responsáveis técnicos: Marcelo de Freitas Medeiros e Ebenézer Moreno de Souza.
Supervisor: José Carvalho Cavalcante.
Coordenadores regionais: José Carvalho Cavalcante (REFO) e Marinho Alves da Silva Filho (SUREG/RE).
As informações cartográficas e demais dados gerados e utilizados para execução deste documento estão disponíveis em meios convencionais e magnéticos, no Sistema de Cartografia Digital – SCD e no Sistema de Informações Geológicas do Brasil – SIGA, ambos concebidos e implantados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM.



DOMÍNIOS GEOLÓGICOS REGIONAIS

TERRENOS SUPRACRUSTAIS DO PROTEROZÓICO MÉDIO
- Domínio vulcanossedimentar do tipo Orós (rifte intracontinental de listosfera ativada)

TERRENOS SUPRACRUSTAIS E DE INFRA-ESTRUTURA DAS FAIXAS DE DOBRAMENTOS DO PROTEROZÓICO INFERIOR, COM INCLUSÃO DE SEGMENTOS CRUSTAIS ARQUEANOS.
- Domínio marinho-plataformal do tipo Ceará
- Domínio de gnaisses sodi-potássicos parcialmente associados a supracrustais aluminosas marinhas , em partes migmatíticas

TERRENOS DE EMBASAMENTO ARQUEANO RETRABALHADO NO PROTEROZÓICO
- Domínio de gnaisses sodi-potássicos do tipo Mombaça
- Domínio de gnaisses calci-sódicos (TTG) do tipo Pedra Branca (arco-de- ilhas).
- Domínio plutonovulcanossedimentar do tipo Tróia (arco-de-ilhas).

COBERTURAS SEDIMENTARES RECENTES

					ROCHAS	AMBIÊNCIA
FANEROZÓICO	CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	COBERTURAS ALUVIAIS	Qa	Areias puras de granulometria fina a média, areias argilosas e argilas.	Fluvial
			TERRAÇOS ALUVIAIS	Qt	Sedimentos clásticos de granulometria grossa, inconsolidados, materializados por cascalhos de matriz areno-argilosa ou areno-siltosa, com seixos de quartzo e quartzito, preferencialmente.	Fluvial
		TÉRCIO – QUATERNÁRIO	COBERTURAS COLÚVIO-ELUVIAIS INDIFERENCIADAS	TQc	Predomínio de eluvios areno-silto-argilosos, inconsolidados, localmente lateritizados.	Produto de alteração "in situ" e laterização em clima quente e úmido.
					ROCHAS FILONIANAS	
	MESOZÓICO		DIQUES BÁSICOS	Mδdb	Diabásio e microgabro.	
	EOPALEOZÓICO		DIQUES ÁCIDOS	e€γ	Pegmatitos e veios de quartzo com ametista.	

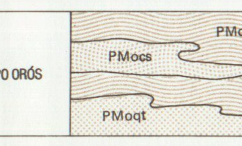
ROCHAS PLUTÔNICAS

				ROCHAS	TEXTURA	ENCRAVES / AUTÓLITOS	QUIMISMO	LINHAGEM PETROGENÉTICA	NÍVEL CRUSTAL	POTENCIAL METALOGENÉTICO
PROTEROZÓICO	SUPERIOR	GRANITÓIDES TARDI A PÓS-TRANSCORRÊNCIA	PSγ4	Biotita-granito, quartzo-monzodiorito e granodiorito	Fina a média, isotrópica, por vezes orientada	Gnaisse, biotita-granito e migmatito	Alcalino aluminoso	Crustal (tipo S)	Epizona / mesozona	W–Sn, Ta–Nb e Terras Raras
		GRANITÓIDES CEDO A SINTRANSCORRÊNCIA	PSγ3C	Granodiorito, granito e monzonito	Grossa, em parte porfirítica, com fácies foliada	Biotita-xisto e diorito	Calcialcalino monzonítico	Mantélica (?); série híbrida, tipos I e S	Epizona (?)/ mesozona	W–Sn, Ta–Nb e Terras Raras
			PSγ3B	Granito, monzonito, granodiorito, tonalito e sienito	Fina a média, parcialmente porfirítica	Micaxisto, quartzito, gnaisse e metabásica	Calcialcalino monzonítico	Mantélica (?)	Mesozona (?)	W, Sn, Nb, U e Terras Raras
			PSγ3A	Ortognaisse granítico	Grossa, ineqüigranular, com fácies facoidal	Quartzito, micaxisto e diorito	Alcalino aluminoso	Mantélica (transicional)	Mesozona (?)	Zn, (Au), Th, Y e Terras Raras
	INDIFERENCIADO	GRANITÓIDES PRÉ-TRANSCORRÊNCIA	Pγ2	Granodiorito gnaissificado	Fina a média, eqüigranular	Gnaisse	Calcialcalino granodiorítico	Mantélica (?)	Mesozona (?)	Mo–Cu (Au)
		GRANITÓIDES E GABRÓIDES DE POSICIONAMENTO DUVIDOSO	Pγ Pμ	Pγ – Tonalito, granodiorito e granito, gnaissificados Pμ – Anfibolitos	Média a grossa, provavelmente porfirítica	—	—	—	—	—

TERRENOS SUPRACRUSTAIS DO PROTEROZÓICO MÉDIO (RIFTE INTRACONTINENTAL DE ORÓS)

ROCHAS / AMBIÊNCIA / DEFORMAÇÃO / METAMORFISMO / POTENCIABILIDADE METALOGENÉTICA

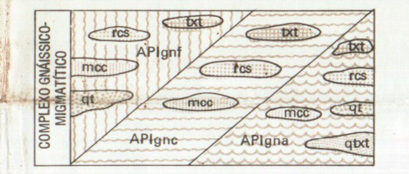
PROTEROZÓICO MÉDIO – GRUPO ORÓS



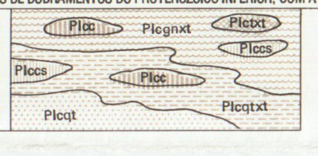
Predomínio de muscovita-biotita-xisto (PMoxt) e muscovita-quartzito (PMoqt); tendo, como litótipos subordinados, rochas calcissilicáticas (PMocs), metachertes (?) e metamagmatitos félsicos (vulcano-subvulcanicos ?) milonitizados / vulcanossedimentar de rifte intracontinental de litosfera ativada / xistosidade e foliação milonítica / fácies xisto-verde a anfibolito de baixo grau, com retrometamorfismo na fácies xisto-verde / calcário cristalino, Au e magnesita.

TERRENOS SUPRACRUSTAIS E DE INFRA-ESTRUTURA DAS FAIXAS DE DOBRAMENTOS DO PROTEROZÓICO INFERIOR, COM A INCLUSÃO DE SEGMENTOS CRUSTAIS ARQUEANOS

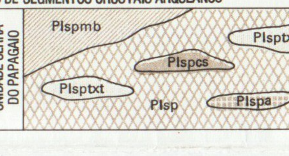
PROTEROZÓICO INFERIOR / ARQUEANO – COMPLEXO GNÁISSICO-MIGMATÍTICO



COMPLEXO CEARÁ



UNIDADE SERRA DO PAPAGAIO



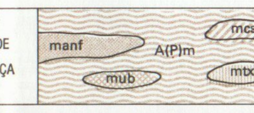
ROCHAS / AMBIÊNCIA / DEFORMAÇÃO / METAMORFISMO / POTENCIABILIDADE METALOGNÉTICA

PROTEROZÓICO INFERIOR	COMPLEXO CEARÁ	Muscovita-quartzito, muscovita-biotita-xisto (Plcqtxt) e muscovita-biotita-gnaisse com intercalações micaxistosas (Plcgnxt), constituindo um conjunto de litótipos com ou sem granada, sillimanita, turmalina e rutilo, incluindo lentes de metacalcários (Plcc), rochas calcissilicáticas (Plccs) e talcoxistos (Plctxt), subordinadas; muscovita-quartzito (Plcqt) / marinho-plataformal / foliações penetrativas de duas fases e superfícies miloníticas superpostas / fácies anfibolito com retrometamorfismo na fácies xisto-verde / calcário cristalino, cristal de rocha, cianita e talco.
	UNIDADE SERRA DO PAPAGAIO	Predomínio de ortognaisses graníticos, granodioríticos, tonalíticos e dioríticos, geralmente numa estruturação bandada e localmente facoidal (Plsp) servindo de encaixantes para diques-"sheets" de granito, pegmatito e diabásio, metamorfisados; tendo, como litótipos subordinados, xistos máficos e ultramáficos, talco-xisto (Plsptxt), rochas calcissilicáticas (Plspcs), metagabros (Plspa) e uma associação metamáfico-quartzítico-micaxistosa (Plspmb) / plutonovulcanossedimentar / deformação polifásica, foliações penetrativas e superfícies miloníticas superpostas / fácies anfibolito com retrometamorfismo na fácies xisto-verde.
ARQUEANO PROTEROZÓICO INFERIOR	COMPLEXO GNÁISSICO-MIGMATÍTICO	Subunidade Flamengo (APlgnf): predomínio de muscovita-biotita-gnaisses, com ou sem granada e/ou sillimanita, parcialmente migmatizados e com lentes de micaxistos; Subunidade Catarina – Truçu (APlgnc): biotita-gnaisses orto e paraderivados, migmatitos de estrutura bandada ou bandada-dobrada, micaxistos granatíferos, metabásicas em jazimentos lenticulares e "sheets" de granitóides foliados e diques de metapegmatitos; Subunidade Acopiara – Hebron (APlgma): predomínio de muscovita-biotita-gnaisses paraderivados (± granada e ± sillimanita) e migmatitos de estrutura bandada ou bandada-dobrada, localmente quase-oftálmica, encerrando diques e "sheets" de metaleucogranitóides e metapegmatitos. Essas subunidades encerram lentes de quartzito (qt), quartzitos + micaxistos (qtxt), metacalcários (mcc), rochas calcissilicáticas (rcs) e talcoxistos (txt), além de corpos metamáficos com dimensões não-representáveis na escala desta carta / marinho / polifásica-policíclica, com transposição e milonitização tardia / fácies anfibolito de médio e alto grau, com retrometamorfismo na fácies xisto-verde / calcário cristalino, cristal de rocha, ametista e talco.

TERRENOS DE EMBASAMENTO RETRABALHADO NO PROTEROZÓICO

ROCHAS / AMBIÊNCIA / DEFORMAÇÃO / METAMORFISMO / POTENCIABILIDADE METALOGENÉTICA

ARQUEANO – UNIDADE MOMBAÇA



Ortognaisses biotíticos e hornbléndicos de composição granítica à diorítica, em parte migmatizados e associados a anfibolitos; migmatitos bandados e dobrados, com paleossoma-mesossoma básico e leucossoma graníticos; "sheets" de leucortognaisses finos (localmente trondhjemíticos) e de metapegmatitos A(P)m; anfibolitos (manf); rochas calcissilicáticas (mcs); talcoxistos (mtxt) e metaultramáficas (mub) / não definida / polifásica-policíclica, com transposição e milonitização / fácies anfibolito a granulito (?), com retrometamorfismo da fácies xisto-verdes / talco, Cr (Ni, Pt, Au).

CONVENÇÕES

- Contato
- Contato aproximado
- Contato provável
- Contato transicional
- Fratura fotointerpretada
- Zona de cisalhamento ou falha, indiscriminada
- Zona de cisalhamento ou falha, aproximada
- Zona de cisalhamento
- Zona principal de cisalhamento transcorrente dextral
- Zona de cisalhamento transcorrente dextral
- Zona de cisalhamento transcorrente dextral, aproximada
- Zona de cisalhamento transcorrente sinistral
- Zona de cisalhamento contracional
- Zona de cisalhamento contracional, aproximada
- Zona de cisalhamento contracional e transcorrente dextral (transpurrão)
- Lineamento estrutural
- Antiforme normal, de geração n+3, com caimento de valor medido
- Antiforme normal, de geração n+3, com caimento indicado
- Antiforme, de geração n+3, com duplo caimento
- Antiforme inclinado, de geração n+3, com caimento indicado
- Antiforme invertido, com caimento indicado
- Antiforme invertido, de geração n+1, com caimento indicado
- Antiforme invertido, de geração n+3, com caimento indicado
- Sinforme normal, de geração n+3, com caimento indicado
- Sinforme inclinado, de geração n+3, com caimento indicado
- Sinforme invertido, com caimento indicado
- Sinforme invertido, de geração n+1, com caimento indicado
- Sinforme invertido, de geração n+3, com caimento indicado
- Foliação Sn+1 e/ou Sn, paralelizada a Sn+1, com mergulho de valor medido
- Foliação Sn+1 e/ou Sn, paralelizada a Sn+1, com mergulho indicado.
- Foliação Sn+2 com mergulho de valor medido
- Foliação Sn+3 com mergulho de valor medido
- Clivagem Sn+4 com mergulho de valor medido
- Foliação com mergulho de valor medido
- Foliação vertical
- Foliação milonítica com mergulho de valor medido
- Foliação milonítica com mergulho indicado
- Foliação milonítica vertical
- Foliação ígnea com mergulho de valor medido
- Lineação mineral de geração indeterminada, com caimento de valor medido
- Lineação de interseção de geração n+2, com caimento de valor medido
- Lineação de interseção de geração n+2, com caimento indicado
- Lineação de interseção de geração n+3, com caimento de valor medido
- Lineação B, de geração n+2(?), com caimento de valor medido
- Lineação B, de geração n+2(?), com caimento indicado
- Lineação B, de geração n+3, com caimento de valor medido
- Lineação B, de geração n+3, com caimento indicado
- Lineação B, de geração n+4, com caimento de valor medido
- Lineação B, de geração n+4, com caimento indicado
- Lineação de estiramento, com caimento de valor medido e indicação do sentido do transporte
- Lineação de estiramento, com caimento do valor medido e sem indicação do sentido do transporte
- Lineação de estiramento, de geração n+1, com caimento de valor medido e sem indicação do sentido do transporte
- Lineação de estiramento, de geração n+3, com caimento de valor medido e com indicação do sentido do transporte
- Lineação de estiramento, de geração n+3, com caimento de valor medido e sem indicação do sentido do transporte
- Lineação de estiramento, de geração n+3, sem caimento e sem tido do transporte
- Lineação de estiramento horizontal, sem indicação do sentido do transporte
- Lineação de estiramento, de geração n+3, com sentido do transporte (transcorrente dextral) e com valor e sentido do caimento
- Lineação de estiramento, de geração n+3, com sentido do transporte (transcorrente sinistral) e com valor e sentido do caimento
- Faixa silicosa e brechada
- Pδa – Dique anfibolítico
- δ δ δ – Área com freqüentes "sheets" de metabásicas xistosas
- × – Afloramento descrito
- ○ – Ocorrência / depósito mineral
- Garimpo
- Garimpo inativo
- at – ametista
- be – berilo
- cc – calcário
- ci – cianita
- crr – cristal de rocha
- gra – granada
- qr – quartzo róseo
- rt – rutilo
- tl – talco
- tu – turmalina
- vm – vermiculita
- CIDADE
- Vila
- Povoado e outras localidades
- Campo de pouso
- Estrada pavimentada
- Estrada sem pavimentação, tráfego permanente
- Estrada sem pavimentação, tráfego periódico
- Caminho
- Curso de água periódico
- Barragem, açude