2152-S

MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA
SECRETARIA NACIONAL 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

SIMÕES

FOLHA SB.24-Y-C-VI

– ESTADOS DO PIAUÍ E PERNAMBUCO –

TEXTO EXPLICATIVO

ORGANIZADO POR

José Alberto Ribeiro
Antônio Maurílio Vasconcelos

BRASÍLIA – 1991

MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA
João Eduardo Cerdeira de Santana
Ministro de Estado

SECRETARIA NACIONAL DE MINAS E METALURGIA
Luiz André Rico Vicente
Secretário

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL – DNPM

Elmer Prata Salomão
Diretor

Juarez Fontana dos Santos
Diretor Adjunto

Otto Bittencourt Netto
Coordenador de Geologia e Produção Mineral

Onildo João Marini
Chefe da Divisão de Geologia

Ronald Márcio Rezende
Chefe da Divisão do 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
Diretor 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

Cladis Antônio Pressotto
Superintendente Regional de Porto Alegre

Oswaldo Castanheira
Superintendente Regional de Belo Horizonte

Fernando Pereira de Carvalho
Superintendente Regional de Manaus

Odair Olivatti
Superintendente Regional de Goiânia

Luíz Sguissardi do Carmo
Superintendente Regional de São Paulo

João de Castro Mascarenhas
Superintendente Regional de Recife

José Carlos Vieira Gonçalves da Silva
Superintendente Regional de Salvador

Xafi da Silva Jorge João
Superintendente Regional de Belém

Valter José Marques
Chefe do Departamento de Ciências Geológicas

2152-S

SIMÕES

FOLHA SB.24–Y–C–VI

ESCALA 1:100.000

196

CPRM – DIDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório nº 2152-S
Nº de Volumes: 1 Vol.
RHL-011087

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

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

COORDENAÇÃO NACIONAL DO PROGRAMA

Hermes Augusto Verner Inda

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)

Pier Luigi Tosatto
(Rio de Janeiro)

Fernando A. da Costa Roberto
(Fortaleza)

João Awdziej
(Florianópolis)

Jair de Freitas
(Cuiabá)

COORDENAÇÃO-GERAL
Valter José Marques

ASSESSORIAS ESPECIALIZADAS
Léo Schapoval e Mário O. Fraenkel
(Controle e Acompanhamento)
Carlos A. Guimarães da Vinha (Informática)

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
Regina Célia G. Armesto
Célio Lima de Macedo
Milton Brand Baptista
Editoração
Jurema Ferreira da Silva
Sensoriamento Remoto
Ségio 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 Bezerril
Informática
Aroldo Alves de Mello

RESIDÊNCIA DE FORTALEZA

Coordenador
José Carvalho Cavalcante
Petrografia
Iponira de Oliveira Paiva
Geologia Estrutural
Francisco Edson M. Gomes
Metalogenia
Antônio 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

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

CRÉDITOS DE AUTORIA

TEXTO EXPLICATIVO:

PARTE I
Antônio Maurílio Vasconcelos e José Alberto Pereira Ribeiro 3-9

PARTE II

Capítulo 1	Antônio Maurílio Vasconcelos 10-18
Capítulo 2	Antônio Maurilio Vasconcelos, José Alberto Ribeiro, Carlos Alberto Cavalcante Lins, Emiliano Cornélio de Souza e José Alberto Ribeiro (subitem 2.3.4 e 2.4.2.6) 19-15
Capítulo 3	Francisco Edson Mendonça Gomes 17-62
Capítulo 4	Sérgio João Frizzo 63 72
Capítulo 5	Mário José Metelo e Roberto Gusmão Oliveira (aerogeofísica), Antonio Carlos Motta e José Carlos Rodrigues 73-99
Capítulo 6	Antônio Maurílio Vasconcelos e Inácio de Medeiros Delgado e Marcelo de Freitas Medeiros 101-107
Capítulo 7	Hermanilton de Azevedo Gomes

PARTE III

Capítulos 1 e 2	Antônio MaurílioVasconcelos, Francisco Edson Mendonça Gomes Sérgio João Frizzo e Mário José Metelo 111-116
Capítulo 3	José Alberto Ribeiro 117

CARTAS:

Cartas Geológicas:
José Alberto Ribeiro

Carta Metalogenético-Previsional:
Inácio de Medeiros Delgado e
Hermanilton de Azevedo Gomes
Antônio Maurilio Vasconcelos

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO
Carlos Fernando Lopes
DNPM/Fortaleza

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

RIBEIRO José Alberto Pereira.

Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: carta geológica, carta metalogenético-previsional – Escala 1:100.000 (folha SB.24-Y-C-VI – Simões). Estados do Piauí e Pernambuco. Org. por José Alberto Pereira Ribeiro e Antônio Maurílio Vasconcelos. Brasília, DNPM/CPRM, 1991.

144p. il., 2 cartas (in bolso). 29,5cm.

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

1. Geologia. – Cartas – Pernambuco, Piauí e Bahia. I. Departamento Nacional da Produção Mineral. II. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. III. Título.

CDD: 558.12
CDU: 55(812)

SUMÁRIO

RESUMO i
ABSTRACT iii

PARTE I – INTRODUÇÃO
Capítulo 1 – Introdução 3
1.1 Sistema de Trabalho 4
1.1.1 Aspectos gerencais 4
1.1.2 Metodologia 4
1.2 Aspectos Geográficos 7
1.3 Geomorfologia 8

PARTE II – GEOLOGIA DA FOLHA SIMÕES
Capítulo 1 – Contexto Geológico Regional 13
1.1 Trabalhos Anteriores 13
1.2 Panorama Geotectônico Regional 13
1..2.1 Considerações gerais 13
1.2.2 Faixa de dobramentos Riacho do Pontal 16
1.2.3 Faixa de dobramentos Jaguaribeana 16
1.2.4 Contexto geológico atual 17
Capítulo 2 – Estratigrafia 19
2.1 Comentários Gerais 19
2.2 Unidade Inferior 20
2.2.1 Generalidades 20
2.2.2 Distribuição geográfica 22
2.2.3 Relações de contato 22
2.2.4 Litologia, metamorfismo e deformação 23
2.3 Rochas Plutônicas da Unidade Inferior 24
2.3.1 Generalidades 24
2.3.2 Granitóide Simões [A(TB)γ] 26
2..3.3 Granitóide Gnáissico [A(TB)grgn] 26
2.3.4 Características litogeoquímicas das rochas plutônicas da unidade inferior 27
2.3.4.1 Amostragem, agrupamento e discriminância 27
2.3.4.2 Classificação químico-mineralógica 30
2.3.4.3 Balanço de alumina e comportamento dos álcalis *x* cálcio 30
2.3.4.4 Ambiência geotectônica 31
2.3.4.5 Potencial metalogenético 32
2.4 Faixa de dobramentos Jaguaribeana 34
2.4.1 Grupo Cachoeirinha 34
2.4.1.1 Generalidades 34
2.4.1.2 Distribuição geográfica 34
2.4.1.3 Relações de contato 34
2.4.1.4 Litologia, metamorfismo e deformação 35

2.4.2 Rochas plutônicas e subvulcânicas associadas 37
2.4.2.1 Generalidades 37
2.4.2.2 Granitóides pré- a cedotranscorrêntes (PSγ2) 37
2.4.2.3 Granitóides sintranscorrêntes 38
2.4.2.3.1 Subgrupo PSγ3B 38
2.4.2.3.2 Subgrupo PSγ3C 38
2.4.2.3.3 Subgrupo PSγ3D 38
2.4.2.4 Granitóides tardi- a pós-transcorrêntes 39
2.4.2.4.1 Batólito Riacho Simões (PSγ4C) 39
2.4.2.4.2 Batólito Moraes (PSγ4D) 39
2.4.2.5 Microgranitos róseos (PSmg) 39
2.4.2.6 Características litoguímicas das rochas granitóides sin-, tardi- a pós-transcorrêntes 39
2.4.2.6.1 Amostragem, agrupamento estatístico e discriminância 39
2.4.2.6.2 Classificação químico-mineralógica 42
2.4.2.6.3 Balanço da alumina e comportamento dos álcalis e do cálcio 43
2.4.2.6.4 Ambiência geotectônica 43
2.4.2.6.5 Potencial metalogenético 44
2.5 Coberturas Sedimentares Fanerozóicas 45
2.5.1 Formação Santana (Ks) 45
2.5.2 Formação Exu (Ke) 45
Capítulo 3 – Geologia Estrutural 47
3.1 Comentários Gerais 47
3.2 Relações Embasamento/coberturas Dobradas 51
3.3 Análise Geométrica das Deformações 52
3.3.1 Evento 1 – Deformações exclusivas do embasamento 55
3.3.2 Evento 2 55
3.3.3 Evento 3 56
3.4 Aspectos Cinemáticos 60
3.5 Relação entre Deformação e Metamorfismo no Grupo Cachoeirinha 61
Capítulo 4 – Reconhecimento Geoquímico 63
4.1 Introdução 63
4.2 Considerações sobre o Ambiente e Dispersão dos Elementos 63
4.3 Sistemática Adotada 64
4.3.1 Planejamento 64
4.3.2 Amostragem 64
4.3.3 Preparação e análises 64
4.3.4 Processamento estatístico 64
4.4 Consistência dos dados 64
4.5 Resultados Obtidos 68
4.5.1 Caracterização das populações 68
4.5.2 Anomalias 69
Capítulo 5 – Geofísica 73
5.1 Sistemática Adotada 73
5.2 Dados Utilizados 73
5.2.1 Aerogeofísica 73
5.2.2 Geofísica terrestre 73
5.3 Interpretação e Correlação dos Dados 75
5.3.1 Aeromagnetometria 75
5.3.2 Aerogamaespectrometria 78
5.3.3 Geofísica terrestre 85
5.3.3.1 Perfil 1-gravimetria e magnetometria 88
5.3.3.2 Perfil 2-magnetometria e cintilometria 88
5.3.3.3 perfil 3-magnetometria e cintilometria 88
5.3.3.4 Perfil 4-gravimetria, magnetometria e cintilometria. 88
5.3.3.5 Perfil 5-magnetometria e cintilometria 93
5.3.3.6 Perfil 6-magnetometria e cintilometria 93

5.3.3.7 Perfil 7-magnetometria e cintilometria 93
5.3.3.8 Perfil 8-magnetometria e cintilometria 93
5.3.3.9 Perfil 9-magnetometria e cintilometria 98
5.4 Contribuição da Geofísica à Tectônica da área 98
Capítulo 6 – Metalogenia 101
6.1 Considerações Preliminares 101
6.2 Panorama Metalogenético 101
Capítulo 7 – Geologia Econômica 105
7.1 Panorama Mineral da Área 105
7.2 Gipsita 105
7..3 Magnetita 107
7..4 Talco. 107

PARTE III – RESULTADOS
Capítulo 1 – Conclusões 111
1.1 Geologia 111
1.2 Geoquímica 112
1.3 Geofísica 112
1.4 Metalogenia 113
Capítulo 2 – Recomendações 115
2.1 Geologia 115
2.2 Geoquímica 115
2.3 Geofísica 116
Capítulo 3 – Informações Geradas 116
3.1 Texto Explicativo Ilustrado 117
3.2 Documentos Anexos ao Texto Explicativo 117
3.3 Documentos Disponíveis em Arquivo Eletrônico 117
3.4 Documentos Disponíveis no DNPM 117

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 119

APÊNDICES
I – Súmula de Dados de Produção
II – Ilustrações Fotográficas.

ANEXOS
.Carta Geológica
.Carta Metalogenético-Previsional

RESUMO

O trabalho ora apresentado constitui o produto final do mapeamento geológico sistemático escala 1:100.000, da Folha Simões (SB.24-Y-C-VI), que compreende partes do sudeste do estado do Piauí e do noroeste do de Pernambuco. Perfaz uma área de aproximadamente 3.000km^2, sendo limitada pelos paralelos 7°30' e 8°00' de latitude sul e pelos meridianos 40°30' e 41°00' de longitude a oeste de Greenwich. Este projeto é parte integrante do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, ora em execução pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM para o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM.

A metodologia adotada baseou-se nas modernas técnicas de levantamento geológico, caracterizando-se pela utilização integrada dos diversos métodos de pesquisa geológica, incluindo mapeamento geológico, geoquímica, geofísica e metalogenia, subsidiados por dados de análises petrográficas, químicas e geoquímicas. Os resultados alcançados acham-se consubstanciados nas cartas geológica e metalogenético-previsional.

O mapeamento congregou os distintos tipos litológicos identificados na Folha Simões em três grandes unidades litostratigráficas: Complexo Gnáissico-Migmatítico, Grupo Cachoeirinha e Cobertura Sedimentar Fanerozóica, além das rochas plutônicas e vulcânicas associadas, cada uma delas devidamente caracterizada quanto a seus principais aspectos estruturais, petrográficos e litoquímicos.

O complexo Gnáissico-Migmatítico consiste predominantemente de rochas gnáissicas de caráter orto- e/ou paraderivado, composição diorítica a granodiorítica, às quais se associam restos de supracrustais paraderivadas e rochas plutônicas. Corresponde a faixas do embasamento, de provável idade arqueana, intensamente retraba-lhadas nos eventos Transamazônico e Brasiliano.

O Grupo Cachoeirinha compreende uma seqüência vulcanossedimentar de baixo grau metamórfico, representada por cloritaxistos, sericita-cloritaxistos e albita-cloritaxistos, com horizontes subordinados de quartzitos micáceos e um corpo lenticular de rochas metaultramáficas

As rochas plutônicas proterozóicas fazem parte do amplo evento magmático relacionado ao Ciclo Brasiliano, que afetou a região Nordeste do Brasil. Apresentam caráter pré- a cedo-, sin- a tardi- e pós-tectônico em relação à deformação transcorrente (D_4).

Como representantes das Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, ocorrem sedimentos mesozóicos das formações Santana e Exu, da bacia do Araripe.

A análise integrada da organização dos elementos planares e lineares, bem como o estilo e a intensidade das deformações, nas diversas escalas de observação, possibilitaram o reco-nhecimento de três grandes eventos geológicos que influenciaram na estrutura do segmento crustal investigado.

O evento mais antigo acha-se impresso somente em rochas da Unidade Inferior, considerada neste trabalho equivalente ao embasamento Arqueano retrabalhado, e é representado por um bandamento gnáissico e/ou foliação (S_n) penetrativa em todas as escalas. O evento seguinte afetou, tanto as rochas da unidade inferior, quanto as do Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal (Complexo Casa Nova), não-aflorante na área mapeada. Desenvolveu-se em três fases distintas, compondo um quadro de evolução estrutural progressiva, sob um regime de tectônica predominantemente tangencial. O último evento, com amplo registro em todas as rochas de idade pré-cambriana, agrupa estruturas relacionadas à tectônica que culminou com os cisalhamentos transcorrentes, dentre os quais destaca-se o Lineamento Pernambuco.

O reconhecimento geoquímico, realizado através de amostragem de sedimentos de corrente e concentrados de bateia, em pontos previamente selecionados de acordo com a rede de drenagem da área, forneceu notáveis subsídios para a análise metalogenética, através da indicação de áreas anômalas, provavelmente relacionadas a mineralizações. Também foram efetuados estudos litoquímicos, em nível de

reconhecimento, em corpos magmáticos e seus correspondentes metamórficos, visando à sua caracterização, do ponto de vista petrogenético, geotectônico e metalogenético.

O reprocessamento e interpretação de mapas aerogeofísicos (magnetometria e gamaespectrometria) prévios, juntamente com os resultados dos levantamentos de geofísica terrestre realizados neste projeto, utilizando-se os métodos de magnetometria, gravimetria e cintilometria, constituíram importante ferramenta na determinação da forma e profundidade de corpos geológicos, além de variações da espessura crustal, fornecendo assim subsídios para uma melhor compreensão de importantes aspectos ligados à tectônica que afetou a área.

Por fim, através da integração e análise de todas as informações obtidas pelos vários métodos de pesquisa utilizados no transcorrer dos trabalhos, procedeu-se à elaboração da Carta Metalogenética-Previsional, escala 1:100.000, onde são destacadas áreas potencialmente favoráveis para a exploração mineral, além de apresentar os principais controles litológicos, estruturais, ambientais e temporais das mineralizações.

ABSTRACT

This report comprehends the final product of sistematic geological mapping of the Simões Sheet, located in the SW of Piauí State and NW of Pernambuco State. The area is about 3.000 km^2, limited by the coordinates 7 degree 30' and 8 degree lat. S, and 40 degree 30' and 41 degree W Gr. This work is a part of the Geological Basic Mapping Program, that have been executed by Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM to the Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM.

The used methodology concerns the up to date tecnhiques of geological mapping, characterized by the integrated utilization of several methods of geological research, including geochemistry, geophysics and metallogeny, utilizing petrographic, chemical and geochemical analysis. The final results are represented by the Geologic Chart by the Metallogenetic-Previsional Chart.

The geological mapping congregated the distinct lithotypes found at the Simões Sheet in three main lithostratigraphic units: Gneissic-Migmatitic Complex, Cachoeirinha Group and Sedimentary Cover, besides the plutonic and volcanic rocks associated; each one characterized concerning their structural, petrographic and lithochemical aspects.

The Gneissic-Migmatitic Complex Unit comprises mainly gneissic rocks having para or ortho derivation and a dioritic to granodioritic composition, to which are found relicts of para-derivated supracrustals and plutonic rocks. This unit constitute the basement belt of probable archean age, reworked intensely during the Transamazonic and Brazilian Cycles.

The Cachoeirinha Group corresponds a volcano-sedimentary sequency of low metamorphic degree, represented by chlorite-schist, sericite-chlorite schists and albite-chlorite schists, and subordinate layers of micaceos quartzites and a lenticular body of metaultramafic rocks.

The proterozoic plutonic rocks are related to the wide magmatic event of the Brazilian Cycle, that took place at the NE region of Brazil. They present characteristic of pre, early, sin, late and post tectonism related to the transcurrent (D_4) deformation.

Representing the Phanerozoic Covers there are the mesozoic sediments that comprise the Santana and Exu Formations of the Araripe Basin.

The global analysis of the plan and linear element organization, as well the style and intensity of the deformation on the several degree of observation, make possible the knowledge of three major geologic events that had influency on the framework of the crustal investigated segment. The oldest event is found only in lithologies of the embasement, represented by a gnaissic layering and/or foliation (S_n) penetrative in all scales. The following event affect rocks of the embasement as well rocks of the Supracrustal Sequency of the Riacho do Pontal Folded Belt (Casa Nova Complex – not observed in the mapped sheet). This event comprehends three separated phases framing a progressive structural evolution, under a predominantly tangential tectonic regime. The last event comprises structures related to the tectonics that culminated with the transcurrent shear zones, being The Pernambuco Lineament the apices of this event. This event is widely represented all over the lithologies of precambrian age.

The regional geochemistry prospecting, that concerned stream sediment and pan concentrate samples in selected points of the drainage net, gave support to metallogenetic interpretation through the indication of anomalies zones probable related to mineralizations. Lithochemical studies were executed trying to understand the magmatic bodies and their metamorphic correspondents, keeping in view their petrogenetic, geotectonic and metallogenetic characterization.

The interpretation of aerogeophysical maps, as well the ground geophysical prospecting, gave support to the knowledge of the shape and deepness of some helping to understand the tectonics of the area.

Utilizing the informations obtainned by the integrations and analysis of the various methods of research utilized during the works, was possible to be executed the Metallogenetic-Previsional Chart on the scale 1:100.000, presenting mineralized areas, as well areas favorable to contain mineralizations, and making evident the main controls of the mineralizations.

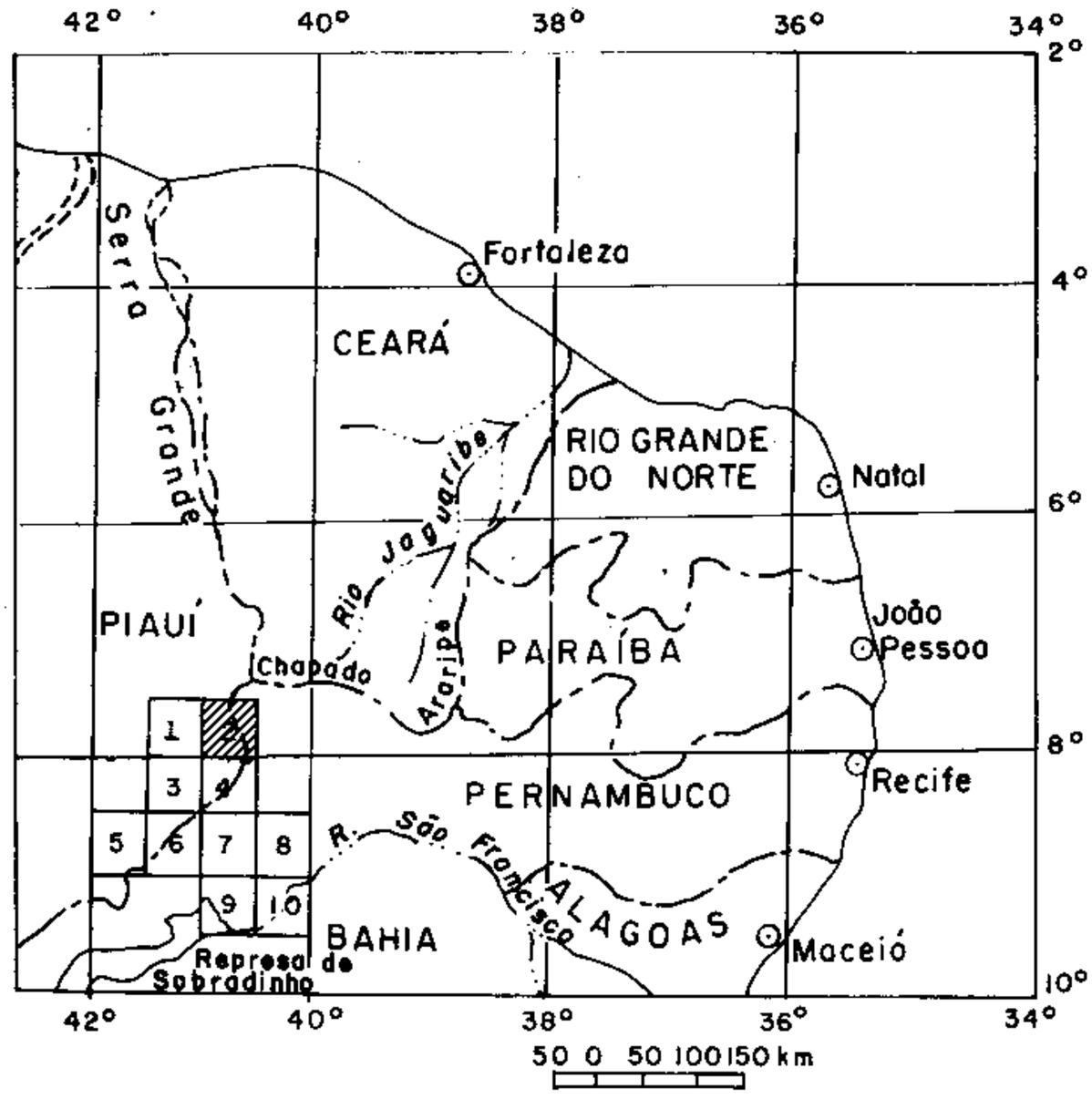
PARTE I

INTRODUÇÃO

Capítulo 1
Introdução

por
Antônio Maurílio Vasconcelos e José Alberto Ribeiro

Com a retomada dos investimentos nos Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, em sua programação para o período 1985-1989, incluiu a realização do Projeto Riacho do Pontal II, visando ao mapeamento geológico, cadastramento mineral e cartografia metalogenética-previsional de uma área de aproximadamente 30.000km^2, correspondente a dez folhas de 30' x 30', na escala 1:100.000, entre as quais se encontra a folha Simões, objeto deste texto explicativo (figura I.1.1).



Essa região, geologicamente situada na zona limítrofe das províncias Borborema, do Cráton do São Francisco e Parnaíba, foi selecionada com base nas informações coletadas durante o Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais, executado pela CPRM para o DNPM, as quais indicavam ambiências geotectônicas favoráveis à formação de depósitos de sulfetos de metais básicos, além de talco, ferro, amianto, gipsita e calcário.

O objetivo básico do projeto foi o levantamento geológico da folha, na escala 1:100.000, com ênfase aos seguintes aspectos:

– posicionamento do Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal no contexto da Província Borborema;

– estudo das relações de contato entre as províncias Borborema e São Francisco, com a definição do controvertido limite entre as duas unidades;

– caracterização petrogenética e geoquímica dos componentes litológicos, sobretudo os de natureza magmática;

– análise das correlações entre as seqüências supracrustais do Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal e aquelas do norte do Cráton do São Francisco e do Domínio Sergipano;

– seleção de áreas para serviços de *follow-up*, tanto de cunho estritamente científico (estudo pormenorizado das suítes magmáticas, vulcanossedimentares ou plutônicas), quanto de cunho econômico, caracterizados nas especializações geoquímicas e nas características paleoambientais das diversas seqüências estratigráficas;

– delimitação dos compartimentos arqueano, transamazônico, espinhaço e brasiliano;

– seleção de alvos prospectáveis para sulfetos maciços de pequeno e médio porte, associados a terrenos vulcanos-sedimentares.

Os serviços foram executados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, empresa jurisdicionada ao Ministério da Infra-Estrutura, e responsável pela execução do atual Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, no qual estão contidos os trabalhos supra-mencionados.

Fig. I.1.1 – Mapa de localização.

4 Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil

O início dos serviços ocorreu em fevereiro de 1986, após uma ampla reformulação na metodologia tradicional de mapeamento geológico sistemático e institucional em vigor, partindo para a utilização simultânea e integrada de métodos multidisciplinares de pesquisa geológica (mapeamento geológico, geofísica, geoquímica e metalogenia), apoiados por diversos tipos de análises laboratoriais, tais como: petrográficas, geoquímicas, geocronológicas etc.

A Folha Simões, limitada pelos paralelos 7°30' e 8°00' de latitude sul e pelos meridianos 40°30' e 41°00' de longitude oeste de Greenwich, abrange porção dos estados do Piauí e Pernambuco. Encerra parcialmente os munícipios de Simões, Paulistana e Jaicós, no Piauí e Araripina, em Pernambuco.

Partindo-se da cidade de Fortaleza (CE), o acesso à área pode ser feito através da rodovia BR-020 até o entroncamento com a rodovia BR-230, próximo à cidade de Picos (PI). A partir desse ponto, segue-se na direção leste até o entroncamento com a rodovia BR-316, que conduz à cidade de Araripina (PE), localizada na porção nordeste da folha. Esse percurso corresponde a uma distância de aproximadamente 550km.

1. 1 Sistema de trabalho

Esse subitem está dividido em duas seções; na primeira são feitos comentários sobre os aspectos gerenciais do PLGB, que nortearam os serviços da Folha Simões; na segunda apresentam-se informações sobre a metodologia adotada para a sua elaboração.

1.1.1 Aspectos gerenciais

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. Tais modificações foram:

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

2 – assimilação e intercâmbio de conhecimentos com o meio externo, através de contratação de consultorias especializadas, de convênios com universidades e outras instituições de pesquisa;

3 – gestão moderna da informação, visando à sua aquisição, preservação, processamento e distribuição, através da criação do Sistema de Informações Geológicas do Brasil – SIGA, da montagem de um parque de processamento científico de alto nível, e da criação do Sistema de Informações em Recursos Naturais – SIR, com elevada capacidade de processamento digital de documentos cartográficos, além da instalação de Centros Distribuídos de Informática – CDIs, nas unidades regionais da CPRM;

4 – criação do Sistema de Edições Técnicas, voltado para a divulgação ampla dos resultados do PLGB e de outros produtos de interesse para a geologia brasileira;

5 – realização de investimentos de grande porte na formação de recursos humanos especializados, conduzidos através do 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 – CIEGs – estruturas de ensino sediadas em áreas de interesse e com condições geológicas especiais para o treinamento básico e avançado.

Essas 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 levantamento geológico, as alterações mais significativas de procedimentos, métodos e técnicas referem-se à incorporação, pelas equipes executoras, do treinamento e da capacitação técnica disponível no meio externo, através de convênios e consultorias, à valorização dos métodos quantitativos e de técnicas correspondentes, à integração, em tempo real, das várias disciplinas e métodos que participam do mapeamento.

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

1.1.2 Metodologia

Para o mapeamento geológico da Folha Simões, à semelhança das demais folhas do programa, adotou-se um procedimento-padrão, de acordo com as condições locais. Com o objetivo de fornecer subsídios para a avaliação dos resultados divulgados neste texto explicativo e respectivos mapas, serão descritas, a seguir, as suas principais características.

A execução dos serviços programados foi realizada em seis etapas principais: compilação e análise bibliográficas; fotointerpretação; primeira fase de campo; consolidação de dados de campo da primeira fase e elaboração do mapa geológico preliminar; segunda fase de campo, integração e interpretação de todos os dados coligidos no projeto e elaboração do texto explicativo.

A etapa inicial constou de coleta e análise de todos os trabalhos de cunho geológico anteriormente realizados na região, dando origem aos seguintes documentos: carta-índice dos levantamentos geológicos, geoquímicos e geofísicos; carta de afloramentos estudados, com símbolos específicos para as estações descritas, com amostra de rocha e análise laboratorial; cartas de anomalias geoquímicas e geofísicas; catálogo de fichas de descrição de afloramentos e resultados de análises laboratoriais; e carta geológica compilada. Na ocasião, ficou evidenciado o nível do conhecimento geológico da área, principalmente no que se relaciona às folhas Simões e Patos, além de fornecer uma primeira visão dos seus principais problemas de ordem geológica, facilitando, assim, a elaboração de uma programação de atividades bastante objetiva.

Em seguida, procedeu-se à fotointerpretação geológica preliminar – em fotografias aéreas na escala 1:70.000, auxiliada por exames em mosaicos semicontrolados de radar e imagens do satélite Landsat 5, sensor TM, bandas 3 e 4, na escala 1:100.000, com consultas a imagens na escala 1:250.000 para fins de integração regional. Nessa etapa, procurou-se individualizar todas as unidades representáveis na escala da carta, destacando os principais elementos estruturais visíveis nos fotogramas. De posse dessas feições geológicas, confeccionou-se o mapa geológico preliminar, fruto da integração dos dados bibliográficos com os da fotointerpretação. No final dessas atividades, realizou-se uma viagem de reconhecimento no campo, com duração de cerca de 20 dias, para fins de conferência da fotointerpretação e estabelecimento dos critérios básicos para o mapeamento, ocasião em que foi efetuado o levantamento geológico de uma "área–piloto", previamente selecionada, localizada na porção sudeste da Folha Paulistana. Na oportunidade, houve a participação de toda a equipe técnica do Projeto Riacho do Pontal II, objetivando a definição de uma metodologia uniforme para a execução dos trabalhos de campo a serem desenvolvidos em todas as folhas.

A primeira etapa de mapeamento geológico sistemático foi executada em três períodos de trabalho de campo, com duração média de 20 dias cada, alternados com trabalhos de escritório. A técnica adotada constou da realização de seções transversais contínuas, previamente selecionadas, durante a fase de fotointerpretação, visando a uma análise e amostragem mais significativa dos diversos tipos litológicos, caracterização das estruturas e litótipos, individualização de horizontes-guia e determinação das inter-relações geológicas. Nessa etapa, também foi realizado o registro das ocorrências minerais, ao nível da escala 1:100.000, para posterior detalhamento pela equipe de metalogenia.

A etapa seguinte constou da integração e consolidação de todas as informações obtidas através de uma revisão da fotointerpretação preliminar, com conseqüente elaboração da carta geológica preliminar, de progresso, fundamental para a programação da fase subseqüente.

Na ocasião, realizou-se uma reunião com a comunidade geológica dos estados do Ceará e Piauí para se proceder a uma análise dos resultados até então produzidos, com vistas a se obter mais subsídios para aprimoramento do planejamento dos trabalhos subseqüentes.

A segunda etapa de mapeamento geológico sistemático foi realizada em quatro períodos de campo, também com duração média de 20 dias cada, intercalados com trabalhos de escritório, para seleção e remessa de amostras para análises laboratoriais e atualização dos mapas de serviço. A técnica utilizada nos serviços de campo foi semelhante à adotada na etapa anterior, realizando-se, todavia, um detalhamento nas áreas de maior complexidade. Ao final das atividades, procedeu-se à compatibilização com as demais folhas (Patos, Paulistana, Afrânio e Barra do Bonito) do projeto.

Paralelamente ao mapeamento geológico, desenvolveu-se a prospecção geoquímica regional, constante de: 1) amostragem de sedimentos de corrente e concentrados de bateia, com adensamento variável, em função da maior ou menor perspectiva metalogenética e/ou complexidade geológica; 2) análises sistemáticas de Espectrografia de Emissão semiquantitativa, padrão de 30 elementos, e de Espectrometria de Absorção Atômica para sete elementos; 3) análises mineralométricas em caráter seletivo; 4) tratamento estatístico e processamento dos dados em microcomputadores, através da aplicação do Sistema GEOQUANT.

Também foram efetuados estudos litoquímicos, em nível de reconhecimento, em corpos magmáticos e seus correspondentes metamórficos de importância para o mapeamento regional, objetivando sua caracterização preliminar, do ponto de vista petrogenético, geotectônico e metalogenético. As amostras selecionadas através de análise petrográfica foram previamente britadas e pulverizadas a -150*mesh*. Os dados resultantes foram tratados através de diagramas, gráficos e índices petrológicos, cujas conclusões são consideradas quando da descrição geológica da respectiva unidade.

No que se relaciona à prospecção geofísica, inicialmente foi realizada uma interpretação qualitativa nos mapas aerogeofísicos (magnetometria e gamaespectrometria) disponíveis, à luz das informações fornecidas pelo mapa geológico preliminar, ressaltando-se áreas de comportamento anômalo, posteriormente verificadas nos trabalhos de campo; também foram realizados perfis lineares de magnetometria e cintilometria, com medidas de 100 em 100m, além de perfis gravimétricos, com espaçamento de

1km, visando a fornecer subsídios para elucidação da compartimentação tectonostrutural da área.

Integrando esse acervo de dados e informações, foram elaboradas as cartas Geológica e Metalogenética-Previsional e este texto explicativo da Folha Simões.

O conhecimento adquirido e registrado nesses documentos ocorreu em paralelo aos trabalhos semelhantes realizados nas folhas Santa Filomena, Riacho do Caboclo, Petrolina, Itamotinga, Paulistana, Afrânio, Barra do Bonito e Patos. A abordagem simultânea de problemas geológicos de regiões próximas, por diferentes equipes técnicas, proporcionou um aumento na qualidade dos resultados finais dos serviços, adquiridos em sucessivas reuniões e debates não só entre geólogos da CPRM como também com consultores especializados.

As cartas de serviço, geoquímicas e geofísicas também estão disponíveis, podendo ser requisitadas na sede e distritos do DNPM.

As informações completas sobre os dados relacionados a esta folha, no que se refere a registros, fichas e boletins analíticos encontram-se disponíveis para uso em dois sistemas; no SIGA, desenvolvido pela CPRM para o DNPM, de uso público e acessível por meio de consulta remota, em terminais ou microcomputadores, via rede telefônica, ou por consulta ao SIR na CPRM, no qual, além dos dados já citados, é possível o processamento adicional e recuperação de documentos cartográficos armazenados sob a forma digital.

O recadastramento de ocorrências minerais, à luz dos novos conhecimentos, e sua integração com dados sobre mineralizações, estratigrafia, petrologia, estrutura, geomorfologia, geoquímica e geofísica, reunidos e hierarquizados em uma única carta, denominada de Carta Metalogenética-Previsional, constitui também um novo produto, resultante de nova abordagem metodológica no tratamento de informações multidisciplinares do PLGB, tendo como objetivo delimitar, na escala 1:100.000, as áreas com indícios de mineralizações, prioritárias para prospecção e exploração mineral.

A metodologia aplicada para essa carta está 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 do início da década de 1980.

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

1) a necessidade de especialização do fundo geológico para torná-lo metalogeneticamente significativo;

2) a importância de se representar o máximo de dados metalogenéticos sobre os jazimentos minerais individuais de forma clara e legível;

3) a conveniência de se estabelecer a distinção entre os dados econômicos e metalogenéticos; e

4) a valorização dos indícios indiretos de mineralização, visando à sua representação cartográfica.

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 consanguíneas ou as séries toleíticas, calcialcalinas e alcalinas. Foram realçados os litótipos especiais (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.

Para a 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 factuais sobre os jazimentos minerais, como a textura do minério, morfologia, orientação do(s) corpo(s) mineralizado(s), quimismo e associação mineralógica. Adicionalmente, contém informação sobre a classe 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, 1984). Um traço aposto 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 mineralizações, a partir de indicações geoquímicas, geofísicas ou zonas de alterações

de origem exógena ou endógena, são submetidos a tratamento cartográfico específico, visando a um maior realce.

A integração dos dados multidisciplinares permitiu reconhecer os metalotectos comprovados, prováveis e possíveis, dependendo se as relações entre eles e os indícios de mineralização foram obtidos por ligação direta, estatística ou de analogia a contexto geológico-metalogenético, propiciando a delimitação de áreas mineralizadas prováveis, possíveis e potenciais, de acordo com critérios explicitados na legenda da Carta Metalogenética-Prvisional.

Um apoio de modernas ferramentas de processamento de dados foi colocado à disposição da equipe técnica do projeto para o tratamento do volumoso acervo de dados e informações já existentes e gerados pelos serviços. Destacam-se os programas de processamento geofísico e geoquímico e o conjunto de programas de tratamento quantitativo disponíveis no GEOQUANT (USGS/CPRM). Essas ferramentas foram utilizadas tanto em ambiente de computação de grande porte, no CPD da CPRM – Escritório do Rio de Janeiro, como em ambiente de microcomputadores, operados no CDI da Residência de Fortaleza.

1.2 Aspectos geográficos

Clima – A área em estudo acha-se totalmente inserida no denominado "Polígono das Secas". Possui um clima muito quente e árido a semi-árido, tipo BSwh segundo a classificação de Köppen. Caracteriza-se por apresentar um período seco, de duração maior, intercalado por um curto período chuvoso, não muito bem-definido no tempo, podendo, inclusive, deixar de existir em determinadas épocas. A pluviometria média anual é geralmente muito baixa, raramente ultrapassando 760mm. Os períodos chuvosos correspondem às estações verão-outono, verificando-se uma maior pluviosidade nos meses de fevereiro a abril, inexistindo, praticamente, no restante do ano. A temperatura média anual é comumente elevada, oscilando entre 25 e 30°C, atingindo, ocasionalmente, até mais de 40°C. Constituem exceção as regiões localizadas na Chapada do Araripe, cuja altitude situa-se acima da cota de 600m, onde as temperaturas médias são inferiores a 24°C.

Vegetação – À semelhança do que ocorre em toda a zona semi-árida do Nordeste brasileiro, a vegetação predominante na maior parte da área investigada é representada pela caatinga xerofítica, notando-se, porém, que sua composição florística encontra-se intrinsecamente subordinada a variações do relevo, solo e teor de umidade. Assim, nas regiões mais baixas e relativamente planas ocorre principalmente vegetação de pequeno a médio porte, mais ou menos rala, passando a mais raquítica nas regiões de chapada. Tipos de médio a grande porte aparecem nas regiões de vales, onde existe a presença de solos mais espessos e com teor de umidade mais elevado. Preferencialmente nessas áreas pode-se observar um certo processo de substituição da vegetação natural por culturas de subsistência. De uma maneira geral, entre os principais tipos florísticos encontrados na área destacam-se: jurema, marmeleiro, juazeiro, mofumbo, pereiro, faveleira, além do xique-xique, geralmente encontrado sobre afloramentos rochosos.

Solos – Os tipos de solos observados na região encontram-se muito mais relacionados aos litótipos e ao relevo do que propriamente às variações climáticas. Assim, na área de abrangência da Chapada do Araripe, predominam solos arenosos, geralmente espessos, resultantes da decomposição das rochas que constituem a parte superior do Grupo Araripe, constituindo um típico latossolo creme a amarelado, com alta porosidade e baixa fertilidade natural. Já no domínio das rochas pré-cambrianas, representadas por gnaisses, migmatitos e granitóides, ocorrem solos de coloração clara, arenosos a areno-argilosos, classificados como litossolos. Pequena variação se observa nas áreas de afloramentos de xistos, onde esse litossolo adquire uma coloração mais avermelhada e com maior quantidade de material argiloso. Nas zonas de superfícies mais baixas, compreendendo os vales dos principais cursos d'água, e nas áreas de coberturas elúvio-coluviais, os solos são do tipo azonal e/ou argilosos.

Hidrografia – Quanto aos aspectos hidrográficos, à exceção da região ocupada pela Chapada do Araripe, o padrão de drenagem dominante varia de dendrítico a subdendrítico, em alguns locais mostrando-se fortemente controlado por fatores estruturais, notadamente na porção sul da folha, onde são mais evidentes os efeitos das zonas de cisalhamento transcorrente relacionadas ao lineamento Pernambuco. De uma maneira geral apresenta-se constituída por cursos d'água de caráter intermitente e pouco encaixados.

Povoamento e dados socioeconômicos – Grande parte da população da área distribui-se pela zona rural, destacando-se como maiores centros as cidades de Simões (PI) e Araripina (PE), que funcionam como principais entrepostos comerciais da região, além dos povoados de Serra Vermelha, Caridade e Curral Novo.

As duas sedes municipais citadas anteriormente dispõem de abastecimento de água, feito através de adutoras, fornecimento regular de energia elétrica, serviço telefônico interurbano, agências bancárias e dos correios e telégrafos, além de regular assistência no tocante ao setor de saúde e hoteleiro, notadamente na cidade de Araripina (PE).

À semelhança do que ocorre em quase toda a região do sertão nordestino do Brasil, a principal atividade econômica da área reside na agricultura e, subsidiariamente, na pecuária. As culturas sazonais de milho, feijão, algodão e mandioca são as mais praticadas, geralmente em nível de subsistência. No tocante à pecuária, criam-se

caprinos e bovinos, sem, no entanto, dispor-se de condições para estabelecimento de instalações modernas ou seleção de plantel.

No município de Araripina (PE), a atividade mineira ligada à lavra e beneficiamento de gipsita constitui mais um fator econômico de relativo interesse para a região, principalmente nos períodos de seca, quando ela funciona como excelente fonte de empregos para mão-de-obra não-especializada.

1.3 Geomorfologia

A caracterização dos distintos tipos de relevo identificados na Folha Simões demonstra a grande importância dos fatores geológico-estruturais durante o seu desenvolvimento.

Na região, destacam-se duas unidades geomorfológicas maiores, representadas pela Depressão Sertaneja e Chapada do Araripe (figura I.1.2).

A depressão Sertaneja ocupa a maior parte da folha, compreendendo toda a área onde afloram rochas do embasamento cristalino, representadas por complexos gnáissico-migmatíticos, metapelitos, metapsamitos e granitóides. De acordo com Prates et alii (1981), constitui uma típica depressão interplanáltica, limitada a oeste pelo planalto da Ibiapaba e a leste, pela Chapada do Araripe. Corresponde a um extenso pediplano, com topografia relativamente plana a levemente ondulada, com cotas variando entre 350 e 480m, bastante entalhado por erosão diferencial sobre gnaisses, migmatitos e rochas granitóides. Sobressaem-se na paisagem arrasada diversos maciços residuais dissecados em formas convexas, que, juntamente com cristas mais ou menos alinhadas, formadas por quartzitos, veios de quartzo e milonitos, caracterizam a influência do clima semi-árido no modelado do relevo da região.

Como conjuntos representativos de relevos conservando traços de controle estrutural, destaca-se a presença de cristas aproximadamente simétricas, relativamente elevadas e contínuas, dispersas ao longo de grande parte da área estudada, com maior constância na sua porção sul. Geralmente, orientam-se segundo as direções NE-SW e E-W, e são formadas principalmente por quartzitos e milonitos, esses últimos gerados pelos efeitos das zonas de cisalhamento transcorrente ligadas ao Lineamento Pernambuco.

Entre os principais fatores característicos dessa unidade, destacam-se: truncamento indistinto, por parte de processos erosivos, de litologias diversas; conjunto de relevos conservando evidências de controle estrutural, tais como: drenagem orientada, paralelismo de cristas etc.; revestimento generalizado por caatinga, com pouca capacidade de atenuar a ação de desgaste; pequena espessura do manto de alteração das rochas; baixa capacidade de erosão linear devido ao caráter intermitente de seus cursos d'água; presença dispersa de *inselbergs* e cristas residuais nos setores de maior resistência.

A Chapada do Araripe ocupa a maior parte do canto nordeste da folha e corresponde à região coberta por sedimentos mesozóicos do Grupo Chapada do Araripe, representado por litótipos das formações Santana e Exu. Constitui uma superfície tabular, cujo topo é conservado numa cota de aproximadamente 700m. Seus limites com a Depressão Sertaneja geralmente se fazem através de escarpas erosivas, relativamente abruptas. Tendo em vista a alta porosidade e permeabilidade das litologias que a capeiam, praticamente não apresenta drenagem superficial. Suas bordas festonadas e de perfis mais ou menos íngremes, separados ocasionalmente por vales profundos, sugerem uma superfície originalmente contínua e bem mais ampla que os atuais limites.

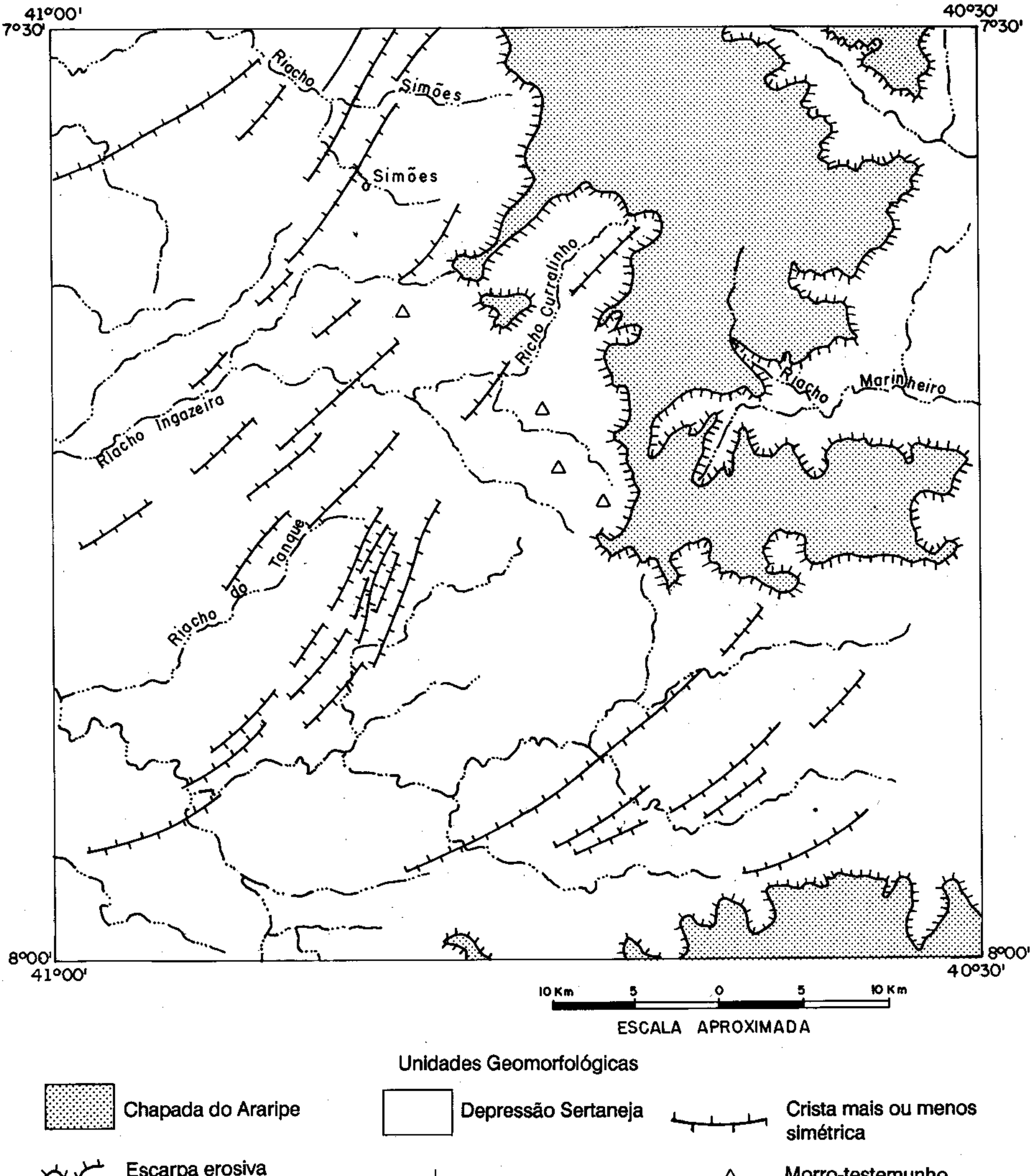


Fig. I.1.2 – Esboço geomorfológico da Folha Simões.

PARTE II

GEOLOGIA DA FOLHA SIMÕES

Capítulo 1
Contexto Geológico Regional

por
Antônio Maurílio Vasconcelos

1.1 Trabalhos anteriores

As primeiras referências desse trato nordestino remontam ao século passado e início do atual e são devidas aos pioneiros da geologia (Spix & Martius, 1823; Halfed, 1860; Derby, 1880; Crandall & Williams, 1910; Small, 1913, 1914; Sopper, 1913, 1914).

Outros autores abordaram os grandes traços da geologia, quer lançando as bases da estratigrafia, quer o arcabouço geotectônico ou hidrogeológico (Kegel, 1961,1965; Barbosa et alii, 1964; Licínio Barbosa, 1966; Almeida, 1967; Leal, 1970). Deve-se, entretanto, a Brito Neves (1975), o clássico trabalho de síntese do conhecimento e regionalização geotectônica do Nordeste.

Capitaneados pelo DNPM ou pela SUDENE apareceram os primeiros levantamentos sistemáticos, precursores do atual PLGB. Destacam-se nessa fase Siqueira Filho (1967); Veiga (1968); Caldasso et alii (1973); Kreysing et alii (1973); Santos & Caldasso (1977); Lima et alii (1978); Dalton de Souza et alii (1979); e Gava et alii (1983, 1984).

Esses trabalhos ensejaram, de um lado, novas sínteses, e de outro, detalhamentos de porções limitadas desses terrenos, surgindo novas considerações sobre o limite do Cráton do São Francisco e suas faixas dobradas adjacentes (Dantas, 1980; Almeida, 1981; Haralyi & Hasui, 1982; Mascarenhas & Sá, 1982; e Santos et alii, 1984).

Já recentemente, o conhecimento geológico da área foi ampliado através do atual Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB que, embasado nos trabalhos citados, resolveu várias questões, embora algumas dúvidas ainda persistam, o que será devidamente discutido no decorrer do texto.

1.2 Panorama geotectônico regional

1.2.1 Considerações gerais

A área abrangida pelo levantamento geológico das folhas Patos, Simões, Paulistana, Afrânio e Barra do Bonito acha-se, na sua grande maioria, implantada na porção sudoeste da Província Borborema, estendendo-se até as suas zonas limítrofes com as províncias Parnaíba e São Francisco, conforme definidas por Almeida et alii (1977) (figura II.1.1). Cada uma dessas entidades maiores apresenta, portanto, feições características no que se relaciona à estratigrafia, tectonismo, metamorfismo, magmatismo e idade, muito embora possam ser observadas algumas relações de dependência entre elas, no tocante à evolução estrutural.

A Província Parnaíba está muito pouco representada na área, ocupando somente a porção oeste da Folha Patos. É constituída essencialmente por rochas sedimentares não-deformadas, de idade paleozóica. Seus limites com as outras províncias são estruturalmente discordantes e bem-definidos. Recobre diagonalmente a projeção das linhas estruturais da Província Borborema, impossibilitando, dessa forma, a definição de seus reais limites geológicos. No que concerne à sua evolução sedimentar, está intimamente associada a três megaciclos principais, ligados a transgressões e regressões marinhas, assim situados no tempo: Siluriano Superior/Devoniano-Carbonífero Inferior; Carbonífero Superior/Triássico; e Cretáceo (Mesner & Wooldridge, 1964).

A província São Francisco, equivalente ao cráton do São Francisco (Almeida et alii, op. cit.), também tem pouca representatividade na área estudada, ocorrendo somente uma pequena parte da sua porção mais setentrional no extremo-sul das folhas Barra do Bonito e Afrânio.

Trata-se de uma entidade tectônica maior, de consolidação pré-brasiliana, limitada por terrenos afetados por eventos tectonomagmáticos ocorridos no Proterozóico Superior (Ciclo Brasiliano), constituindo as faixas de dobramentos Sergipana e Riacho do Pontal (Brito Neves, 1975), Rio Preto (Inda & Barbosa, 1978), Araçuaí e Brasília (Almeida et alii, op. cit.). Quanto à sua história evolutiva, exibe caracteres geológicos representativos de todo o período compreendido entre o Arqueano e o Proterozóico Superior (Mascarenhas et alii, 1984), podendo suas grandes extensões de rochas arqueano-proterozóicas serem enquadradas em três domínios principais. O mais antigo, tipicamente cristalino, constitui o embasamento gnáissico-migmatítico-granulítico, onde os variados componentes litológicos refletem natureza vulcânica, plutônica e

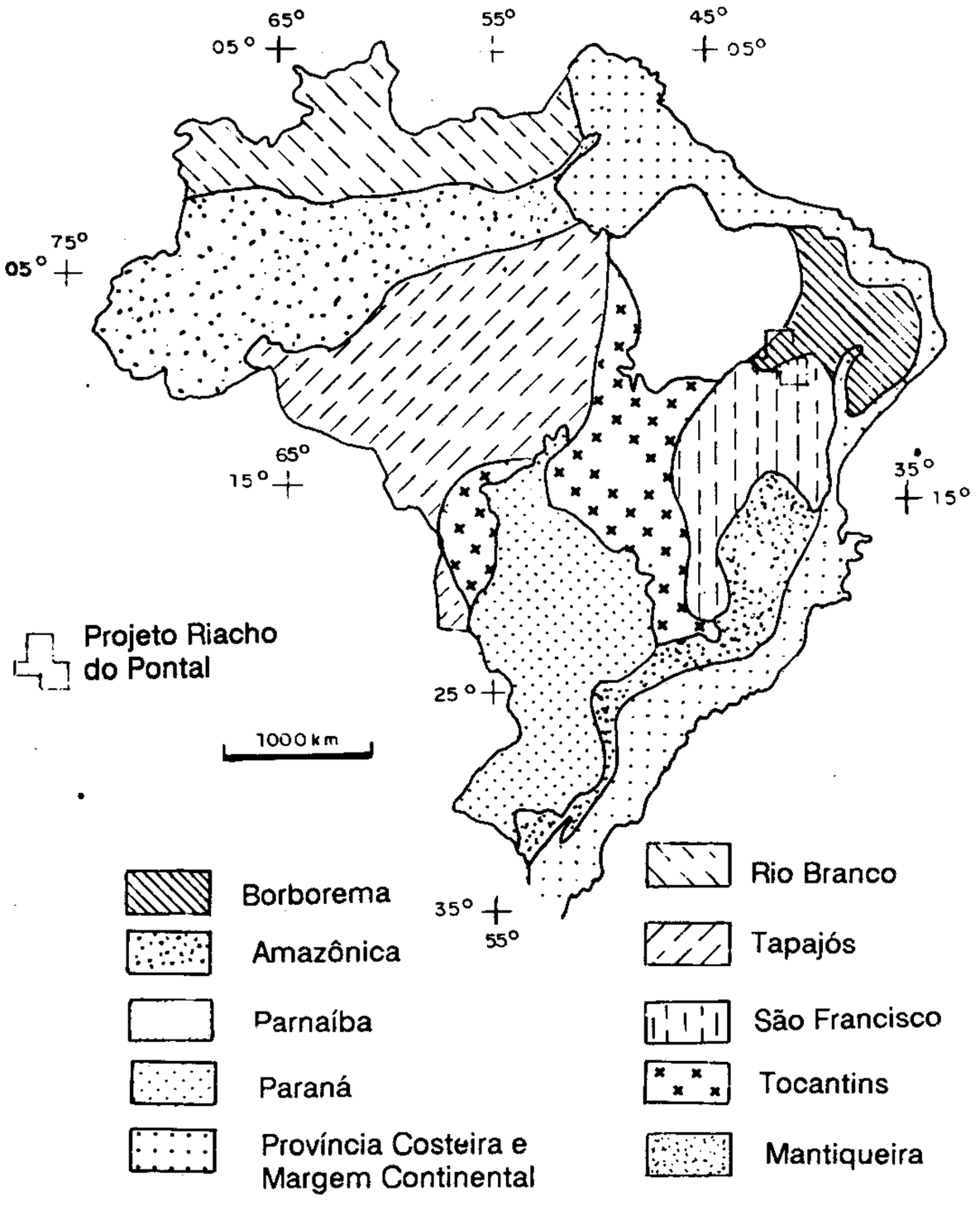


Fig. II.1.1 – Províncias estruturais do Brasil (segundo Almeida et alii, 1977).

sedimentar. Seguem-se seqüências mais novas de rochas metassedimentares e vulcânicas ácidas, localmente associadas a básico-ultrabásicas, que compõem o Supergrupo Espinhaço, sotopostas a uma extensa cobertura carbonático-pelítica, representada pelo Supergrupo São Francisco, que encerra os ciclos sedimentares e magmáticos do Pré-Cambriano (Inda et alii, 1984).

Na porção mais setentrional da província, de maior interesse para o estudo ora apresentado, afloram litótipos do Complexo Gnáissico-Migmatítico-Granulítico, de idade arqueano-proterozóica, em parte retrabalhados no ciclo Transamazônico, representados por ampla gama de gnaisses migmatizados, associados a granitóides, com granulitos subordinados, restos de rochas básicas anfibolitizadas e supracrustais, além de ortognaisses de composição tonalítica, apresentando complexa estruturação, com *trends* aproximadamente na direção N-S.

A Província Borborema, com sua superfície de cerca de 380.000km^2, abrange a maior parte dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, além do norte da Bahia e sudeste do Piauí. Equivale à Região de Dobramentos Nordeste (Brito Neves, op. cit.) e apresenta-se confinada pelas províncias Parnaíba, a oeste, São Francisco, a sul, e Costeira, a leste (figura II.1.1). Constitui uma área de intensa complexidade litoestrutural e de longa história crustal, onde são bastante evidentes os efeitos da atuação dos eventos tectônicos, termais e magmáticos do Ciclo Brasiliano (Santos & Brito Neves, 1984).

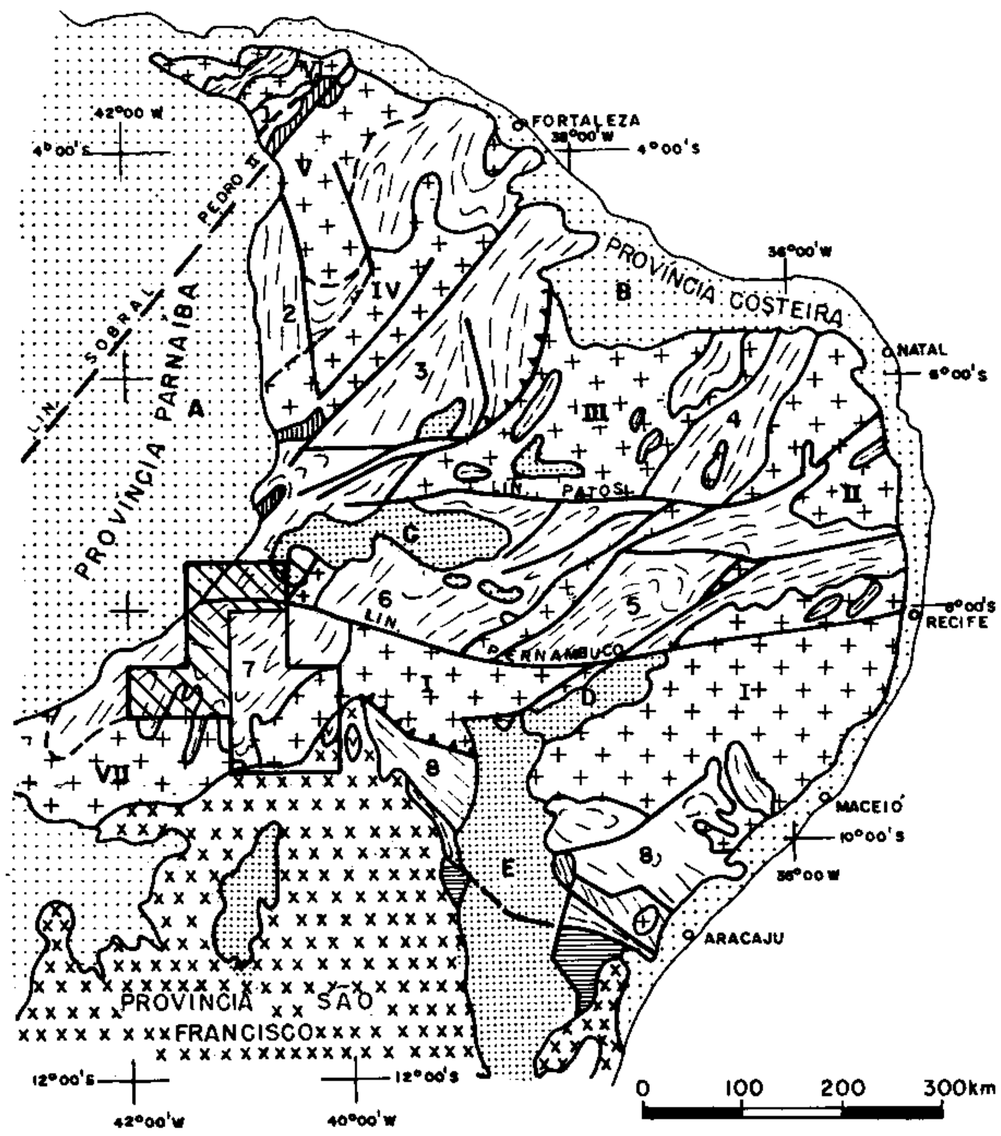
Dispersas em sua região de domínio, ocorrem coberturas sedimentares paleozóicas associadas a bacias tafrogênicas de dimensões relativamente pequenas, originadas por reativações de antigas falhas, podendo-se citar, entre outras, as bacias do Araripe, Iguatu e Rio do Peixe.

A figura II.1.2 mostra a distribuição em planta dos principais elementos geotectônicos dessa província, conforme interpretação proposta por Brito Neves (op. cit.), Santos (1975), Almeida et alii (op. cit.), Inda et alii (1982) e Brito Neves (1986), ligeiramente modificada. Destacam-se dois tipos principais de domínios pré-cambrianos: os "maciços" gnáissico-migmatítico-graníticos, representados pelos maciços Pernambuco-Alagoas, Caldas Brandão-São José Campestre, Rio Piranhas, Tauá, Santa Quitéria, Granja e Marginal do Cráton do São Francisco; e as faixas e/ou sistemas de dobramentos marginais denominados Sergipana e Médio Coreaú; e interiores como Riacho do Pontal, Piancó-Alto Brígida, Seridó, Pajeú-Paraíba, Jaguaribeana e Rio Curu-Independência. Outra característica bem marcante da Província Borborema é a significativa presença de rochas plutônicas de composição granítica do Ciclo Brasiliano.

Os maciços gnáissico-migmatítico-graníticos encerram grande diversidade de tipos litológicos, predominando extensos complexos gnáissicos migmatizados e migmatitos, associados a corpos granitóides mais homogêneos, muitas vezes contendo corpos de rochas básicas e ultrabásicas, e restos de supracrustais. Exibem um padrão estrutural bem mais complexo que o observado nas faixas de dobramentos que lhes são adjacentes. No que se relaciona à geocronologia, os dados disponíveis permitem o seu enquadramento no Arqueano Superior a Proterozóico Inferior (Brito Neves et alii, 1982).

As faixas de dobramentos constituem zonas mais ou menos lineares, onde predominam seqüências metassedimentares (metapsamitos e metapelitos) de grau metamórfico variando desde a facies xisto-verde até anfibolito, podendo ocorrer em algumas delas a presença de rochas metavulcânicas.

Estudos mais recentes, realizados na Província Borborema (McReath & Jardim de Sá, 1979; Jardim de Sá & Hackspacher, 1980; Dalton de Souza et alii, 1980; Jardim de Sá, 1984, 1987), advogam para as Faixas de Dobramentos Seridó e Riacho do Pontal uma evolução policíclica e idade proterozóica inferior, baseada em informações de campo, que evidenciam a presença nesses terrenos de deformação e granitogênese dos Ciclos Transamazônico e Brasiliano, além de indicarem áreas onde se verifica a presença de quartzitos da Formação Tombador (Proterozóico Médio) capeando discordantemente seqüências pertencentes a essas unidades.



Coberturas Sedimentares Fanerozóicas
A – Província Parnaíba; B – Província Costeira; C – Bacia do Araripe; D – Bacia de Jatobá; E – Bacia de Tucano.

Intrafossas molássicas cambro-ordovicianas.

Cobertura sedimentar pericratônica e de antefossa molássica associada à evolução da faixa Sergipana.

Faixà de Dobramentos – Seqüências vulcanossedimentares e/ou metassedimentares, lineares, polideformadas.
Marginais: 1 - Médio Coreaú; 8 - Sergipana.
Interiores: 2 - Rio Curu-Independência; 3 - Jaguaribeana; 4 - Seridó; 5 - Pajeú-Paraíba; 6 - Piancó-Alto Brígida; 7 - Riacho do Pontal.

Maciços Gnáissico-Migmatítico-Graníticos – Rochas de alto grau metamórfico retrabalhadas durante o ciclo Brasiliano.
I - Pernambuco–Alagoas; II - Caldas Brandão–São José Campestre; III - Rio Piranhas; IV - Tauá; V - Santa Quitéria; VI - Granja; VII - Marginal da Província São Francisco.

Província São Francisco – Terrenos gnáissico-migmatítico-graníticos com faixas dominantemente granulíticas, em parte rejuvenescidos e/ou retrabalhados no ciclo Transamazônico.

Zonas de cisalhamentos e falhas maiores.

Lineamentos estruturais.

Área do Projeto Riacho do Pontal; hachuras indicam as folhas mapeadas da Residência de Fortaleza (REFO).

Fig. II.1.2 – Esboço tectônico simplificado e modificado de parte da região nordeste do Brasil (modificado: BritoNeves, 1986.

Considerações mais detalhadas sobre as Faixas de Dobramentos Riacho do Pontal e Jaguaribeana serão apresentadas a seguir, já que elas possuem maior significação para a área abrangida pelo trabalho ora apresentado.

1.2.2 Faixa de Dobramentos Riacho do Pontal

Sua denominação é atribuída a Brito Neves (op. cit.), caracterizando uma extensa área de exposição de metassedimentos localizada aproximadamente na região limítrofe dos estados do Piauí, Pernambuco e Bahia, abrangendo litótipos do Complexo Gnáissico-Migmatítico-Granulítico da Província São Francisco, de forma reentrante e através de uma sucessão de estruturas anticlinoriais e sinclinoriais (região de Ponta da Serra) de direção-geral variando de N-S a NNE-SSW; a oeste, seus limites estão encobertos por sedimentos paleozóicos da província Parnaíba; a leste, faz contato com litologias do Maciço Pernambuco-Alagoas; na porção norte é limitada por extensa zona de cisalhamento dextrogira (Lineamento Pernambuco), onde podem ser observados pontos de justaposição de seus metassedimentos com os das faixas mais setentrionais, sugerindo conexão pretérita entre elas (Brito Neves, op. cit.).

Santos & Caldasso (1977) e Santos & Brito Neves (op. cit.) propuseram subdivisão desse domínio em três compartimentos tectônicos distintos (figura II.1.3):

1) um compartimento sul, caracterizando-se por apresentar estruturação mais ou menos concordante com a do seu embasamento, com *trend* aproximadamente N-S, onde predominam micaxistos de grau metamórfico relativamente elevado, e rara presença de plutônicas graníticas;

2) um compartimento nordeste, com fortes evidências de tectônica tangencial, com vergências predominantemente para sul, onde os xistos ocorrem como intercalações estreitas em faixas mais amplas de rochas gnáissico-migmatíticas e quartzíticas;

3) um compartimento noroeste, apresentando estruturação na direção NE-SW, constituído essencialmente por rochas xistosas com intrusões de inúmeros *stocks* graníticos.

Quanto aos aspectos deformacionais, Jardim de Sá & Hackspacher (op. cit.) estabeleceram para a região uma seqüência de quatro fases de deformação. As duas primeiras (F1 e F2) são representadas por dobras isoclinais apertadas, mais ou menos coaxiais, intimamente relacionadas aos movimentos tangenciais, de provável idade transamazônica. A fase F3 acha-se melhor preservada no compartimento sul, gerando dobras abertas, com trend na direção N-S, atribuída ao Ciclo Espinhaço. A última fase (F4) se faz mais presente na porção situada a norte de Afrânio(PE); é representada por dobras abertas, com plano axial de mergulho forte e clivagem de crenulação associada, atribuída ao evento Brasiliano. Dessa forma,

esses autores consideram as supracrustais do Riacho do Pontal como uma seqüência de evolução polifásico-policíclica, gerada no Proterozóico Inferior, afetada pelos eventos tectonometamórficos e magmatogênicos dos Ciclos Transamazônico e Brasiliano.

1.2.3 Faixa de Dobramentos Jaguaribeana

Brito Neves (op. cit.) utilizou a denominação de Faixa de Dobramentos Jaguaribeana para caracterizar a região que abrange toda a parte centro-leste do estado do Ceará e noroeste de Pernambuco, perfazendo uma superfície de cerca de 65.000km^2, limitada a leste pelo Maciço Rio Piranhas, a oeste pelo Maciço de Tróia e a sul pelo Lineamento Pernambuco, que a separa da Faixa de Dobramentos Riacho do Pontal (figura II.1.2). Faz parte do conjunto de sistemas classificados como vestigiais (Santos & Brito Neves, op. cit.), cuja principal característica é a ampla distribuição de terrenos gnáissico-migmatíticos, onde se acham encravadas faixas relativamente estreitas e esparsadas de rochas supracrustais, sugerindo tratar-se de relíquias de entidades litoestruturais bem mais extensas.

Do ponto de vista litoestratigráfico, esse domínio apresenta uma unidade inferior, de estruturação bastante complexa, em diversos locais submetida a intensa deformação milonítica, causada pelo desenvolvimento de zonas de cisalhamento de direção preferencial NE-SW e E-W, comumente a ela associadas, e constituída essencialmente por gnaisses a biotita e hornblenda migmatizados, rochas granitóides, metabásicas, horizontes intercalados de quartzitos, lentes de calcissilicáticas e calcário cristalino, em menores proporções. A seqüência de supracrustais é formada por sericita-cloritaxistos, que gradam para moscovita-biotita-xistos granatíferos, de grau metamórfico mais elevado, contendo ou não níveis de quartzito basal.

O conhecimento geocronológico desse domínio ainda se encontra em um nível bastante incipiente, podendo-se afirmar somente que, pelo menos no âmbito dos complexos gnáissico-migmatíticos de sua unidade inferior, acham-se bem-impressos registros isotópicos importantes dos ciclos Transamazônico e Brasiliano. Nas seqüências supracrustais, os trabalho de campo permitiram identificar as mesmas fases de deformação encontradas nas rochas do Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal, sugerindo tratar-se de unidades correlatas.

1.2.4 Contexto geológico atual

A figura II.1.4 abrange toda a área investigada e exibe, de forma simplificada, a sua compartimentação em domínios geológicos maiores, além de apresentar os principais elementos estruturais responsáveis por sua atual configuração. Assim, o panorama geológico da região, após a realização deste trabalho, configura-se bastante diferente do que se conhecia anteriormente.

No âmbito das folhas Simões e Patos, localizadas a norte do Lineamento Pernambuco, cujo conhecimento geológico anterior, notadamente no que tange às rochas pré-cambrianas, restringia-se a estudos de síntese ou a escalas muito regionais, tipo 1:1.000.000 ou menor, foram individualizadas três unidades litoestruturais maiores, com características próprias bem-definidas. Uma unidade mais antiga, de ampla representatividade na região, constituindo o embasamento para as seqüências supracrustais, representada por rochas metamórficas de alto grau, predominando gnaisses migmatizados associados a corpos granitóides, restos de metabásicas, quartzitos, xistos, calcissilicáticas e calcário cristalino. Exibem complexa estruturação, onde se observam, além das fases deformacionais detectadas nas supracrustais, outras mais antigas. Foi intensamente afetada por eventos tectonotermais magmáticos do Brasiliano.

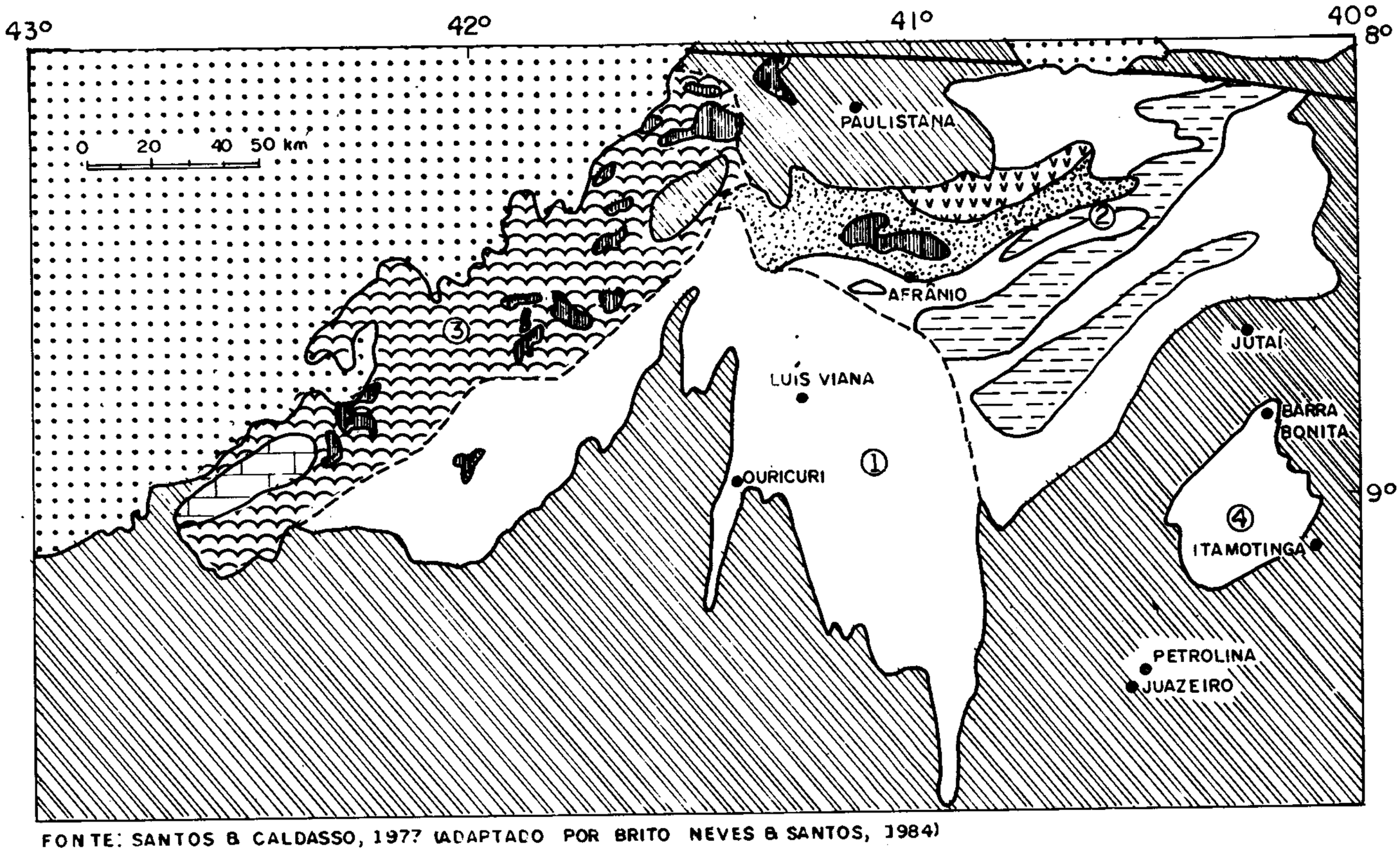
A unidade seguinte engloba as seqüências supracrustais, constituídas por metapelitos e metapsamitos de baixo grau metamórfico, fácies xisto-verde, enquadradas no Grupo Cachoeirinha de Barbosa et alii (op. cit.). Exibe caráter deformacional polifásico e é correlacionável ao Complexo Casa Nova, que aflora em áreas vizinhas, conforme justificativas apresentadas nos capítulos subseqüentes.

A unidade mais nova abrange as litologias que formam a cobertura sedimentar não-dobrada, representada por sedimentos paleozóicos da bacia do Parnaíba, mesozóicos da bacia do Araripe, além de coberturas arenoconglomeráticas e aluvionares recentes.

Do ponto de vista deformacional, as características mais marcantes são a existência de uma evidente trama planolinear, penetrativa em todas as escalas, e a presença de extensas zonas de cisalhamento transcorrente, de regime dúctil, e de, no mínimo, três fases de deformação, destacando-se dobras isoclinais apertadas, assimétricas (D2), cujos planos axiais são responsáveis pela foliação regional (S_2), e dobras normais ou com plano axial de mergulho forte, dobrando as superfícies S_2, com eixos paralelos à lineação de estiramento (L_x), comumente impressa nas litologias aflorantes na região. A direção das zonas de cisalhamento transcorrente varia de NE-SW a E-W, na faixa do Lineamento Pernambuco.

Quanto às folhas localizadas a sul do lineamento – Paulistana, Afrânio e Barra do Bonito – o quadro geológico atual apresenta uma melhor resolução quanto à separação embasamento/supracrustais, à história da deformação e à compartimentação em domínios.

Destacam-se duas unidades do embasamento, uma localizada na porção norte da Folha Paulistana, representada por fatias do embasamento arqueano, associada a restos de supracrustais de origem sedimentar, intensamente retrabalhada no Ciclo Brasiliano; a outra, ocorrendo na parte sul das folhas Barra do Bonito e Afrânio, já pertence ao domínio do Cráton do São Francisco, e não existe evidências de ter sido afetada pelo referido evento.



FONTE: SANTOS & CALDASSO, 1977 (ADAPTADO POR BRITO NEVES & SANTOS, 1984)

COBERTURA FANEROZÓICA

GRANITOS E SIENITOS

CALCIPELITOS DE VARGEM GRANDE

FILITOS

MICAXISTOS

XISTOS-VERDES DE MONTE OREBE

METAPSAMITOS DE AFRÂNIO

GNAISSES DE RAJADA

EMBASAMENTO GNÁISSICO-MIGMATÍTICO

Limite dos Compartimentos

1 SUL

2 NORDESTE

3 NOROESTE

4 BACIA DE BARRA BONITA

LINEAMENTO PERNAMBUCO

Fig. II.1.3 – Compartimentação do Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal.

No que tange às seqüências supracrustais – englobadas no Complexo Casa Nova, constituinte da Faixa de Dobramentos Riacho do Pontal, entidade tectônica de maior significação na região – não foi possível o estabelecimento de sua estratigrafia interna, devido à intensa deformação a que foram submetidas. Seus litótipos foram enquadrados em quatro domínios geológicos distintos: um plutonovulcanossedimentar, de exposição em área restrita, ocorrendo principalmente a noroeste da cidade de Paulistana, caracterizado pela presença de metapsamitos e metapelitos, subordinadamente associados a plutonismo e vulcanismo máfico-ultramáfico; um vulcanossedimentar e dois sedimentares, sendo um de caráter marinho-plataformal, formado por um conjunto de xistos, calcários e quartzitos interestratificados, e outro de caráter marinho-profundo, caracterizado pela presença de associações de metagrauvacas e xistos pelíticos, metamorfizados na fácies xisto-verde alto a anfibolito.

Quanto às rochas plutônicas, tendo em vista a baixa densidade de dados geocronológicos e a dificuldade de se obter informações confiáveis, foram classificadas segundo suas relações intrusivas, referentes às estruturas mais significativas da área.

A região abrangida pelas três folhas mencionadas mostra evidências da atuação de forte tectônica tangencial de caráter progressivo, responsável pelo arcabouço estrutural das seqüências supracrustais, onde se destaca a presença de, no mínimo, três fases de deformação ligadas a esse movimento tangencial. As estruturas geradas são redobradas e refoliadas pela fase F_4, associada a movimentos transcorrentes, relativas ao Lineamento Pernambuco, onde são produzidas dobras (D_4) de superfície axial de mergulho forte, variando de abertas a apertadas, de acordo com seu posicionamento em relação a zonas de maior *strain*. Essa última fase encontra-se melhor representada na Folha Paulistana e nas folhas situadas a norte do lineamento.

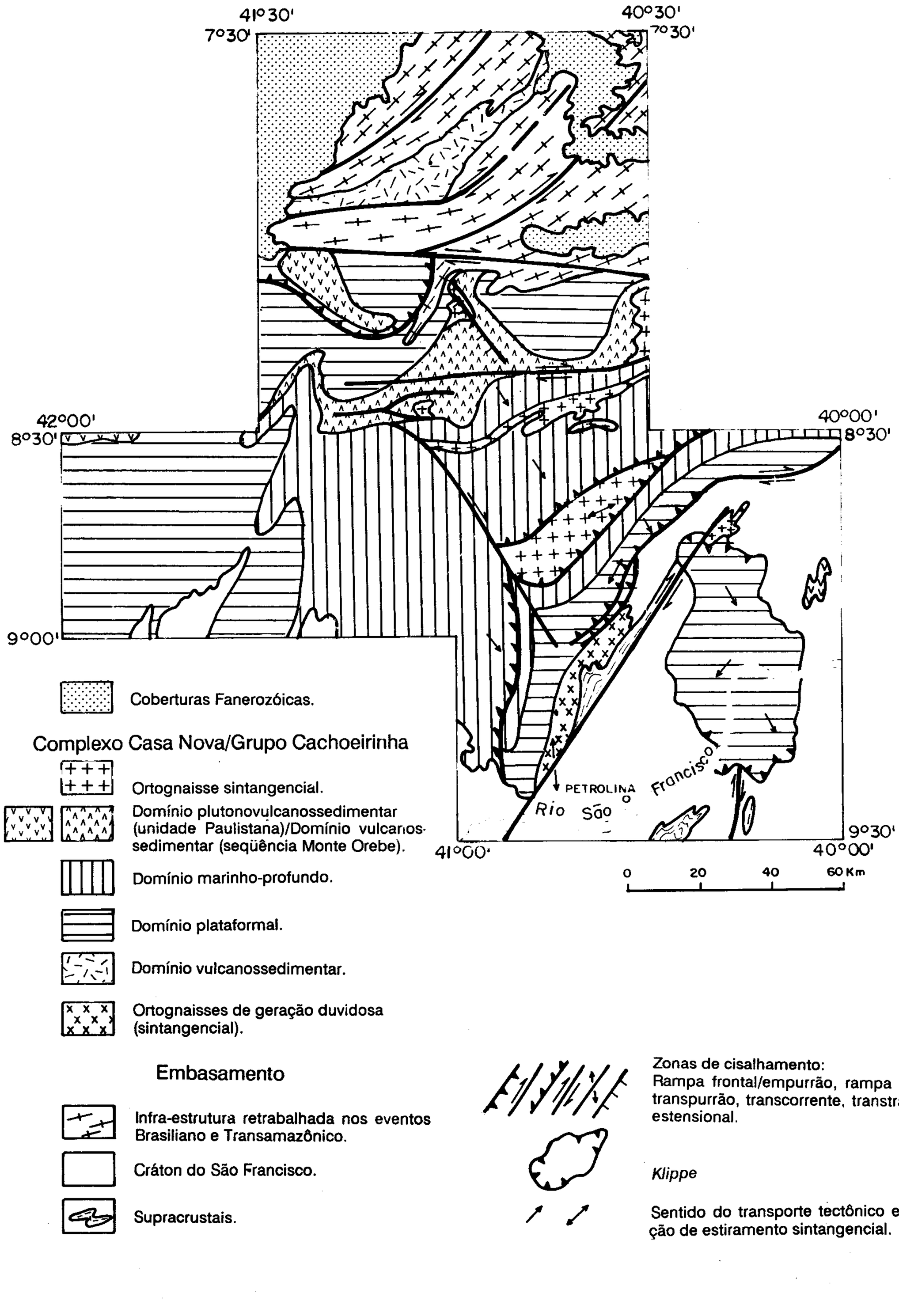


Fig. II.1.4 – Arcabouço estrutural e compartimentação tectônica da área do projeto Riacho do Pontal.

Capítulo 2
Estratigrafia

por
Antônio Maurílio Vasconcelos, José Alberto Ribeiro
e, nos subitens 2.3.4 e 2.4.2.6, Carlos Alberto Lins,
Emiliano Cornélio de Souza e José Alberto Ribeiro

2.1 Comentários gerais

A área abrangida pela Folha Simões, objeto do presente estudo, encontra-se totalmente inserida na Faixa de Dobramentos Jaguaribeana, com nítidas evidências de evolução policíclica, cujos litótipos constituintes encontram-se, muitas vezes, capeados por sedimentos mesozóicos da bacia do Araripe, de caráter tafrogênico, originada por reativações de antigas falhas. Dessa forma, destacam-se na área domínios geológicos com características próprias, de origem e idade bastante distintas.

No âmbito dos terrenos pré-cambrianos, face à complexidade no arranjo litoestrutural, foram agrupadas suas rochas em três grandes domínios geológicos: embasamento retrabalhado nos eventos Transamazônico e Brasiliano, supracrustais do Proterozóico e Cobertura Sedimentar Fanerozóica, além de rochas plutônicas e vulcânicas associadas, cada uma delas caracterizada quanto aos seus aspectos estruturais, petrográficos e litoquímicos.

O domínio mais antigo compreende rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig], e rochas plutônicas associadas [A(TB)γ e A(TB)grgn]. Tem grande representatividade na área, aflorando em quase todos os qua-drantes da folha. Corresponde a segmentos do embasamento, de idade arqueana, intensamente retrabalhados no Transamazônico e no Brasiliano, sendo, portanto, substrato das seqüências supracrustais.

Engloba grande variedade de litótipos, predominando rochas gnáissicas, tanto de caráter orto-, quanto paraderivado. Os ortognaisses apresentam composição diorítica a granodiorítica e tonalítica, e, subordinadamente, horizontes de quartzitos ferríferos e metabasitos, aos quais se associam restos de supracrustais paraderivadas, representadas, principalmente, por quartzitos e calcissilicáticas.

Seu contato com as seqüências supracrustais, apesar de sua aparente concordância estrutural, conforme ilustrado na carta geológica, foi considerado discordante, baseado em dados extraídos de trabalhos prévios executados em outros sítios de características geológicas semelhantes.

O Grupo Cachoeirinha, da supra-estrutura, compreende metapelitos e metapsamitos com considerável contribuição vulcânica. São característicos os cloritaxistos, sericita-cloritaxistos e albita-cloritaxistos, com horizontes subordinados de quartzitos, que podem ocorrer na porção basal do grupo e/ou intercalados naquelas rochas. Na porção centro-oeste da folha, cartografou-se uma lente de rochas metaultrabásicas, de dimensões consideráveis, intercalada nos xistos. Esses litótipos apresentam normalmente metamorfismo, em condições de facies xisto-verde, embora exibam uma evolução deformacional polifásica, caracterizada por três fases.

A unidade é considerada de idade mesoproterozóica, tendo em vista sua correlação com outras supracrustais, como as da região de Aurora (CE) (Barbosa,1978 e Gomes, 1984) e da Faixa Orós (Macedo et alii, 1988), embora todas elas ainda necessitem de dados mais conclusivos, face ao baixíssimo índice de datações geocronológicas.

No que se relaciona às rochas plutônicas, a Folha Simões contem tipos litológicos representativos de cada um dos principais regimes tectônicos a que foram submetidos. Dessa forma, essas rochas foram englobadas em dois agrupamentos principais. O agrupamento mais antigo corresponde às rochas granitóides associadas à Unidade Inferior, representadas no mapa pelos símbolos [A(TB)γ e A(TB)grgn]. É constituído principalmente por metagranodioritos e/ou biotita-ortognaisses de composição tonalítica. Por fim, ocorrem os granitóides associados ao regime de transcorrência (fase F_4), que constitui o principal evento deformacional que afetou a área durante o Proterozóico Superior (Ciclo Brasiliano). Acham-se amplamente distribuídos na área, destacando-se os tipos pré- a cedo-transcorrências (PSγ2), sin-transcorrências (PSγ3A, PSγ3B) e tardi- a pós-transcorrências (PSγ4A, PSγ4C e PSγ4D), com as subvulcânicas associadas (PSmg).

As coberturas sedimentares fanerozóicas são representadas por sedimentos cretáceos da bacia do Araripe, constituindo as formações Santana, caracterizada pelas facies, argilossíltica, evaporítica e carbonática, e Exu, formada essencialmente por arenitos.

Diante da inexistência de datações geocronológicas, a coluna estratigráfica sugerida para a área (figura II.2.1) foi elaborada com base na correlação com as de outras unidades, de características semelhantes, localizadas em áreas contíguas e também pertencentes ao domínio da província Borborema, onde a estratigrafia está melhor definida.

As figuras II.2.1 e II.2.2 mostram a distribuição e relações de contato entre as diversas unidades litostratigráficas individualizadas. A figura II.2.3 mostra o perfil C-D da figura II.2.2.

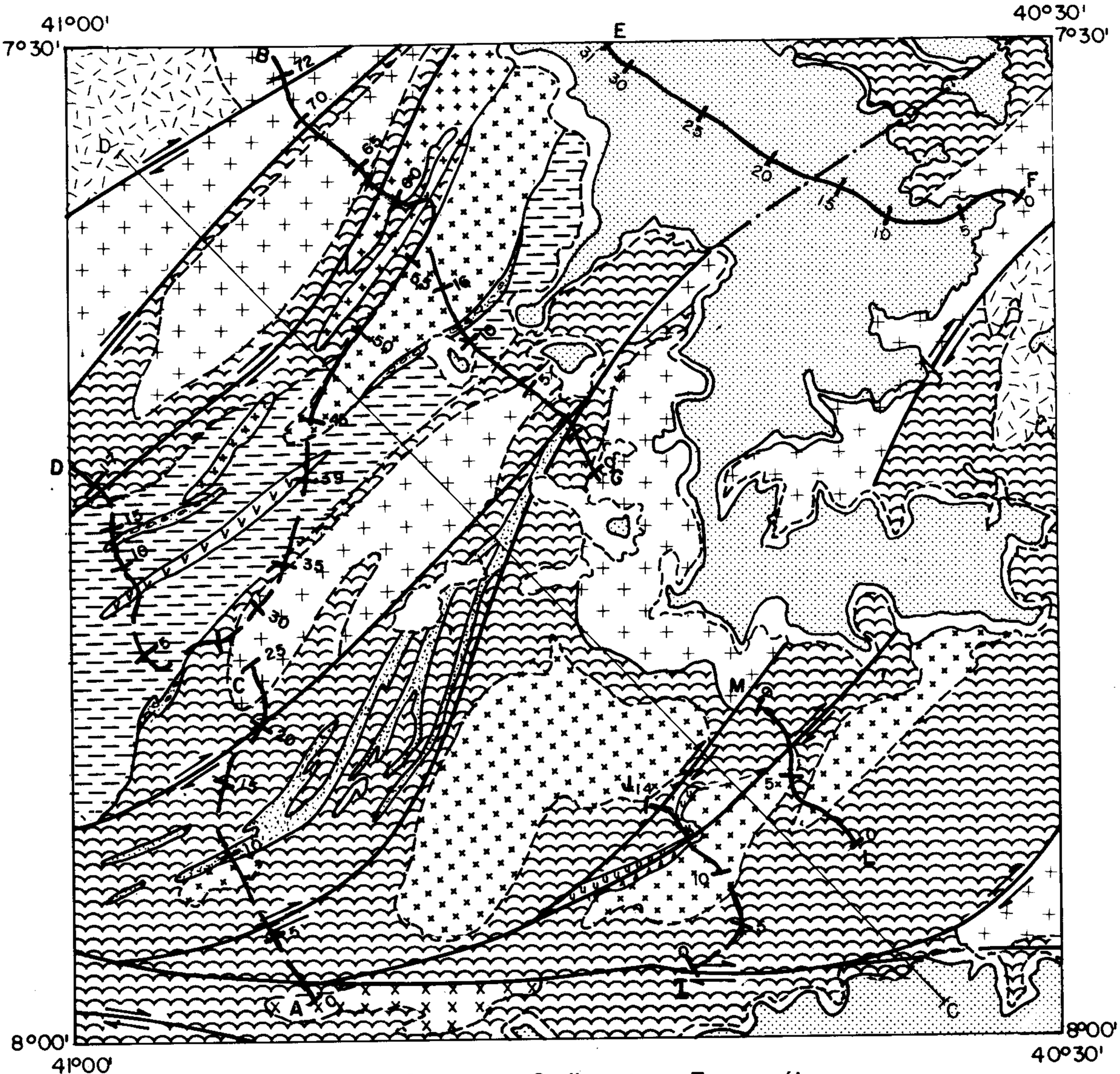
2.2 Unidade Inferior

2.2.1 Generalidades

Brito Neves (1985) admitiu o lineamento Pernambuco como limite norte da faixa de dobramentos Riacho do Pontal, considerando o conjunto de rochas metamórficas de alto grau, que ocorre tanto a norte quanto a sul desse lineamento, como embasamento remobilizado das seqüências supracrutais.

CRETÁCEO		BACIA SEDIMENTAR DO ARARIPE		Formação Exu (ke): Arenito amarelado a avermelhado, granulometria média a grossa, com estrastificação cruzada a plano-paralela e ocasionais intercalações de conglomerados
				Formação Santana (ks): Siltito e folhelho calcíferos, margas e calcarenit, com lentes de gipsita na porção superior
PROTEROZOICO	SUPERIOR	FAIXA DE DOBRAMENTOS JAGUARIBEANA	ROCHAS PLUTÔNICAS E SUB-VULCÂNICAS ASSOCIADAS	Microgranito rosa (PSmg), fino a muito fino, foliação incipiente, peralcalino, composto de K-feldspato quartzo e plagioclásio
				Granitóide dardi- a pós-deformação transcorrente D_4 (PSγ4C e PSγ4D) de coloração variando de rosa a cinza, granulação fina a média, isotrópico peraluminoso contendo KF > PL, quartzo, anfibolio e biotita
				Granitóides sindeformação transcorrente D_4 (PSγ3B; PSγ3C; PSγ3D). De cor rosa a cinza, granulação média, equigranular e porfirítico, foliação milonítica forte a incipiente. Minerais essenciais: KF > PL, QZ, BT e pouca HBL. São calcialcalinos pera e metaluminosos
				Granitóides pré- a cedo-deformação transcorrente D_4 (PSγ2), são corpos alongados boudinados, coloração cinza, granulação grossa, porfiríticos, foliados composição graníticas feldspatos, quartzo e micas; são calcialcalinos alcalinos pera e metaluminosos.
	MÉDIO		GRUPO CACHOEIRINHA	Cloritaxistos, sericita-cloritaxistos e albita-cloritaxistos de origem vulcânica e não individualizados (PMchxtmv), contendo lentes de quartzito a muscovita (PMchxqt) e rochas metaulbrabásicas (PMchmub).
ARQUEANO	UNIDADE INFERIOR RETRABALHADO NO TRANSAMAZÔNICO E BRASILIANO		ROCHAS PLUTÔNICAS	Granitóides gnaissificados, migmatizados [a(TB)grgn], composição granítica rítica a tonalítica com bandamento gnáissico acentuado, cor cinza a cinza claro, textura equigranular de afinidade calcialcalina e alcalina empobrecidos em Cao e alumina.
				Ortognaisse de composição tonalítica [A(TB)γ] cinza claro e cinza esverdeado, textura granoblástica e equigranular, média a grossa. São compostos de plagioclásio, quartzo, biotita, epidoto e acessórios. São rochas de afinidade subalcalina toleítica enriquecidas em Ca e Alumina.
			COMPLEXO GNÁISSICO-MIGMATÍTICO	Predominância de gnaisses geralmente ortoderivados, bandados, por vezes migmatizados, Augem ortognaisses associados a ortognaisses róseos, corpos de anfibolito fortemente "boudinas" com restos de supracrustais não separados. [A(TB)gnmig] com horizontes individualizados de quartzitos a muscovita [A(TB)gnmigqt], quartzito ferrífero [A(TB)gnmigqtf] e rochas metabásicas [A(TB)gnmigmb].

Figura II.2.1 – Coluna Litostratigráfica.



Coberturas Sedimentares Fanerozóicas

Grupo Chapada do Araripe

Formação Exu (Ke)

Formação Santana (Ks)

Supra-Estrutura

Sistema de Dobramentos Jaguaribeano

Microgranito (PSmg).

Granitóides sintranscorrentes D_4 ($PS\gamma 3B$, $PS\gamma 3C$ e $PS\gamma 3D$).

Granitóides tardi/pós-transcorrentes D_4 ($PS\gamma 4C$ e $PS\gamma 4D$).

Granitóides pré- a cedotranscorrentes D_4 ($PS\gamma 2$).

Grupo Cachoeirinha

Quartzitos (PMchxtqt)

Micaxistos (PMchxtmv)

Rochas metaultrabásicas (PMchxtmub)

Unidade Inferior

Rochas plutônicas [A(TB)grgn e A(TB)γ]

Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig]

Quartzitos ferríferos [A(TB)gnmigqtf]

Quartzitos a muscovita [A(TB)gnmigqt]

Metabasitos [A(TB)gnmigmb]

Zonas de cisalhamento e falhas maiores

D — C Seção geológica representada na figura II.2.3

30 / 25 Gravimetria, Magnetometria e Cintilometria

10 / 5 Magnetometria e Cintilometria

Fig. II.2.2 – Mapa geológico simplificado.

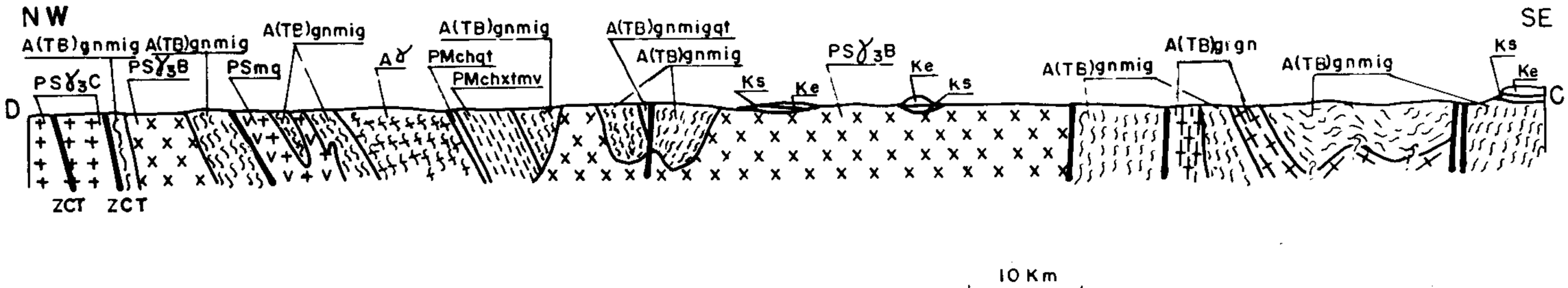


Fig. II.2.3 – Seção geológico-esquemática.

Gomes et alii (1981) não individualizaram essas rochas metamórficas de alto grau, considerando todos os litótipos aflorantes na porção sul das folhas Simões e Patos como pertencentes ao Grupo Salgueiro. Propuseram, no entanto, a denominação de Complexo Trindade para a associação de rochas essencialmente gnáissico-granítico-migmatíticas, que ocorre na parte leste da Folha Simões, apresentando complexo comportamento deformacional, exibindo estruturas ovais e amebóides em gnaisses e granitos.

Sob a denominação de Maciço Migmatítico-Granitóide de Paulistana, Santos & Caldasso (1983) englobaram um conjunto de metamorfitos de alto grau associados a corpos granitóides, ocorrendo desde as redondezas da cidade de Paulistana (PI) até as áreas localizadas a norte do Lineamento Pernambuco, e que representaria o substrato das rochas supracrustais aflorantes na região. Admitiu também que o citado maciço sofreu remobilização no Ciclo Brasiliano.

Gava et alii (1983) não consideraram as seqüências de gnaisses migmatizados que comporiam as unidades précambrianas B e C de Caldasso et alii (1973), correspondentes ao Maciço Paulistana de Santos & Caldasso (op. cit.), englobando tudo como pertencente ao então denominado Grupo Salgueiro-Cachoeirinha. Denominaram de Complexo Monteiro ao conjunto formado por diversos tipos de gnaisses, com intercalações de calcissilicáticas, mármores, anfibolitos e zonas de migmatitos, aflorantes em áreas localizadas a norte do Lineamento Pernambuco.

No presente trabalho, as seqüências da Unidade Inferior correspondem a uma complexa associação de rochas de alto grau metamórfico, aos litótipos constituintes dos complexos Monteiro (Gava et alii, op. cit.) e Trindade (Gomes et alii, op. cit.), e que representam o substrato das seqüências supracrustais do Complexo Casa Nova e do Grupo Cachoeirinha. Correspondem a fatias do embasamento arqueano, associadas a restos de supracrustais de caráter sedimentar, intensamente retrabalhadas nos ciclos Transamazônico e Brasiliano. Constituem um conjunto litológico, com nítidas evidências de migmatização e deformação polifásica, onde os termos tonalíticos evoluem para granitos e/ou granodioritos, destacando-se núcleos mais homogêneos, produtos finais de processos anatéticos.

2.2.2 Distribuição geográfica

É o domínio geológico de maior representação cartográfica dentro dos limites da Folha Simões, e aflora praticamente em todos os quadrantes da área mapeada.

Entre as suas unidades litostratigráficas constituintes, o Complexo Gnáissico-Migmátitico [A(TB)gnmig] é o que possui maior área de exposição, com estruturação predominantemente de direção NE-SW, muitas vezes exibindo formas ligeiramente sigmoidais, intensamente afetadas por zonas de cisalhamento transcorrente. No extremo-sul da folha, os seus litótipos se dispõem ao longo de uma faixa de espessura considerável e direção E-W, fortemente controlada pelo Lineamento Pernambuco.

As rochas plutônicas associadas [A(TB)γ e A(TB)grgn] ocorrem formando núcleos mais homogêneos, inseridos no âmbito do complexo citado, e aflorantes principalmente na parte centro-sul da folha, englobando os morros Caetetu, Brejinho e Manga Velha.

2.2.3 Relações de contato

O contato entre as rochas da Unidade Inferior e as do Grupo Cachoeirinha, que lhes sobrejazem, faz-se de forma discordante, conforme informações contidas na biblio-grafia e evidenciada pelas flagrantes diferenças entre os constituintes litológicos, grau metamórfico e aspectos deformacionais identificados em cada uma dessas unidades. Haja vista que, enquanto a Unidade Inferior é constituída essencialmente de gnaisses, migmatitos e restos de supracrustais afetadas por metamorfismo da facies anfibolito médio a alto (Winkler, 1977) e evolução comprovadamente policíclica, os litótipos do Grupo Cachoeirinha experimentaram somente um metamorfismo na facies xisto-verde e uma história evolutiva bem menos complexa, provavelmente monocíclica.

O contato entre as subunidades consituintes da Unidade Inferior, Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig] e granitóide Gnáissico [A(TB)grgn], geralmente apresenta-se difuso, concordante a subconcordante, sugerindo um caráter gradativo, a tal ponto que,

muitas vezes, torna-se extremamente difícil traçar, nas aerofotos, um limite entre essas duas subunidades.

Outro fato bastante comum no âmbito da área de exposição do Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig] é a presença de corpos granitóides de idade brasiliana, cortando discordantemente seus diversos tipos litológicos.

2.2.4 Litologia, metamorfismo e deformação

A subunidade identificada como Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig] engloba variedades de gnaisses, na maioria das vezes de caráter ortoderivado, associados a corpos de rochas metabásicas [A(TB)gnmigmb], representados principalmente por anfibolitos, incluindo níveis, de quartzitos ferríferos [A(TB)gnmigqf], quartzitos a moscovita [A(TB)gnmigqt] e calcissilicáticas, não-individualizadas.

Os tipos gnáissicos acham-se amplamente distribuídos ao longo de toda a área de exposição dessa unidade, algumas vezes apresentando migmatização, constituindo no conjunto uma certa heterogeneidade dada pela alternância de gnáisses e migmatitos. Os gnáisses exibem, em geral, notável bandamento, podendo-se citar, entre os mais abundantes, os biotita-gnaisses, hornblenda-biotita-gnaisses, gnaisses quartzofeldspáticos, ortognaisses de coloração rósea e biotita-ortognaisses.

Os biotita-gnaisses e hornblenda-biotita-gnaisses são rochas leuco- a mesocráticas, de coloração cinza, granulação média, bandamento gnáissico acentuado, caracterizado pela alternância de leitos claros, de composição essencialmente quartzofeldspática, e escuros, formados por minerais máficos (biotita e/ou hornblenda). Próximo a áreas afetadas por zonas de cisalhamento, é comum porfiroblastos de feldspato com aspecto sigmoidal, evidenciando os processos deformacionais.

Ao microscópio, exibem geralmente textura granolepidoblástica, granulação fina a média, e se apresentam constituídos por feldspatos, biotita e/ou hornblenda, como representantes dos minerais essenciais, e titanita, opacos, apatita e zircão, como acessórios. O plagioclásio geralmente é o feldspato predominante e ocorre em pequenos cristais alongados segundo a foliação ou em cristais mais desenvolvidos, sob a forma de augens (pré-cinemáticos à foliação); apresentam, às vezes, textura "mortar" e/ou com leve extinção ondulante, ranhuras de alteração, intercrescimento com quartzo, formando textura mirmerquítica. Alteram para minerais do grupo das argilas. O quartzo aparece sob a forma de pequenos cristais subeuedrais a anedrais, com extinção ondulante e apresentando processo de recuperação em subgrãos, associando-se aos feldspatos e às biotitas. A biotita apresenta-se como pequenas palhetas tabulares, esgassadas, oxidadas, comumente alteradas para moscovita, sericita e clorita. São, na maioria das vezes, classificados como biotita-ortognaisses, ou ortognaisses de composição variando de granodiorítica a tonalítica.

Os gnaisses quartzofeldspáticos são rochas leucocráticas de granulação média, fortemente bandadas, muitas vezes apresentando processos de boudinagem de foliação, constituídas essencialmente por quartzo, feldspatos e minerais micáceos, mais subordinadamente.

Os ortognaisses róseos ocorrem subordinados aos tipos descritos anteriormente, em faixas paralelas ao bandamento, lembrando *sheets* graníticos gnaissificados. Apresentam granulação média, composição granítica, constituídos essencialmente por feldspatos – estes notadamente potássicos – quartzo e máficos, em quantidade subordinada. Muito comumente, exibem foliação milonítica, caracterizada pelo intenso estiramento de seus constituintes mineralógicos.

Em lâminas delgadas, exibem geralmente textura milonítica, apresentando-se formados por feldspatos, com feldspato potássico mais abundante que plagioclásio, quartzo, minerais micáceos (biotita, clorita e sericita) e hornblenda, em menor proporção, como minerais essenciais; epidoto, apatita, zircão e opacos, representando os minerais acessórios. Os feldspatos ocorrem como pórfiros hipi- a xenomórficos, mostrando textura "mortar", ranhuras de alteração, bordas desgastadas e corroídas. O quartzo forma pequenos cristais anedrais, com extinção ondulante, apresentando intenso processo de recuperação, podendo ocorrer ainda sob a forma de porfiroclastos rotacionados. Muitas vezes intercrescem com feldspatos, formando textura mimerquítica e gráfica. Os minerais micáceos aparecem como pequenas a médias palhetas, às vezes com inclusões de apatita e zircão, exibindo halos pleocróicos. É comum formarem finas faixas contornando os porfiroclastos de feldspato.

Os anfibolitos ocorrem associados aos diversos tipos de gnaisses, sob a fôrma de corpos boudinados de dimensões variando de centimétricas a métricas, não-mapeáveis na escala deste trabalho. Caracterizam-se por apresentar coloração esverdeada a negra, foliação regularmente acentuada, às vezes incipiente, granulação fina a média, e associação mineralógica representada por hornblenda, plagioclásio, pouco quartzo e acessórios.

Além dos anfibolitos descritos anteriormente, ocorrem corpos de metabásicas identificados pela simbologia Agnmigmb, em forma de lentes concordantes a subconcordantes, inseridas no âmbito dos litótipos que compõem a Unidade Inferior. O corpo de maior extensão aflorante, cerca de 6km, situa-se na localidade Manga Velha e faz contato com quartzitos ferríferos e granitóides gnáissicos. São rochas de coloração esverdeada a negra, com foliação variando de incipiente a bem definida, às vezes exibindo mais de uma fase de deformação, com minidobras características das fases D_2 e D_4, definidas nos capítulos subseqüentes. Do ponto de vista composicional, apresentam geralmente natureza anfibolítica, representada pelo par mineral plagioclásio-hornblenda. Entretanto, são ob-

servados ocasionais corpos não-individualizados, de caráter mais básico a ultrabásico, definidos principalmente por anfibolotalcoxistos.

Os quartzitos ferríferos [A(TB)gnmiqf] constituem horizontes descontínuos situados normalmente próximo aos traços principais de zonas de cisalhamento, comumente associados a rochas metabásicas, muitas vezes apresentando realce topográfico, notadamente na região do povoado Manga Velha. Acham-se encaixados no Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig] ou bordejando litótipos da subunidade Granitóide Gnáissico [A(TB)grgn].

São rochas de coloração cinza-plúmbea a avermelhada, quando intemperizadas, granulação fina, intensamente foliadas, constituídas essencialmente por quartzo e minerais ferríferos. Ao microscópio, exibem textura granoblástica, com nítido bandamento composicional, mostrando alternância de finos leitos de quartzo e de leitos compostos por agregados de quartzo e opacos (hematita e magnetita).

Como principais representantes de restos de supracrustais paraderivadas, foram cartografados níveis de quartzitos a moscovita [A(TB)gnmigqt], relativamente contínuos, ocorrendo encaixados em litótipos do complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig], geralmente com destaque topográfico acentuado, formando os morros Canto Alegre, Massapê e Roncador.

São rochas de coloração esbranquiçada, cinza-rósea, granulação fina, relativamente foliada, constituídas essencialmente por quartzo, tendo a moscovita como mineral secundário. Em seção delgada, o quartzo mostra-se deformado, estirado, com parcial processo de recristalização e recuperação em subgrãos. A silimanita, fusicita, turmalina, granada, cianita, zircão e opacos aparecem sempre como minerais acessórios.

Devido à presença constante de intensas zonas de cisalhamento transcorrente, afetando indistintamente os diversos tipos litológicos da Unidade Inferior, notadamente na porção sul da Folha Simões, é comum encontrar-se associadas a esses litótipos faixas relativamente extensas de rochas miloníticas a ultramiloníticas. Macroscopicamente, apresentam-se compostas por rochas de coloração variando de cinza a negra, granulação fina a muito fina. Em lâmina delgada exibem textura milonítica, com grãos bastante triturados, representados por quartzo, feldspato e, mais subordinadamente, biotita.

O estudo dos resultados das análises petrográficas e litoquímicas, realizadas em diferentes rochas da Unidade Inferior, sugere uma evolução metamórfica bastante complexa, constituindo produtos de eventos metamórficos sucessivos, responsáveis pela geração dos litótipos descritos anteriormente. De uma maneira geral, exibem grau metamórfico variando de médio – registrado pela associação mineralógica representada por biotita, moscovita e granada, encontrado em alguns tipos de gnaisses – a alto, como evidenciado pela associação cianita-granada (almandina) em quartzitos e pela presença de gnaisses migmatizados, que ocasionalmente chegam a atingir a anatexia, de acordo com a classificação de Winkler (1977). Todos os seus litótipos enquadram-se na fácies anfibolito.

No que se relaciona aos aspectos deformacionais, a área de exposição dos litótipos ora descritos apresenta dois domínios principais com características bem distintas. O primeiro domínio ocorre na porção sul da folha, correspondendo a uma ampla faixa, de direção E-W, onde são mais evidentes os efeitos da intensa tectônica cisalhante transcorrente ligada ao Lineamento Pernambuco. Nessa região, é comum a presença de zonas de cisalhamento transcorrente, de caráter dextrogiro, aproximadamente paralelas, às quais se associam dobramentos em escalas diversas, com plano axial verticalizado, eixos de mergulho fraco, paralelizados à direção das lineações de estiramento (L_x), bastante bem-impressos nas rochas que aí afloram. Essas lineações exibem caimento variando de 3 a 15 para E ou W. O caráter dextrogiro do lineamento Pernambuco acha-se muito bem-fundamentado em dados de campo, que utilizaram critérios distintos, tais como: relações de folições S/C/C', assimetria de minidobras, cristais deformados, sombras de pressão assimétricas desenvolvidas em porfiroblastos, critérios estes confirmados em escalas macro-, meso- e microscópica.

Os efeitos dessa fase deformacional foram tão intensos, que provocaram a quase total obliteração das feições estruturais pretéritas, sobressaindo-se uma fábrica planar milonítica (foliação milonítica), geralmente com mergulho subverticalizado.

No outro domínio, que compreende o restante da área de exposição dos litótipos da Unidade Inferior, os efeitos da tectônica transcorrente não foram tão intensos como no domínio descrito anteriormente, notando-se melhor preservação dos registros de uma tectônica de baixo ângulo pré-transcorrente.

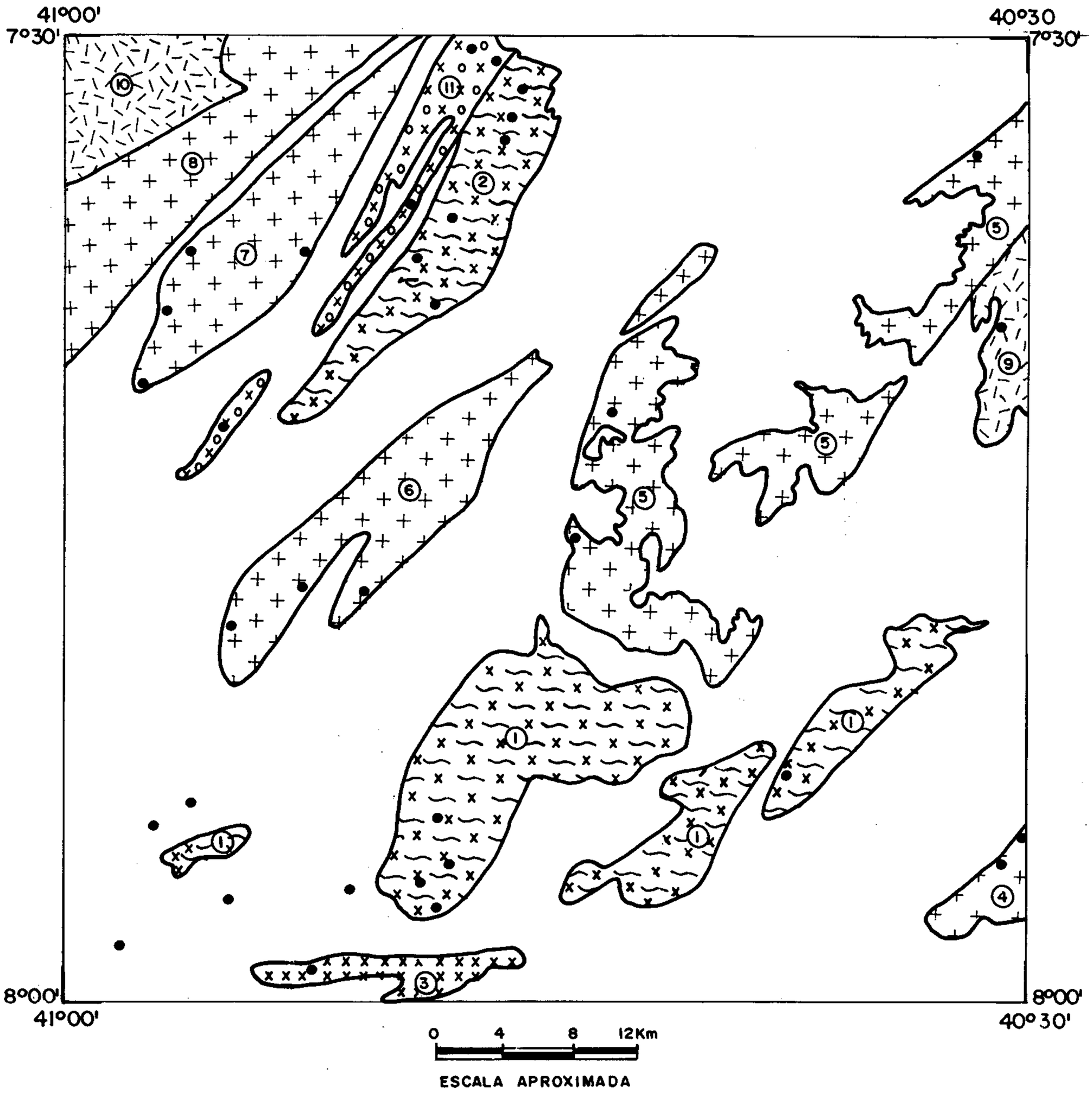
2.3 Rochas plutônicas da Unidade Inferior

2.3.1 Generalidades

No âmbito da área de exposição dos litótipos que compõem a Unidade Inferior, foram individualizados alguns corpos granitóides, enquadrados em dois grupos principais: Granitóide Simões [A(TB)γ] e Granitóide Gnáissico [A(TB)grgn]. A figura II.2.4 mostra a distribuição dos granitóides na folha Simões.

O primeiro grupo tem representatividade relativamente reduzida, ocorrendo somente nas proximidades da cidade de Simões (PI), na porção centro-norte da folha, sendo constituído basicamente por metagranodioritos a biotita-ortognaisses de composição tonalítica.

Os tipos identificados como Granitóide Gnáissico [A(TB)grgn] têm maior representatividade na área. Os corpos mais homogêneos, de dimensões consideráveis, in-



Faixa de Dobramentos Jaguaribeana °

Granitóides do Regime Tardi- a Pós-Transcorrência

11 – Microgranito (PSmg)

10 – Riacho Simões ($PS\gamma_4C$); 9 – Moraes ($PS\gamma_4D$)

Granitóides do Regime Sintranscorrência

8 – Poço do Boi ($PS\gamma_3C$); 7 – Observação ($PS\gamma_3B$);
6 – C. Novo ($PS\gamma_3B$); 5 – Araripina ($PS\gamma_3B$); 4 – Nascente ($PS\gamma_3D$)

Granitóides do Regime Pré- a Cedotranscorrência

3 – Serra Vermelha ($PS\gamma_2$)

Granitóides da Unidade Inferior

2 – Simões [A(TB)γ]; 1 – Granitóide gnáissico [A(TB)grgn]

Ponto amostrado e com resultados analíticos

Fig. II.2.4 – Mapa de distribuição dos granitóides.

seridos nas rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig], afloram principalmente nas porções centro-sul e sudeste da folha. São constituídos por ortognaisses migmatizados, bandados, exibindo padrão deformacional bastante complexo, contendo xenólitos de gnaisses e rochas de composição básica, pertencentes à unidade encaixante (Complexo Gnáissico-Migmatítico).

2.3.2 Granitóide Simões [A(TB)γ]

Ocorre sob a forma de um corpo alongado na direção NE-SW, com diâmetro maior apresentando cerca de 30km de comprimento e diâmetro menor com cerca de 5km de extensão, localizado aproximadamente na porção centro-norte da folha, nas proximidades da cidade de Simões.

Aparentemente, posiciona-se ao longo do eixo de uma estrutura antiformal, bordejada por rochas do Grupo Cachoeirinha, nos seus limites sul e leste, e por rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig], ao norte. Suas relações de contato com os litótipos do Grupo Cachoeirinha não ficaram bem-definidas durante o desenvolvimento dos trabalhos ora apresentados, devido à presença de ampla cobertura detrítica na área de exposição. Já com os demais litótipos da Unidade Inferior apresenta contato concordante a subconcordante, muitas vezes difuso.

No nível afloramento, apresenta uma relativa homogeneidade mineralógica e estrutural, desenvolvendo uma foliação (milonítica), notadamente em sua porção oeste, face a uma maior proximidade com as zonas de cisalhamento transcorrente.

As rochas do Granitóide Simões possuem coloração cinza a cinza-esverdeada, granulação média a grossa e compõem-se basicamente de feldspatos, quartzo e máficos. Raramente, ocorrem porfiroblastos de feldspatos e ocasionalmente são cortados por diques de microgranitos róseos. Ao microscópio apresentam textura granolepidoblástica dominante a eqüigranular, e a composição mineralógica é dada pela associação em proporções variáveis de plagioclásio, quartzo, biotita, epidoto e acessórios. São classificados como metagranodioritos a biotita-ortognaisses de composição tonalítica segundo a moda. Trata-se de rochas predominantemente metaluminosas, embora sejam registrados dois resultados de coríndon normativo inferior a 1%. São também supersaturadas em sílica (SiO_2), atestado pela presença de quartzo normativo, com teores variando de 60,7 a 69,3%.

Várias características de granito do tipo I (Chappell & White, 1984) são verificadas nessas rochas, tais como: relação Molar $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O+CaO) < 1\%$; presença de coríndon normativo $<1\%$; valores de Na_2O_3,2%.

2.3.3 Granitóide Gnáissico [A(TB)grgn]

As rochas dessa unidade afloram como corpos relativamente extensos, com morfologia variada – às vezes de forma amebóide, outras vezes com forma ligeiramente elíptica – distribuídos na porção meridional da Folha Simões.

Suas relações de contato com os litótipos do Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig] são concordantes, de forma difusa, sugerindo uma certa gradação, a tal ponto que muitas vezes se torna difícil traçar o real limite entre as duas unidades, nas aerofotos.

Exibem um padrão deformacional bastante complexo, com os traços da foliação desenhando figuras convolutas, muitas vezes com forma ligeiramente ovóide, sugerindo superposição de eventos deformacionais, à semelhança do encontrado em outras regiões do Brasil, onde predominam rochas de idade arqueana.

As rochas constituintes dessa unidade, com certeza, foram submetidas a mais de uma fase de deformação, uma vez que, em diversos afloramentos, foram identificados padrões de interferência de dobramentos dos tipos "laço" e "bumerangue". Também é marcante, principalmente próximo às zonas de cisalhamento transcorrente que as afetaram, a presença de lineações de estiramento e ocasionais encurvamentos de zonas de charneiras de dobras, sugerindo a existência de dobras em "bainha".

Predominam nessa unidade rochas graníticas, geralmente gnaissificadas, muitas vezes migmatizadas, de aspecto bandado, com faixas fortemente paralelizadas, mesocráticas (paleossoma) e leucocráticas (neossoma) alternadas.

Os termos graníticos têm coloração cinza, cinza-claro a cinza-róseo, granulação variando de fina a média, raramente grossa. Exibem foliação bem nítida dada pela orientação dos seus constituintes minerais, muitas vezes de caráter milonítico. São compostos principalmente de plagioclásio, K-feldspatos, quartzo e biotita. Como acessórios ocorrem: titanita, apatita, opacos, epidoto, zircão e granada. Petrograficamente, são classificados, com maior freqüência, como biotita-ortognaisses de composição granítica a tonalítica. Os processos deformacionais são também visíveis ao microscópio, onde cristais quartzofeldspáticos apresentam-se em geral fraturados, com bordas desgastadas, recristalizados e com forte extinção ondulante.

Nos termos migmatíticos, a porção paleossomática possui granulação fina a média, estrutura gnáissica bem-desenvolvida e uma associação mineral formada por K-feldspatos, quartzo, plagioclásio e biotita. Epídoto, granada, opacos, titanita, zircão e rutilo são os componentes acessórios. O neossoma leucocrático exibe granulação média, em parte grossa, composição granítica, constituído principalmente por quartzo, feldspatos de coloração rósea e esbranquiçada, além de máficos em quantidade subordinada.

As tabelas II.2.1 e II.2.2 contêm a composição mineralógica estimada dos granitóides descritos anteriormente.

Tabela II.2.1 – Composição Mineralógica Estimada dos Granitóides da Unidade Inferior

Tipp	Granitóide Gnáissico [A(TB)grgn)]						
N. Amostra	JR-049	JR-293	JR-368	JR-385	JR-443B	JR-446	JR-450A
Quartzo	30	21	25	32	33	22	18
Microclina	20	07	05	–	40	36	31
Plagioclásio	30	43	40	40	08	10	14
Moscovita	10	03	07	–	–	–	05
Biotita	05	20	20	25	13	32	30
Clorita	Tr	02	–	–	Tr	–	–
Epídoto	Tr	03	02	–	01	–	–
Titanita	–	–	–	–	01	–	–
Apatita	01	Tr	Tr	02	–	–	–
Zircão	–	Tr	–	01	Tr	–	Tr
Allanita	–	Tr	Tr	–	–	Tr	–
Opacos	04	Tr	Tr	–	02	–	02
Carbonato	Tr	–	–	–	–	–	–
Sericita	Tr	Tr	–	–	–	–	–
Granada	–	–	–	–	02	–	–

Tr = traços

Tabela II.2.2 – Composição Mineralógica Estimada dos Granitóides da Unidade Inferior

Tipo	Granitóide Simões [A(TB)γ)									
N. Amostra	JR-097	JR-097d	JR-128	JR-128D	JR-194	JR-194d	JR-195	JR-195d	JR-196	JR-196d
Quartzo	20	20	30	30	24	24	20	20	18	18
Microclina	Tr	Tr	–	–	–	–	–	–	–	–
Plagioclásio	65	65	45	45	50	50	46	46	42	42
Moscovita	05	05	05	05	03	03	02	02	–	–
Biotita	05	05	10	10	15	15	20	20	25	25
Clorita	Tr	Tr	Tr	Tr	01	01	02	02	Tr	Tr
Epidoto	Tr	Tr	05	05	05	05	05	05	15	15
Titanita	–	–	Tr	Tr	–	–	01	01	–	–
Apatita	Tr	Tr	Tr	Tr	01	01	02	02	Tr	Tr
Zircão	01	01	Tr	Tr	–	–	–	–	Tr	Tr
Allanita	Tr	Tr	Tr	Tr	–	–	–	–	–	–
Opacos	02	02	04	04	01	01	02	02	–	–
Carbonato	Tr	Tr	–	–	Tr	Tr	Tr	Tr	–	–
Sericita	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	–	–	–	–

2.3.4 Características litoquímicas das rochas plutônicas da unidade Inferior

2.3.4.1 Amostragem, agrupamento e discriminância

A amostragem de rochas dessa unidade foi de caráter aleatório e, visando a estudo apenas de reconhecimento em âmbito petrologicamente complexo e variado. Resumiu-se a um total de 19 amostras, sendo 11 pertencentes à unidade Simões [A(TB)γ] e oito provenientes da unidade Granitóide Gnáissico [A(TB)grgn], cujos resultados analíticos acham-se representados nas tabelas II.2.3 e II.2.4, respectivamente.

A figura II.2.5 ilustra o agrupamento estatístico das rochas dessa unidade, baseado na aplicação do programa CLUSTER/Sistema GEOQUANT versão 2.O, tendo os coeficentes de distância euclidiana como fatores de medida das similaridades e a construção do dendograma desenvolvida a partir das médias dos pares ponderados, dos 13 óxidos dos elementos maiores.

Investigando-se essa figura, pode-se tirar as seguintes conclusões:

Tabela II.2.3 – Granitóides da Unidade Inferior – Análises Químicas e Normas CIPW

Tipo	Granitóide Simões [A(TB)γ]										
N. Amostra	JR-097	JR-097d	JR-099	JR-128	JR-128d	JR-194	JR-194d	JR-195	JR-195d	JR-196	JR-196d
SiO_2 (%)	66,10	66,00	69,30	63,30	63,00	68,50	67,60	61,80	60,70	60,90	62,00
TiO_2	0,58	0,42	0,21	0,49	0,62	0,22	0,42	0,68	0,62	0,58	0,73
Al_2O_3	16,50	16,10	13,20	16,10	16,10	15,10	15,10	16,10	17,00	16,10	17,00
Fe_2O_3	2,10	2,50	1,50	3,10	3,00	2,60	2,30	3,80	3,70	3,90	3,30
FeO	2,30	1,40	1,20	3,20	2,40	1,90	1,50	3,00	2,40	3,20	2,30
MnO	0,05	0,05L	0,05	0,08	0,06	0,05	0,05L	0,08	0,06	0,08	0,06
MgO	1,30	0,99	0,83	2,20	1,80	1,40	1,20	2,40	2,10	2,70	2,00
CaO	4,60	3,90	3,40	5,00	4,90	4,20	4,20	5,60	5,30	5,70	5,50
Na_2O	4,30	4,60	4,30	3,40	4,30	3,50	4,30	3,20	4,30	3,20	4,30
K_2O	1,60	2,20	1,40	1,70	1,90	1,60	1,70	1,70	1,90	1,80	1,70
P_2O_5	0,17	0,18	0,10	0,30	0,20	0,20	0,15	0,30	0,25	0,30	0,25
P.F.	0,90	1,30	3,90	0,90	1,10	0,80	1,00	1,20	1,30	0,90	0,80
H_2O	0,10	0,20	0,40	0,10	0,10L	0,20	0,10L	0,20	0,10	0,20	0,10L
Nb (ppm)		10 N	10 N		10 N		10 N		10 N		10 N
Zr		204	205		182		123		142		155
Y		14	12		19		14		24		24
Rb		101	80		105		96		101		100
Sr		500	300		620		620		680		630
Ba		960	640		1.180		1.100		880		660
Li		9	7		11		8		11		9
F		250	120		350		220		300		290
QZ	23,13	21,55	32,62	21,67	17,82	30,36	26,21	20,06	13,59	17,86	15,96
OR	9,49	13,23	8,66	10,17	11,44	9,53	10,20	10,20	11,44	10,82	10,14
AB	36,53	39,61	38,11	29,13	37,06	29,86	36,95	27,49	37,06	27,55	36,74
AN	21,06	17,07	13,17	23,12	19,35	19,68	17,13	24,90	21,86	24,66	22,24
C				0,30		0,46					
DI	0,58	1,14	3,04		3,33		2,43	1,17	2,67	1,74	2,95
HY	4,64	3,31	1,44	11,00	6,18	6,78	3,07	11,01	8,43	12,43	6,66
MT	3,03	2,83	2,28	2,92	3,13	2,51	2,83	3,21	3,13	3,07	3,26
IL	1,11	0,81	0,42	0,94	1,20	0,42	0,81	0,55	1,20	1,12	1,40
AP	0,40	0,43	0,25	0,72	0,48	0,48	0,36	0,14	0,60	0,72	0,60

QZ – QUARTZO; OR – ORTOCLÁSIO; AB – ALBITA; AN – ANORTITA; C – CORINDON; DI – DIOPSÍDIO;

HY – HIPERSTÊNIO; MT – MAGNETITA; IL – ILMENITA; AP – APATITA

N – NÃO-DETECTADO

Tabela II.2.4 – Granitóides da Unidade Inferior – Análises Químicas e Normas CIPW

Tipos	Granitóides Gnáissico [A(TB)grgn]							
N. Amostra	JR-039	JR-049	JR-293	JR-368	JR-385	JR-443B	JR-446	JR-450A
SiO_2 (%)	74,10	75,50	68,30	68,00	68,00	74,60	73,30	69,30
TiO_2	0,33	0,17	0,42	0,42	0,52	0,37	0,42	0,52
Al_2O_3	13,20	12,80	15,10	15,60	15,60	11,30	11,30	12,30
Fe_2O_3	2,10	1,10	1,20	1,20	0,91	3,20	1,40	3,80
FeO	1,10	0,48	1,60	1,50	2,20	0,81	2,60	2,90
MnO	0,05	0,05	0,05L	0,05L	0,05	0,05	0,05L	0,05
MgO	0,41	0,25	0,83	0,83	1,30	0,10	0,70	2,10
CaO	1,80	0,84	2,10	2,50	3,10	0,80	0,49	0,28
Na_2O	4,10	4,00	4,20	4,10	4,90	3,60	3,80	3,20
K_2O	3,00	3,60	4,20	3,60	2,00	4,60	4,80	3,50
P_2O_5	0,07	0,05	0,10	0,09	0,15	0,07	0,08	0,10
P.F.	0,40	0,80	1,30	1,40	0,50	0,40	1,00	1,80
H_2O	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10L	0,40	0,30	0,50
QZ	34,19	37,23	22,15	24,01	22,82	34,39	30,40	31,86
OR	17,69	21,52	25,30	21,73	11,97	27,36	28,67	21,13
AB	34,61	34,25	36,23	35,44	42,00	30,66	31,74	27,67
AN	8,45	3,88	9,95	12,06	14,57	01,09		0,75
C	0,10	0,93	0,07	0,64	0,10			3,04
DI						2,13	1,63	
HY	1,52		3,47	3,29	5,82	0,77	4,17	11,28
WO								
OL								
ACM							0,67	
MT	2,65	1,23	1,77	1,78	1,34	2,73	1,72	2,99
IL	0,63	0,33	0,81	0,81	1,00	0,71	0,81	1,01
HE		0,26						
AP	0,17	0,12	0,29	0,22	0,36	0,17	0,19	0,24
TIT								
PI								
RT								
MNA								

QZ - QUARTZO; OR - ORTOCLÁSIO; AB - ALBITA; AN - ANORTITA; C - CORINDON; DI - DIOPSÍDIO; HY - HIPERSTÊNIO;

WO - WOLLASTONITA; OL - OLIVINA; ACM - ACMITA; MT - MAGNETITA; IL - ILMENITA; HE - HEMATITA; AP - APATITA;

TIT - TITANITA; PI - PIRITA; RT - RUTILO; MNA - METASSILICATO de Na

COLUNAS 1 E 2 - OBSERVACOES COMBINADAS EM CLUSTERS
COLUNA 3 - NIVEL DE SIMILARIDADE DE CLUSTER

1	2	3
2	31	.29428
10	18	.40762
12	15	.34270
16	24	.30528
19	21	.25703
20	22	.33431
25	32	.29863
26	35	.29199
33	36	.29166
2	4	.34326
3	6	.44067
9	10	.50434
13	19	.45854
14	20	.37800
16	27	.33615
23	26	.41878
25	29	.38528
33	37	.38884
1	33	.40059
8	12	.41403
9	34	.62257
3	23	.49678
7	8	.50335
9	25	.71159
2	5	.54702
3	7	.54789
9	17	.86542
13	14	.95396
16	30	.67032
2	3	.66503
28	39	.86623
16	38	.90306
2	16	.93643
2	28	.99384
2	9	1.24489
1	2	1.37191
11	40	1.69819
1	11	1.88442
1	13	2.04178

DENDOGRAMA (VALORES AO LONGO DO EIXO X SAO SIMILARIDADES)

Amostra		Analise Petrografica	P.Lacroix classe (*)	ID(indice difer.)	CI(indice color.)	Unidade Litologica
1 JR-002	,481	Microgranito	I	98,00	1,47	Psmg
33 JR-377	,292	Metariolito	I	95,84	2,65	Psmg
36 JR-417	,389	Metariolito	I	96,38	2,74	Psmg
37 JR-419	1,372	Metariolito	I	97,50	2,38	Psmg
2 JR-016	,294	Bi-granito orientado	I	87,99	5,31	PsY2B
31 JR-352	,343	Bi-metagranito(Protomilon.)	I	91,07	4,46	PsY2B
4 JR-023B	,547	Milonito	I	91,55	6,72	PsY2
5 JR-039	,665	Milonito	I	86,49	4,79	Agrgn
3 JR-023A	,441	Milonito	I	90,39	2,28	PsY2
6 JR-049	,497	Milonito	I	93,00	1,82	Agrgn
23 JR-200	,419	Orgonaisse de comp. granitica	I	93,49	1,77	PsY2B
26 JR-303A	,292	Bi-granito	I	91,87	3,96	PsY3C
35 JR-389	,548	Granito fino foliado	I	92,94	2,18	PsY2B
7 JR-058	,583	Ortognaisse	I	94,69	1,37	PsY2
8 JR-088	,414	Bi-granito foliado	I	87,48	4,83	PsY2B
12 JR-108	,343	Granito orientado	I	90,86	3,36	PsY2B
15 JR-147	,936	Granito orientado	I	89,65	3,87	PsY3D
16 JR-191	,385	Bi-granito orientado	II	68,41	3,00	PsY2B
24 JR-225	,336	Bi-ortognaisse	I	86,94	4,97	PsY2B
27 JR-305	,670	Bi-granito orientado	I	88,27	3,30	PsY3C
30 JR-340	,903	Bi-ortognaisse comp. granitica	I	92,91	3,58	PsY2B
38 JR-443B	,994	Ortognaisse migmatizado	I	92,40	6,34	Agrgn
28 JR-321	,866	Mo-Bi-ortognaisse	I	86,00	7,32	PsY2B
39 JR-446	1,244	Bi-ortognaisse migmatizado	I	90,81	8,99	Agrgn
9 JR-097	,504	Bi-tonalito(Protomilonito)	I	69,16	9,35	AY
10 JR-097d	,488	Bi-tonalito(Protomilonito)	I	74,39	8,10	AY
18 JR-194d	,623	Bi-metatonalito protomilonit.	I	73,36	9,13	AY
34 JR-385	,712	Bi-ortognaisse comp. tonalitica	I	76,79	8,16	Agrgn
25 JR-293	,291	Bi-ortognaisse comp. tonalitica	I	83,68	6,06	Agrgn
32 JR-368	,385	Bi-ortognaisse comp. tonalitica	I	81,18	5,88	Agrgn
29 JR-326	,865	Milonito	I	81,85	5,89	PsY2B
17 JR-194	1,884	Bi-metatonalito protomilonit.	I	69,65	9,72	AY
11 JR-099	1,698	Milonito	I	79,39	7,10	AY
40 JR-450A	2,042	Bi-ortognaisse migmatizado	II	80,66	15,29	Agrgn
13 JR-128	,459	Protomilonito comp. tonalitica	II	60,98	14,87	AY
19 JR-195	,257	Bi-metatonalito	II	57,75	16,60	AY
21 JR-196	,954	Bi-metatonalito	II	56,24	18,35	AY
14 JR-128d	,378	Protomilonito comp. granitica	II	66,31	13,83	AY
20 JR-195d	,334	Bi-metatonlito	II	62,09	15,43	AY
22 JR-196d		Bi-metatonalito protomilonit.	II	63,84	14,27	AY

(*) I = Leucocratico
II = Mesocratico

Figura II.2.5 – Análise Cluster e parâmetros petroquímicos (Granitóides da Folha Simões).

a) a Unidade A(TB)grgn acha-se subdividida em três subgrupos, com amostras dispostas próximas ao topo do dendograma, na parte intermediária e próximo à base. A unidade A(TB)γ divide-se em dois subgrupos, um próximo à base e o outro na base;

b) a Unidade A(TB)grgn mostra uma tendência mais intermediária, enquanto a unidade A(TB)γ é francamente de característica mais básica;

c) a disposição das amostras dessas unidades no dendograma, quando comparada com as classes de rochas de Lacroix, bem como os índices de diferenciação de Thorton & Tuttle (1960) e os índices normativos de coloração de Irvine & Baragar (1971), guarda uma correspondência bastante marcante, ou seja: as amostras situadas no topo e nas partes superiores do dendograma pertencem à classe I de Lacroix, têm alto índice de diferenciação (ID80) e baixo índice de coloração normativo (não superiores a 7, com concentração em torno de 2).

Uma vez verificado esse agrupamento, procurou-se identificar os óxidos que melhor discriminassem as rochas agrupadas nessas diferentes unidades. Utilizou-se, para tanto, o programa STPDISC/Sistema GEOQUANT versão 2.0, obtendo-se os seguintes resultados:

– Contribuição percentual dos óxidos
  $CaO = 62{,}92868\%$; $K_2O = 37{,}07132\%$
– Média da unidade A(TB)grgn (granitóide Gnáissico)
  $CaO = 1{,}4887\%$; $K_2O = 3{,}6625\%$
– Média da unidade A(TB)γ (granitóide Simões)
  $CaO = 4{,}7545\%$; $K_2O = 1{,}7455\%$

Os dados indicam que o Granitóide Simões é do tipo *high*-Ca (e *high*-alumina, na concepção de Barker: $Al_2O_3 = 15{,}855\%$) enquanto o Granitóide Gnáissico é *low*-Ca (e *low*-alumina: $Al_2O_3 = 13{,}400\%$). Com base nas características aqui indicadas e seguindo-se um raciocínio análogo ao de Condie (1979) para os terrenos de Barberton, propõe-se que o Granitóide Simões (Unidade A(TB)γ) seja estratigraficamente mais antigo do que o Granitóide Gnáissico (Unidade A(TB)grgn).

2.3.4.2 Classificação químico-mineralógica

Na figura II.2.6, foram plotados os valores dos parâmetros Q e P de Debon & Le Fort (1983) para as amostras dos plutonitos em pauta, sendo notório o comportamento homogêneo das amostras relativas à Unidade A(TB)γ (granitóide Simões), quando comparado com certa dispersão, característica das amostras da Unidade A(TB)grgn (Granitóide Gnáissico). Os pontos do Granitóide Simões são perfeitamente alinhados num *trend* N-S no campo do tonalito, semelhante ao *trend* toleítico, enquanto as amostras dos Granitóides Gnáissicos [A(TB)grgn] se situam nos campos dos granodioritos (duas amostras) e adamelitos (seis amostras), definindo um *trend* tipicamente calcialcalino ou granodiorítico.

2.3.4.3 Balanço de alumina e comportamento dos álcalis *versus* cálcio

Com base no diagrama Ax B de Debon & Le Fort (1983) (figura II.2.7), a Unidade A(TB)γ (Granitóide Simões) é francamente metaluminosa, com seus pontos plotados no campo IV com biotita, hornblenda orto- e clinopiroxênio e olivina, sendo mais típicos a biotita-hornblenda. Por seu turno a Unidade Granitóide Gnáissico [A(TB)grgn] evolui no domínio metaluminoso e adentra ligeiramente o domínio peraluminoso, onde permanece na fronteira entre os campos II e III, enquanto no domínio metaluminoso, onde é predominante, permanece no campo IV, ou seja, rico em hornblenda e biotita.

A disposição das amostras de ambas as unidades nesse diagrama constitui praticamente o mesmo *trend* CAFEM (cafêmico), sendo aqueles da Unidade A(TB)γ os termos mais primitivos, ou mais ricos em máficos. Entretanto, levando-se em conta a disposição dos pontos na figura II.2.7 é mais provável que os pontos da Unidade A(TB)grgn tenham mais afinidade com o *trend* ALCAF (aluminocafêmico), que é paralelo ao cafêmico e evolui mais no domínio peraluminoso.

Na figura II.2.8, o Granitóide Simões aparece paralelo ao *trend* toleítico, enquanto a unidade A(TB)grgn (Granitóide Gnáissico) se posiciona mais próximo do vértice dos álcalis (A), não existindo definição segura quanto ao seu caráter químico, embora pareça mais com o padrão calcialcalino. Na figura II.2.9, nota-se um deslocamento geral dos pontos para os campos mais alcalinos, ou seja, a Unidade A(TB)γ aparece com amostras nos campos tolcítico e calcialcalino e a Unidade A(TB)grgn

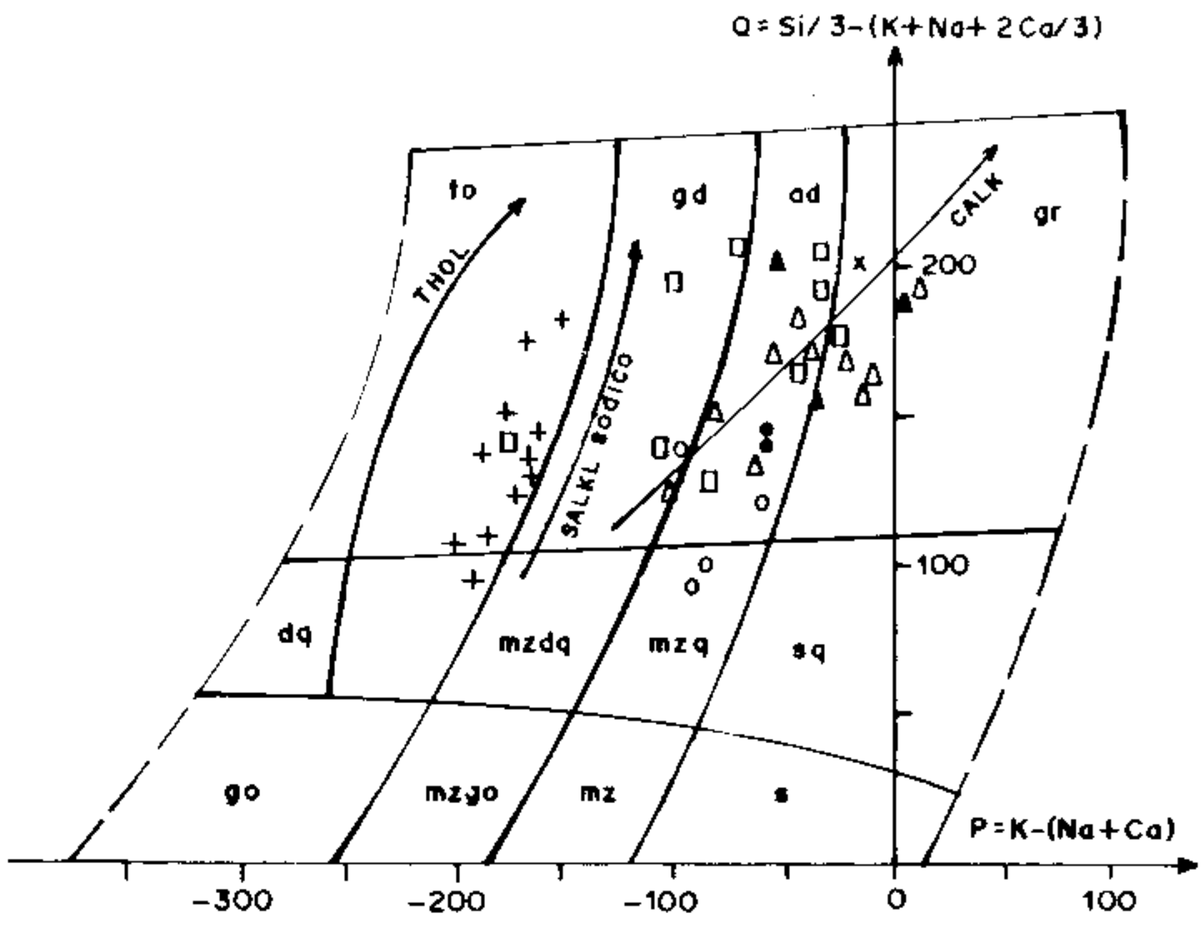


Fig. II.2.6 – Classificação química de granitóides segundo Debon & Le Fort (1983) para as rochas da folha Simões. Chave dos campos: to - tonalito; gd - granodiorito; ad - adamelito; gr - granito; dq - quartzodiorito; mz - quartzomonzonito. Unidade Inferior: (+) - A(TB)grgn; (□) - A(TB)grgn. Regime transcorrente: (▲) - PSγ2; (△) - PSγ3B; (●) - PSγ3D; (X) - PSγ4D e (o) - PSmg.

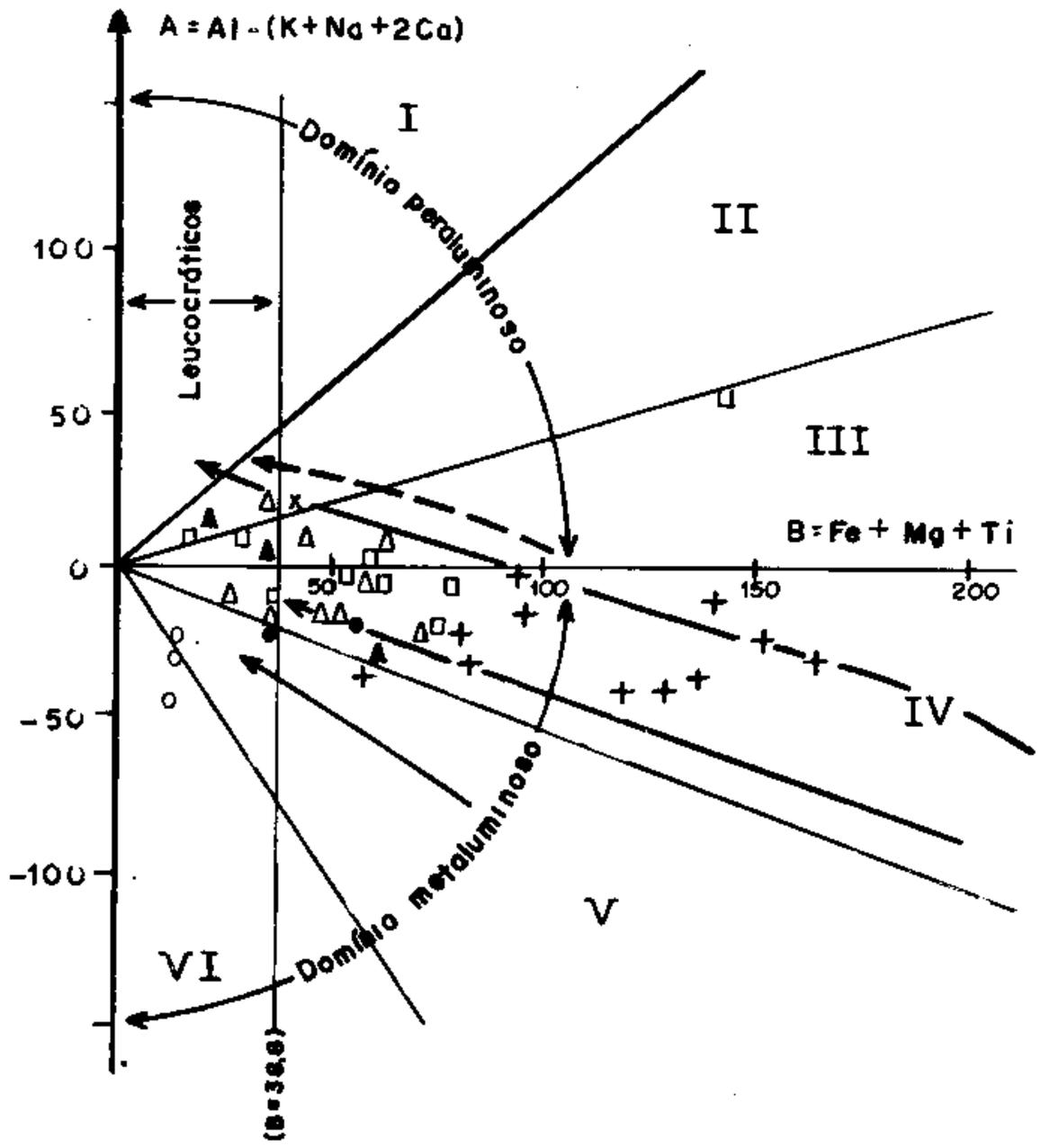


Fig. II.2.7 – Composição dos granitóides da Folha Simões, segundo diagrama de Debon & Le Forte (1983). Chave dos campos: I - moscovita > biotita; II - biotita > moscovita; III - biotita ± ...; IV - ± biotita ± hornblenda ± piroxênio ± olivina ± ...; V - ± clinopiroxênio ± ...; VI - Rochas ígneas de composição excepcional. Unidade Inferior: (+) A(TB)γ; (□) - A(TB)grgn. Regime transcorrente: (▲) - PSγ2; (△) - PSγ3B; (○) - PSγ3D; (x) - PSγ4D e (o) - PSmg.
trend CAEEM **trend** ALCAF

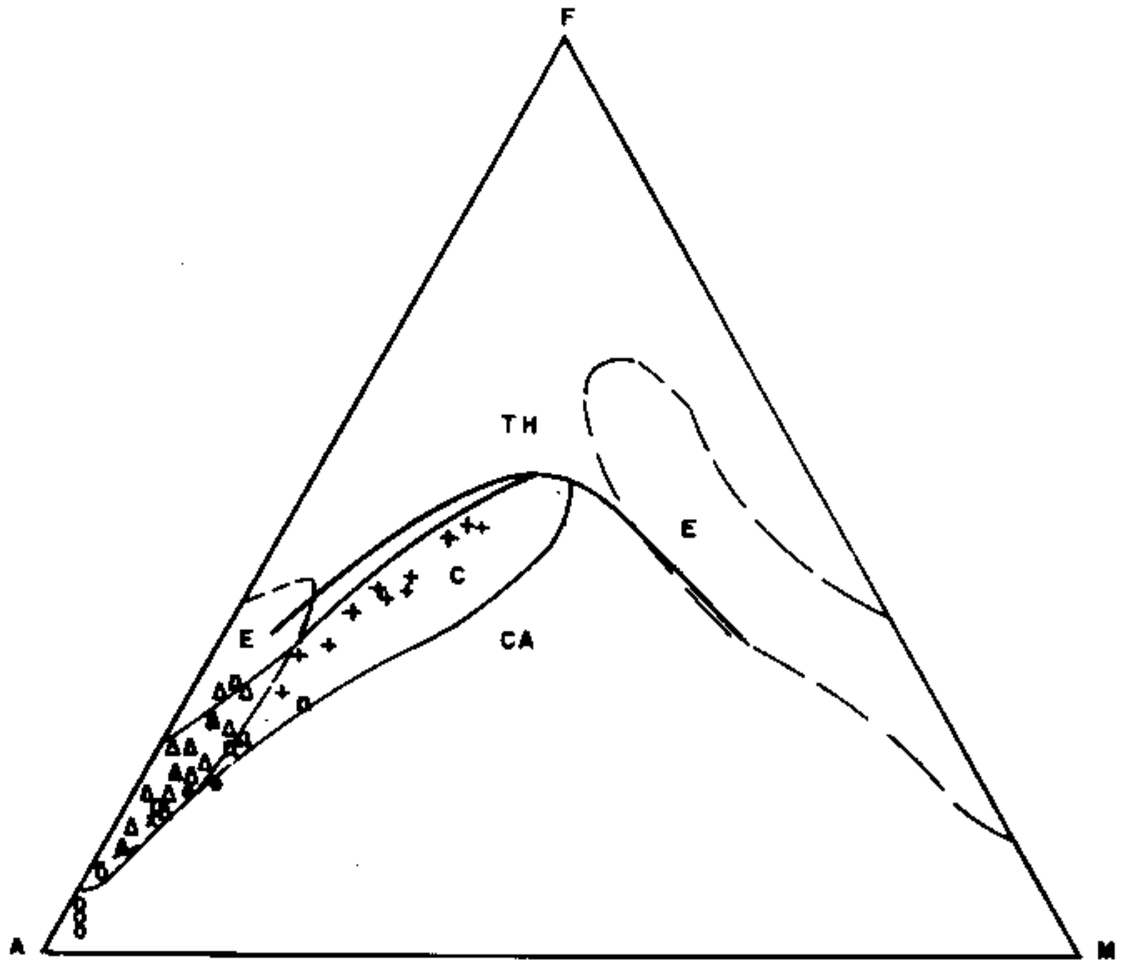


Fig. II.2.8 – Diagrama AFM, segundo Irvine & Baragar (1971), com limites dos campos toleítico (TH) e calcialcalino (CA) para os granitóides da folha Simões. Unidade Inferior: (+) - A(TB)γ; (□) - A(TB)grgn. Regime transcorrente: (▲) - PSγ2; (△) PSγ3B; (○) - PSγ3D; (x) - PSγ4D e (o) - PSmg. (E) - Ambiente distensivo, (C) - Ambiente compressivo.

(Granitóide Gnáissico) desenvolve-se nos campos calcialcalino e alcalino. Finalmente, a figura II.2.10 indica uma divisão na população Simões [A(TB)γ] em dois ramos: um subalcalino (SALKL) e outro toleítico, enquanto na Unidade A(TB)grgn predomina um caráter subalcalino claro.

2.3.4.4 Ambiência geotectônica

A figura II.2.11, a partir das relações dos parâmetros multicatiônicos R_1 e R_2 definidos por La Roche et alii (1980), indica claramente o posicionamento dos granitóides da Unidade A(TB)γ (Granitóide Simões) como pré-colisão de placas – PC, enquanto a Unidade A(TB)grgn (Granitóide Gnáissico) varia entre os campos sincolisional – SC, soerguimento pós-colisional – SPC e tardiorogênicos – TO, sendo ambas as unidade características de regime compressivo. Aliás, esse caráter já estava definido para a unidade A(TB)γ na figura II.2.8, porém não estava claro para a unidade A(TB)grgn.

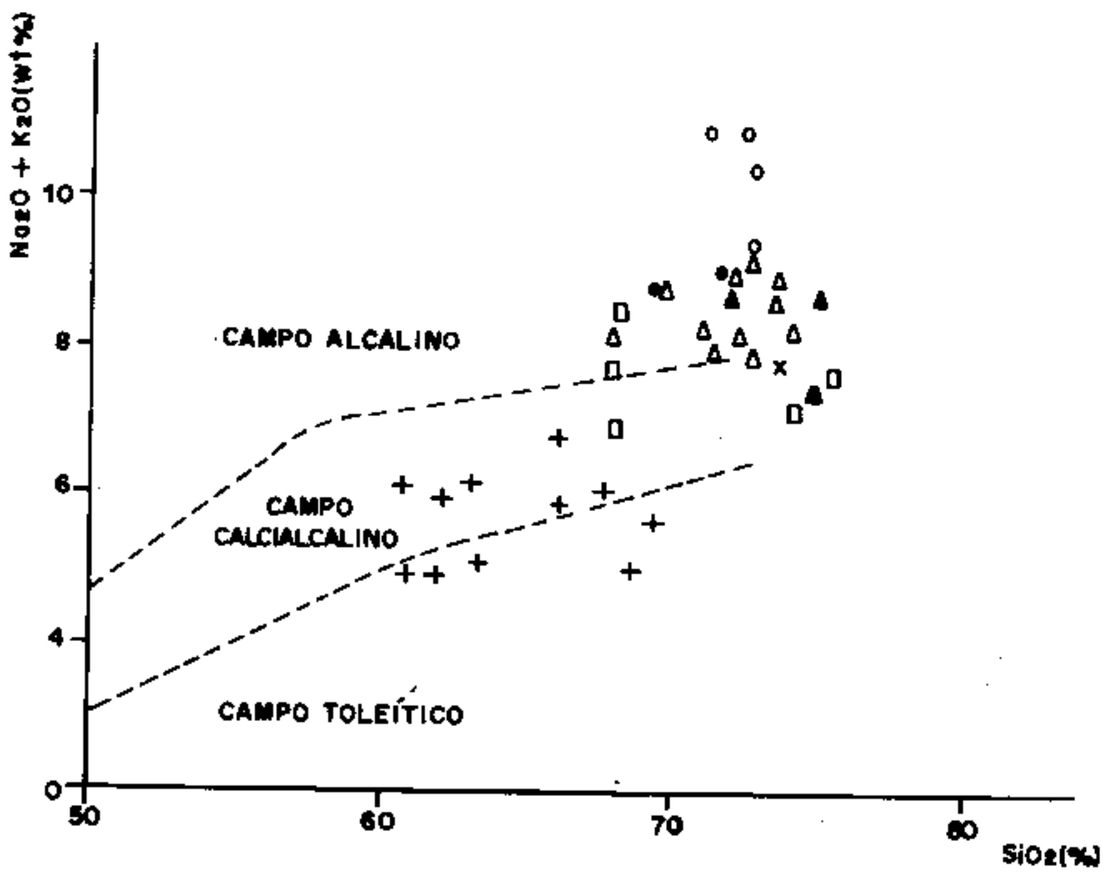


Fig. II.2.9 – Aplicação do diagrama triangular QFB de Deblon & Le Fort (1983), mostrando as diferentes associações do tipo cafêmico ou aluminocafêmico, para os granitóides da folha Simões. THQL – toleítico; CALK – calcialcalino; SALKD – alcalino supersaturado. Unidade Inferior: (+) – A(TB)γ; (□) A(TB)grgn. Regime transcorrente: (▲) - PSγ2; (△) - PSγ3B; (○) PSγ3D; (x) PSγ4D e (o) - PSmg.

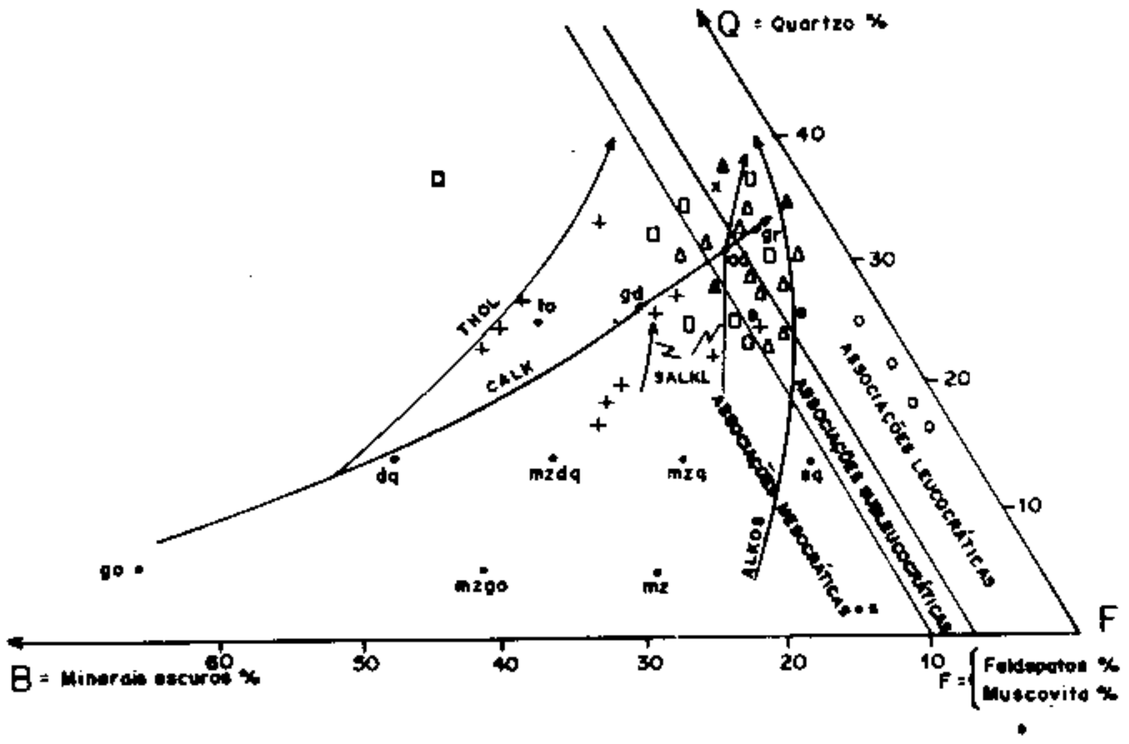


Fig. II.210 – Aplicação do diagrama triangular QBF de Debon & Le Fort (1983), mostrando as diferentes associações do tipo cafêmico ou aluminocafêmico, para os granitóides da folha Simões. THQL - toleítico; CALK - calcialcalino; SALKD - subalcalino escuro; SALKL - subalcalino claro; ALKOS - alcalino supersaturado. Unidade inferior: (+) - A(TB)γ; (□) A(TB)grgn. Regime transcorrente: (▲) - PSγ2; (△) - PSγ3B; (●) - PSγ3D; (x) - PSγ4D e (o) - PSmg.

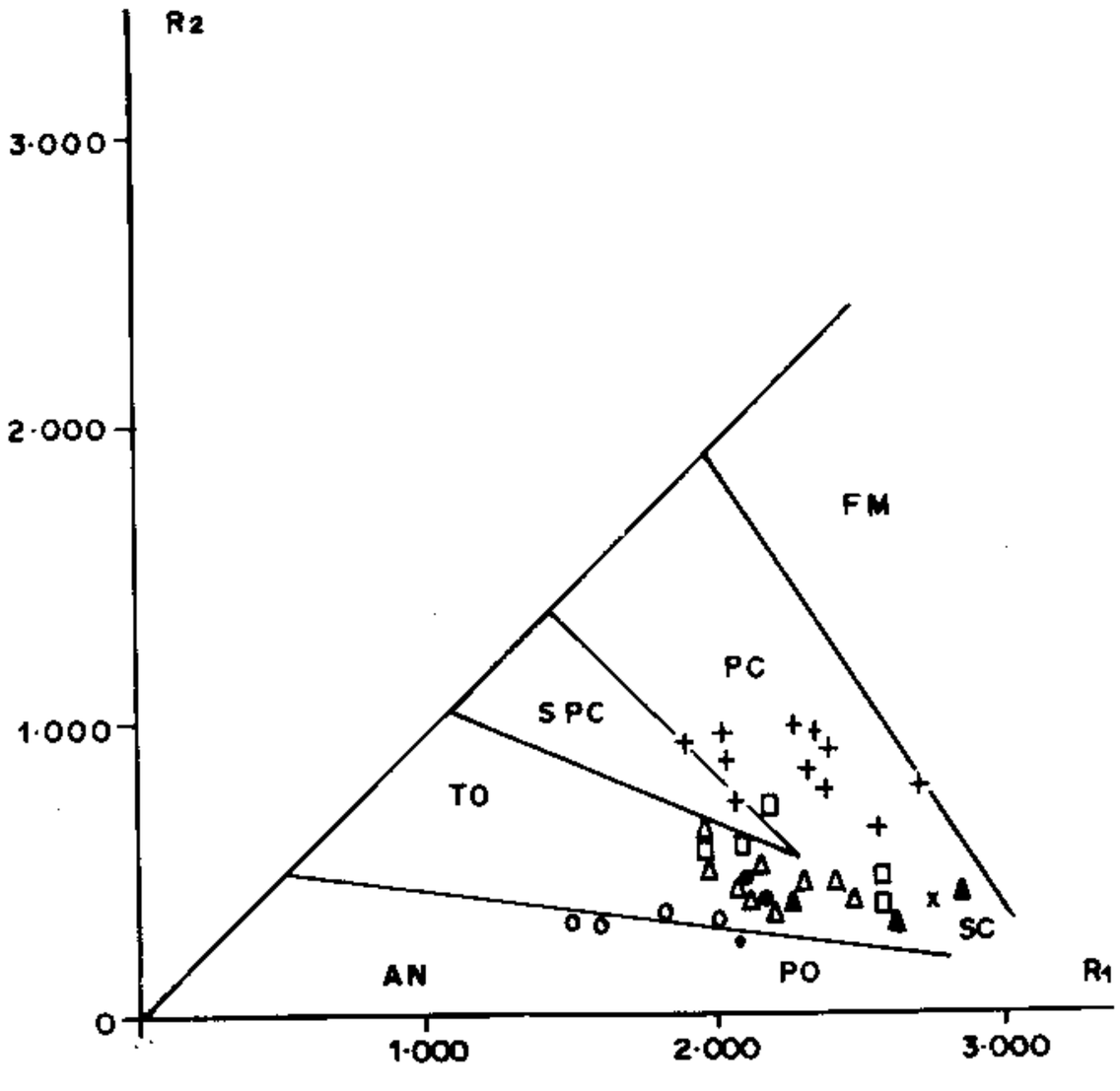


Fig. II.2.11 – Diagrama R_1, R_2 com indicação de ambientes tectônicos (La Roche et alii, 1980) para os granitóides da folha Simões. Chave dos campos: PC - Pré-colisão; SPC - Sorguimento pós-colisão; TO - Tardiorogênico; SC - Sincolisão: Unidade Inferior: (+) -A(TB)γ; (□) A(TB)grgn. Regime transcorrente: (▲) - PSγ2; (△) - PSγ3B; (●) - PSγ3D; (x) - PSγ4D e (o) - PSmg.

Fig. II.2.11 – Diagrama R_1, R_2 com indicação de ambientes tectônicos (La Roche et alii, 1980) para os granitóides da folha Simões. Chave dos campos: PC - Pré-colisão; SPC - Sorguimento pós-colisão; TO - Tardiorogênico; SC - Sincolisão: Unidade Inferior: (+) - A(TB)γ; (□) A(TB)grgn. Regime transcorrente: (▲) - PSγ2; (△) - PSγ3B; (●) - PSγ3D; (x) - PSγ4D e (o) - PSmg.

Na figura II.2.12, a Unidade A(TB)γ (granitóide Simões) se desenvolve em ambiente de arco vulcânico, enquanto o Granitóide Gnáissico está presente, tanto nesse ambiente vulcânico, como em ambiente sincolisional. Entretanto, levando-se em conta os valores de Al_2O_3 referidos no subitem 2.4.1 para ambas as unidades, vê-se que o Granitóide Simões [A(TB)γ] com média de Al_2O_3 igual a 15,855%, seria mais típico de ambiente continental ou de transição, enquanto os Granitóides Gnáissicos, com a média de alumina igual a 13,40%, são mais tipicamente de ambiente oceânico (arco vulcânico), de acordo com a divisão feita por Arth (1979).

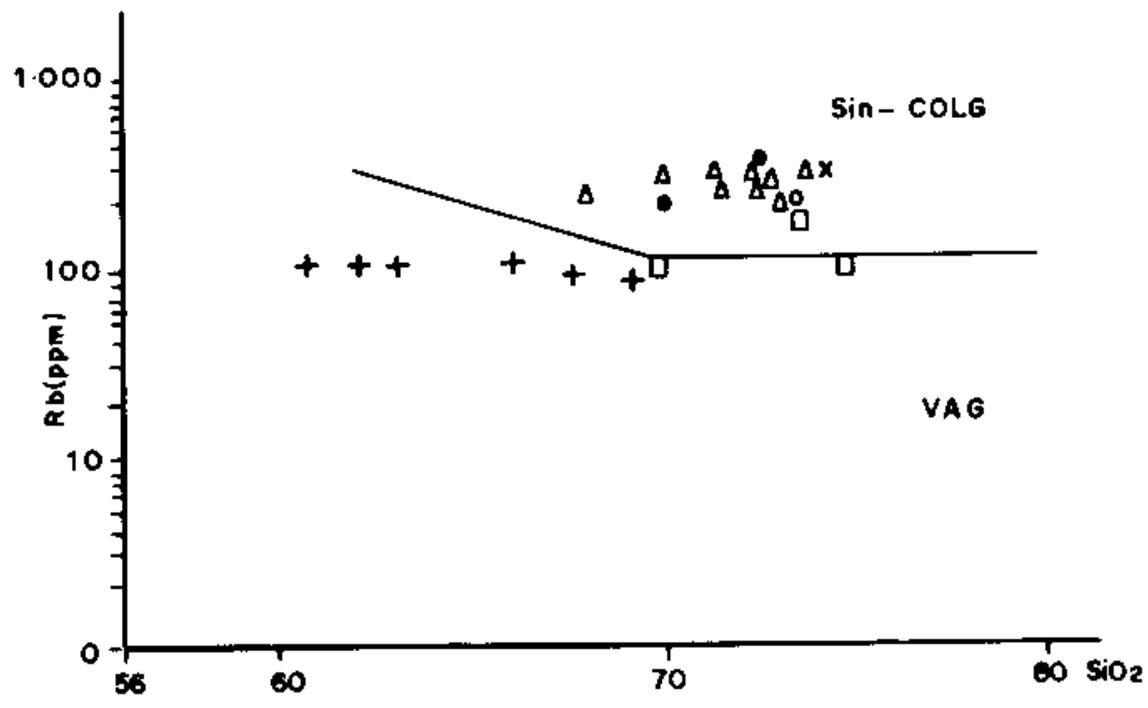


Fig. II.2.12 – Diagrama Pb x SiO_2 (Pearce et alii, 1980) dos granitóides da folha Simões: Sin-COLOG - granitos sincolisionais; VAG - granitos de arcos vulcânicos. Unidade Inferior: (+) - A(TB)γ; (□) A(TB)grgn. Regime transcorrente: (△) - PSγ2; (●) - PSγ3B; - PSγ3D; (x) - PSγ4D e (o) - PSmg.

2.3.4.5 Potencial metalogenético

Ambas as unidades são indicadas como granitóides da série magnetita de Ishihara (1977) e granitos do tipo I de Chappell & White (1974), I-WC de Ague & Brimhall (1987), ou mais especificamente granito tipo I – Cordilheirano de Pitcher (1983) para a unidade A(TB)γ e tipo I Caledoniano para a Unidade A(TB)grgn. Tomando-se por base a disposição dos pontos dessas unidades no diagrama QAP da figura II.2.15 com os campos de potenciais metalogenéticos associados aos campos das séries plutônicas definidos por Lameyre & Bowden (1987), conclui-se que a Unidade A(TB)γ (Granitóide Simões) tem potencial para Mo-Cu, dentro das séries calcialcalinas. A assertiva aqui expressa fica reforçada quanto à sua veracidade, levando-se em conta a proximidade do corpo granítico de São Julião, mineralizado em Cu-Mo, conforme estudado por Farina, 1980 (ocorrência nº 855 de Cu no Mapa Geológico do Brasil, 1981; escala 1:5.000.000), bem como os pontos de Mo detectados pelos serviços de prospecção geoquímica (ver: Figura II.4.3, Mapa de Integração Geológico-Geoquímica). Levando-se em conta

os estudos de Ishihara (1977), tanto os granitóides da Unidade A(TB)γ quanto aqueles da Unidade [A(TB)grgn] são considerados como pertencentes à categoria de granitos da série magnetita desse autor (figura II.2.13) e do tipo I (figura II.2.14) de Chappel & White (1974); presume-se que sejam metalotectos para mineralizações de Au, Cu, Mo, Ag, W, Pb e Zn. Seguindo-se o esquema de Ague & Brimhall (1987), os granitóides da Unidade A(TB)γ (granitóide Simões) são de característica mais básica, menos contaminados com material da crosta, portanto tipo I-WC, enquanto aqueles da Unidade A(TB)grgn (Granitóide Gnáissico) são de caráter mais contaminado, tipo I-MC.

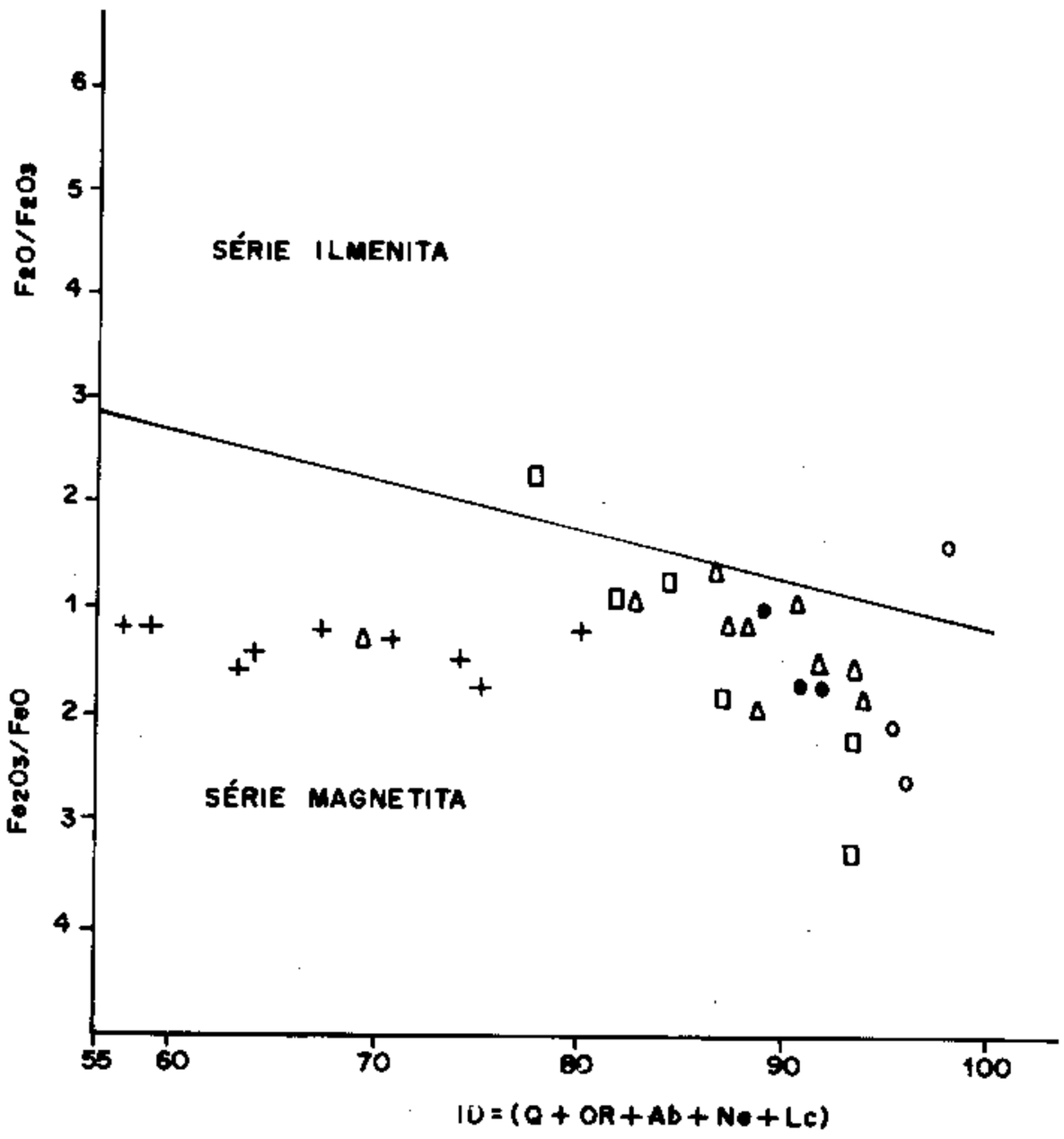


Fig. II.2.13 – Diagrama de Ishihara (1977) para os granitóides da folha Simões. Unidade inferior: (+) - A(TB)γ; (□) A(TB)grgn. Regime transcorrente: (▲) - PSγ2; (△) - PSγ3B; (●) - PSγ3D; (x) - PSγ4D e (o) - PSmg.

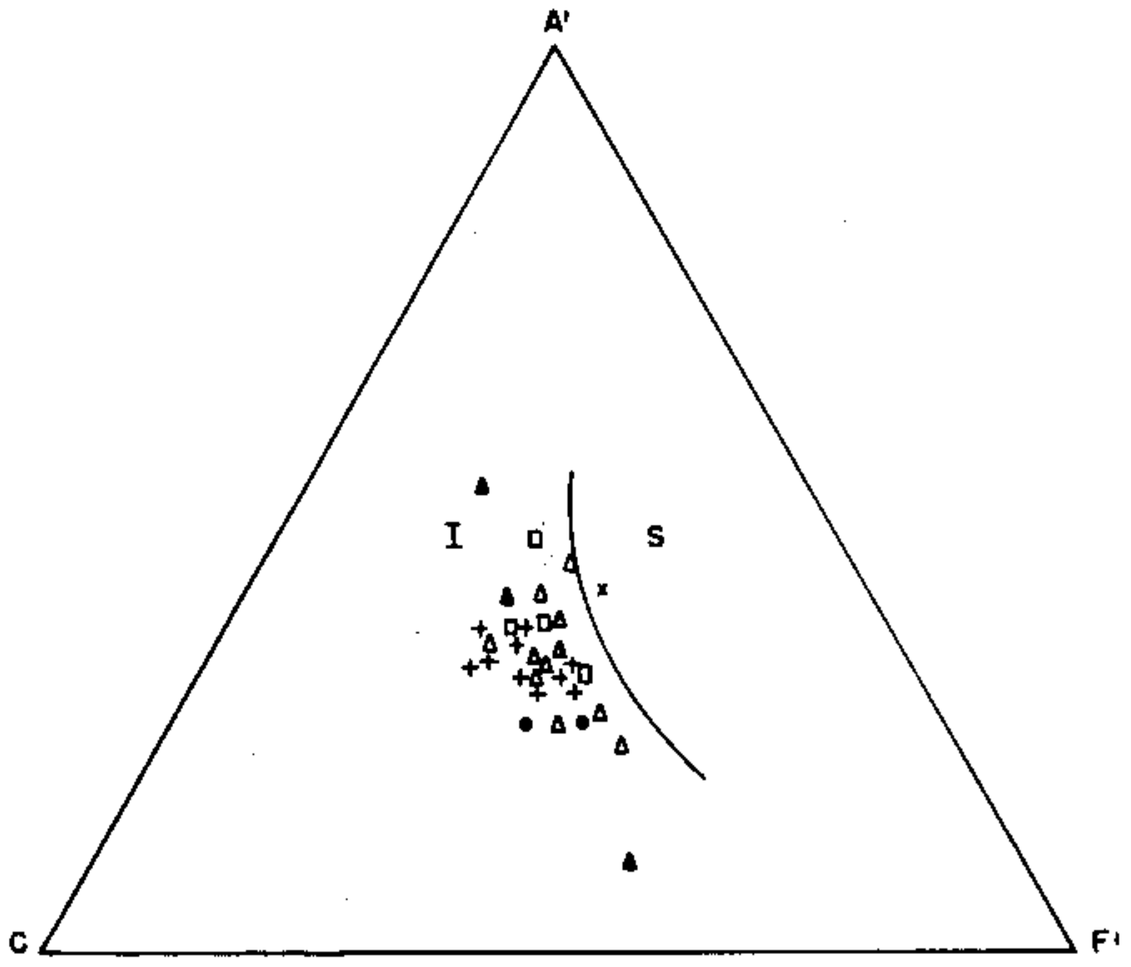


Fig. II.2.14 – Diagrama ACF (Takahashi et alii, 1980) comlimite dos campos I e S, para os granitóides da folha Simões. Unidade inferior: (+) - A(TB)γ; (□) A(TB)grgn. Regime transcorrente: (▲) - PSγ2; (△) - PSγ3B; (●) - PSγ3D; (x) - PSγ4D e (o) - PSmg.

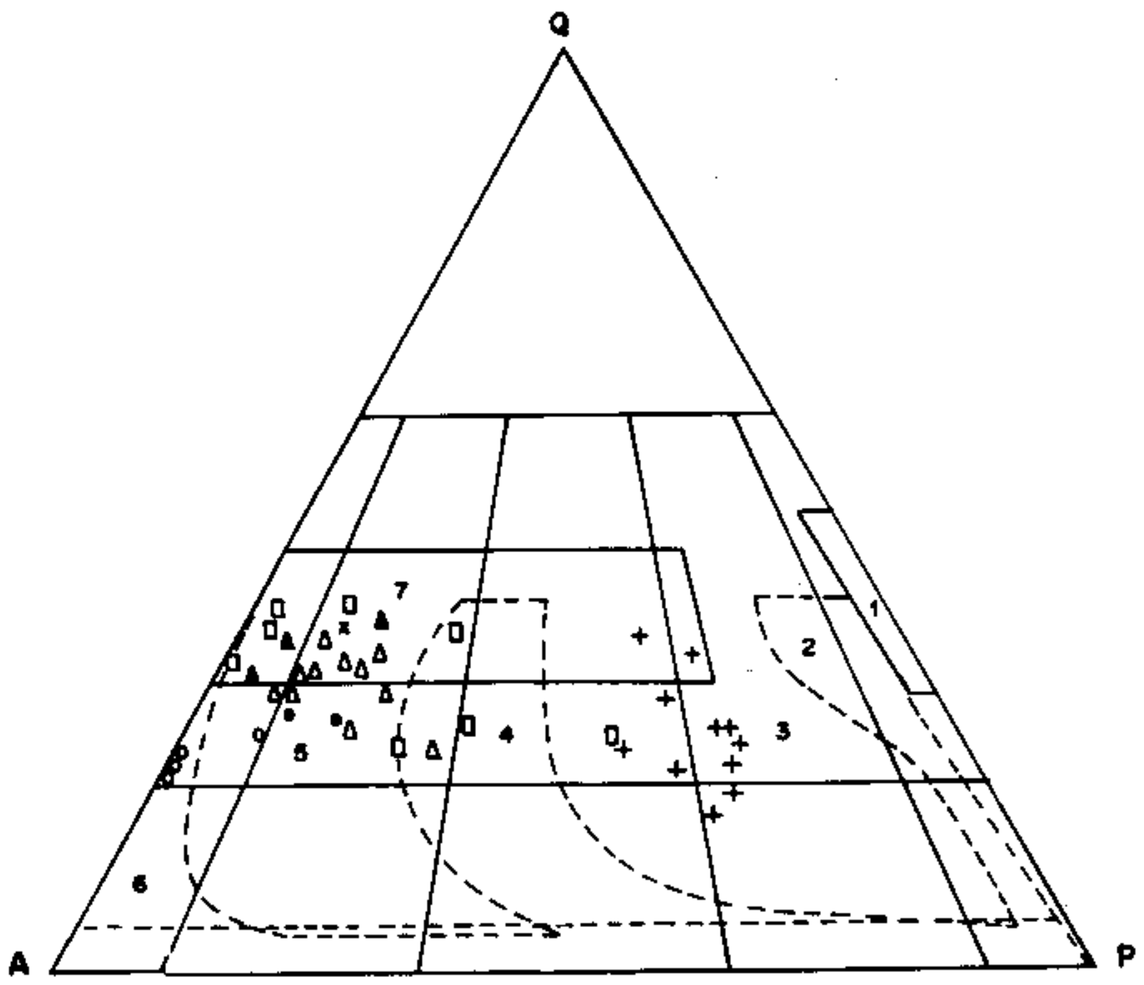


Fig. II.2.15 – Diagrama QAP de Streckeisen, utilizado por Lameyre & Bowden (1982) para os granitóides da folha Simões. Chave dos campos: 1 - Toleítico; 2 - Calcialcalino-trondjjemítico (baixo k); 3 - Calcialcalino - granodiorítico (médio k); 4 - Calcialcalino-monzonítico (alto k); 5 - Granitóides aluminosos de províncias alcalinas; 6 - Alcalinas e peralcalinas; 7 - Granito de fusão crustal. Granitóides da unidade inferior: (+) - A(TB)γ; (□) A(TB)grgn. Regime transcorrente: (▲) - PSγ2; (△) - PSγ3B; (●) - PSγ3D; (x) - PSγ4D e (o) - PSmg.

2.4 Faixa de Dobramentos Jaguaribeana

2.4.1 Grupo Cachoeirinha

2.4.1.1 Generalidades

A denominação e a distinção entre os grupos Cachoeirinha e Salgueiro é atribuída a Barbosa et alli (1964, 1970), em trabalhos realizados no domínio da Faixa de Dobramentos Piancó-Alto Brígida, sua principal área de ocorrência. Essa distinção é até hoje discutível, uma vez que foi fundamentada unicamente na diferença do grau metamórfico dos seus litótipos constituintes. Outros autores, como França et alii (1980) e Jardim de Sá (informação verbal), advogam que inexistem evidências concretas para separação dessas duas unidades, admitindo, inclusive, a correlação de seus metassedimentos com aqueles do Complexo Casa Nova e Grupo Seridó, que apresentam, aparentemente, o mesmo substrato e são afetados pelas mesmas fases deformacionais.

Trabalhos posteriormente realizados ao longo de suas principais faixas de afloramentos aprimoraram o conhecimento geológico desse grupo, notadamente no tocante a seus aspectos litológicos. Assim, Brito Neves (1975), no seu trabalho de síntese regional, individualizou uma seqüência terrígena basal, formada por gnaisses, quartzitos, xistos, calcissilicáticas e calcários, subjacente a uma seqüência terrígena superior, constituída por filitos, cloritaxistos e, subordinadamente, níveis de quartzitos. Beurlen et alii (1978), em levantamentos geológicos realizados na região de Catingueira (PE), corroboravam a proposição de Brito Neves, e consideraram as duas seqüências como pertencentes a um único ciclo sedimentar. Munis & Santos (1980) identificaram no Grupo Cachoeirinha três fácies distintas: uma psamito-pelítica, uma pelítica e uma de contribuição vulcanogênica. Mais tarde, Silva Filho et alii (1985) confirmaram a presença as três fácies, e caracterizaram a unidade como constituída por litótipos de baixo grau metamórfico (facies xisto-verde), exibindo somente duas fases de deformação, ao contrário do Grupo Salgueiro formado por rochas de grau metamórfico mais elevado (fácies anfibolito), onde foram identificadas três fases deformacionais.

Na conceituação aqui adotada, o Grupo Cachoeirinha compreende uma seqüência de supracrustais de caráter metavulcanossedimentar de baixo grau metamórfico, que ocorre aproximadamente na porção central das folhas Patos e Simões. Consiste basicamente de sericita-cloritaxistos, cloritaxistos e albita-cloritaxistos, de origem vulcânica, e encerrando estreitos horizontes lenticularizados de quartzitos micáceos e um corpo alongado de rochas ultramáficas metamorfizadas. Pelos seus caracteres litológicos e deformacionais, pode ser correlacionado com as supracrustais da região de Aurora (CE) (Barbosa, 1978, e Gomes, 1984) e Faixa Orós (Macedo et alii, 1988). Vale salientar que a inexistência de dados geocronológicos torna difícil estabelecer com precisão sua correlação com outras unidades da Província Borborema, podendo-se, no entanto, afirmar que seus principais aspectos deformacionais e litológicos se apresentam bem mais simples que os encontrados no Complexo Casa Nova, aflorante logo a sul do Lineamento Pernambuco.

Seus litótipos encontran-se preenchendo uma "calha", relativamente ampla, de caráter sinclinorial, refletida por dobramentos menores (F_4), com superficies axiais de mergulho forte, eixos com direção preferencial NE-SW, afetando uma foliação metamórfica regional (S_2) dada pela clivagem de plano axial de dobras isoclinais apertadas (F_2), que, por sua vez, já dobram uma outra superfície metamórfica (S_1). Critérios de campo sugerem íntima relação entre essas dobras de última geração e as zonas de cisalhamento transcorrentes identificadas na região, já que na maioria das vezes os seus eixos acham-se paralelizados a lineações de estiramento relacionadas a esse evento.

Corpos ígneos do Proterozóico Superior de natureza plutônica e subvulcânica e composição granítica a granodiorítica cortam toda a seqüência citada.

2.4.1.2 Distribuição geográfica

Os litótipos pertencentes ao Grupo Cachoeirinha ocorrem ao longo de uma faixa contínua, relativamente extensa, de direção nordeste-sudoeste, partindo desde a porção centro-oeste da folha, onde sua espessura aflorante é superior a 18km, prolongando-se até as proximidades de Ma- lhada da Areia, onde apresenta área de exposição mais reduzida. A oeste, essa faixa extrapola os limites da folha, estendendo-se para a Folha Patos. Na extremidade nordeste, sua continuidade acha-se encoberta pelos sedimentos mesozóicos da bacia do Araripe.

2.4.1.3 Relações de contato

As rochas dessa unidade encontram-se preenchendo uma "calha" de caráter sinclinorial, repousando discordantemente sobre rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig] da unidade Inferior. Discordância esta não-facilmente observável em escala de afloramentos, devido às deformações e metamorfismo que afetaram a seqüência e também pela escassez de afloramentos. Dois fatores, no entanto, reforçam sua existência: a brusca diferença de grau metamórfico entre os tipos constituintes da Unidade Inferior (facies anfibolito médio a alto) e do Grupo Cachoeirinha (fácies xisto-verde), bem como a intensidade de deformação que se apresenta bastante distinta entre as duas unidades. Na porção centro-norte da folha, essas supracrustais acham-se capeadas por sedimentos mesozóicos da bacia do Araripe, em nítida discordância angular/erosiva.

2.4.1.4 Litologia, metamorfismo e deformação

O Grupo Cachoeirinha, no âmbito da área estudada, acha-se representado predominantemente por metassedimentos pelíticos, intercalados por metavulcânicas (PMchxtmv), e níveis de quartzitos micáceos (PMchxqt).

Como principais constituintes dos metassedimentos ocorrem rochas xistosas de granulação fina, coloração normalmente cinza-esverdeada, finamente foliadas, muitas vezes exibindo intensa crenulação. São formadas principalmente por clorita, sericita e quartzo, ocasionalmente contendo pontuações de opacos (magnetita). São freqüentes as segregações de níveis de quartzo, que funcionam como parâmetros dos estilos deformacionais que afetaram a unidade.

Ao microscópio, exibem textura lepidoblástica e lepidogranoblástica; apresentam, como minerais essenciais, clorita, sericita e moscovita. Muito raramente, ocorrem grãos de granada, quase inteiramente pseudomorfizada para clorita, mais opacos, envoltos pela foliação, indicando uma origem pré-cinemática. É importande salientar que a presença de granada é um evento muito raro ao longo de sua área de exposição. Como minerais acessórios podem ser citados: opacos, apatita e zircão. Petrograficamente, são classificadas como: clorita-quartzoxistos, mais abundantes, sericita-clorita-quartzoxistos, e, ocasionalmente, moscovita-clorita-quartzoxistos.

Associadas aos xistos, encontram-se lentes de quartzito a moscovita, que podem ocorrer tanto na base da seqüência, quanto como níveis intercalados. Constituem geralmente horizontes descontínuos, extremamente alongados. Muitas vezes, sugerem tratar-se de variações laterais de fácies dentro da seqüência como um todo, inclusive exibindo contato gradacional.

Mesoscopicamente, apresentam-se como rochas leucocráticas, de coloração creme a esbranquiçada, de granulação fina a média, finamente foliadas, muitas vezes exibindo foliação milonítica, caracterizada pelo forte estiramento de seus minerais constituintes, representados por quartzo, moscovita e, secundariamente, feldspatos.

Microscopicamente, exibem textura granoblástica, sendo formadas essencialmente por quartzo e moscovita. O quartzo ocorre como pequenos cristais subeuedrais a anedrais, orientados, com extinção ondulante e exibindo parcial processo de recuperação em subgrãos; a moscovita apresenta-se sob a forma de pequeníssimas palhetas ripiformes, dispersas ou agregadas em faixas contínuas, oxidadas e associadas ao quartzo.

Como representantes das rochas metavulcânicas ocorrem clorita-albita-xistos de origem vulcânica, onde os agentes tectônicos e metamórficos desenvolveram características totalmente distintas das encontradas nas rochas primárias. Apresentam coloração geralmente cinza-esverdeada, granulação fina a muito fina, finamente foliadas, algumas vezes com foliação incipiente.

Ao microscópio, mostram textura lepidogranoblástica alongada e são constituídas por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, clorita, sericita e carbonatos, como minerais essenciais, e turmalina, zircão e opacos, como minerais acessórios. Nos níveis mais ricos em clorita, encontram-se cristais de plagioclásio fraturados, com bordas irregulares, às vezes rotacionados e envoltos pela foliação, indicando seu caráter pré-cinemático. Devem tratar-se de rochas metavulcânicas, onde os fenocristais de feldspatos permaneceram como porfiroclastos e a matriz fina recristalizou para quartzo + albita + calcita + clorita.

Neste trabalho, o conjunto de metassedimentos pelíticos e metavulcânicos é considerado como uma seqüência metavulcanossedimentar indiferenciada (PMchxtmv), devido à impossibilidade, no nível do conhecimento atual, de estabelecer com segurança a natureza das protorrochas que evoluíram para esses litótipos.

Na porção oeste da folha, sob a forma de um corpo lenticular contínuo, numa extensão superior a 12km, estruturalmente concordante com os xistos encaixantes, ocorrem rochas metaultramáficas. Estas possuem uma coloração esverdeada, granulação fina, geralmente isotrópicas, constituídas essencialmente por serpentina, sendo classificadas petrograficamente como serpentinitos.

Ao microscópio, a serpentina apresenta-se em fibras dispostas aleatoriamente e associadas a ocasionais grãos de opacos e talco, que representam provavelmente pseudomorfos de olivina e/ou piroxênio. O caráter ultramáfico é demonstrado também pelos baixos teores de sílica, alumina e álcalis, e elevados teores de magnésio e ferro. Os diagramas MgO x CaO x Al_2O_3 (figura II.2.17) e Al_2O_3 x FeOt/(FeOt + MgO), na figura II.2.18, indicam uma natureza komatiítica.

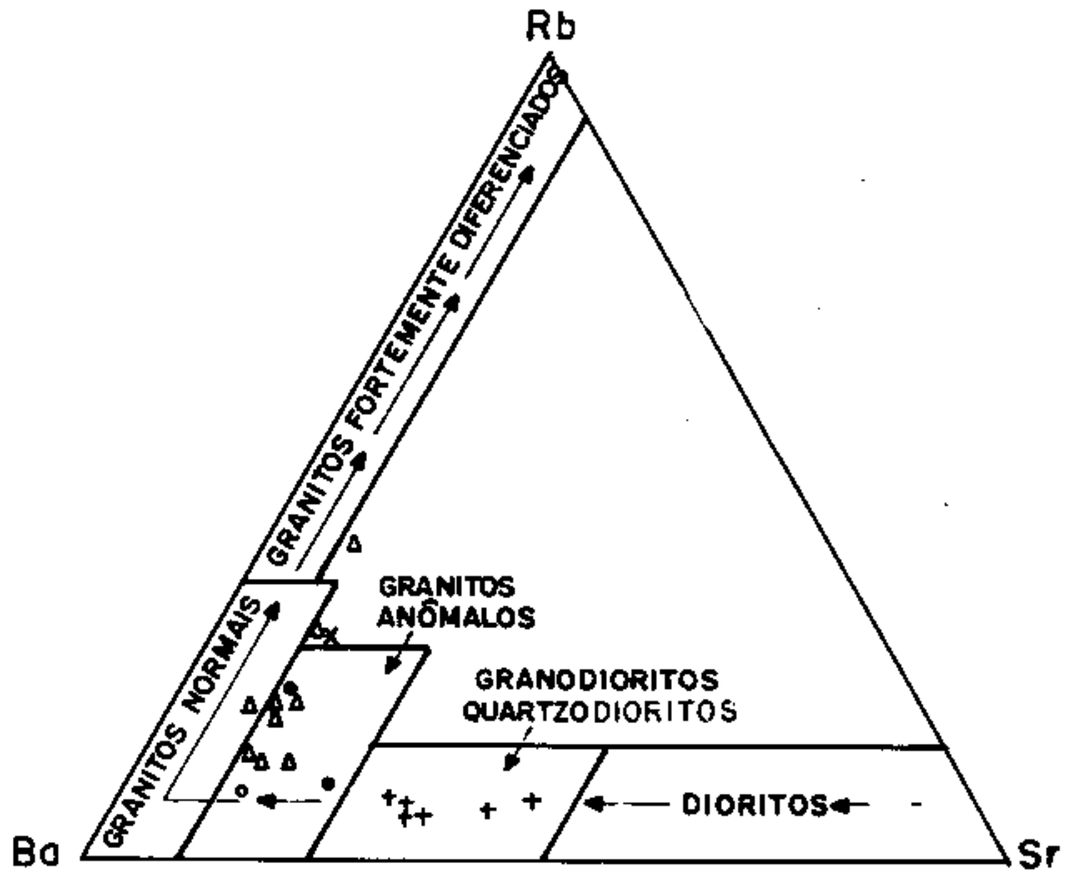


Fig. II.2.16 – Especialização metalogenética de granitóides, segundo Bouseily & Sokkary (1975), para as rochas da folha Simões. Unidade inferior: A(TB)γ - Regime transcorrente: (△) - PSγ3b; (●) PSγ3d; (x) - PSγ4D e (○) PSmg.

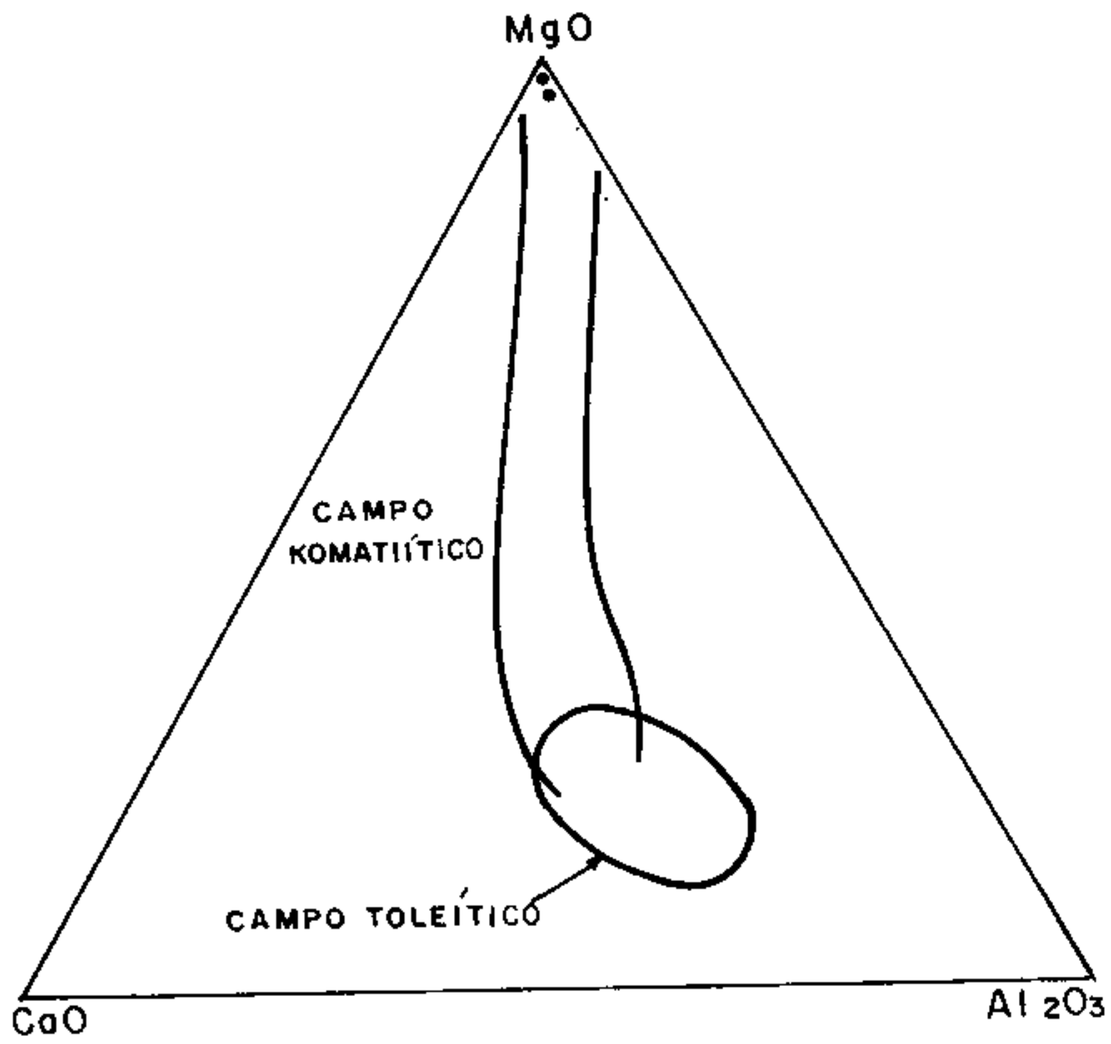


Fig. II.2.17 – Diagrama de Groves & Hudson (1981) para as (•) rochas metaultramáficas (PMchxtmub) do grupo Cachoeirinha na folha Simões.

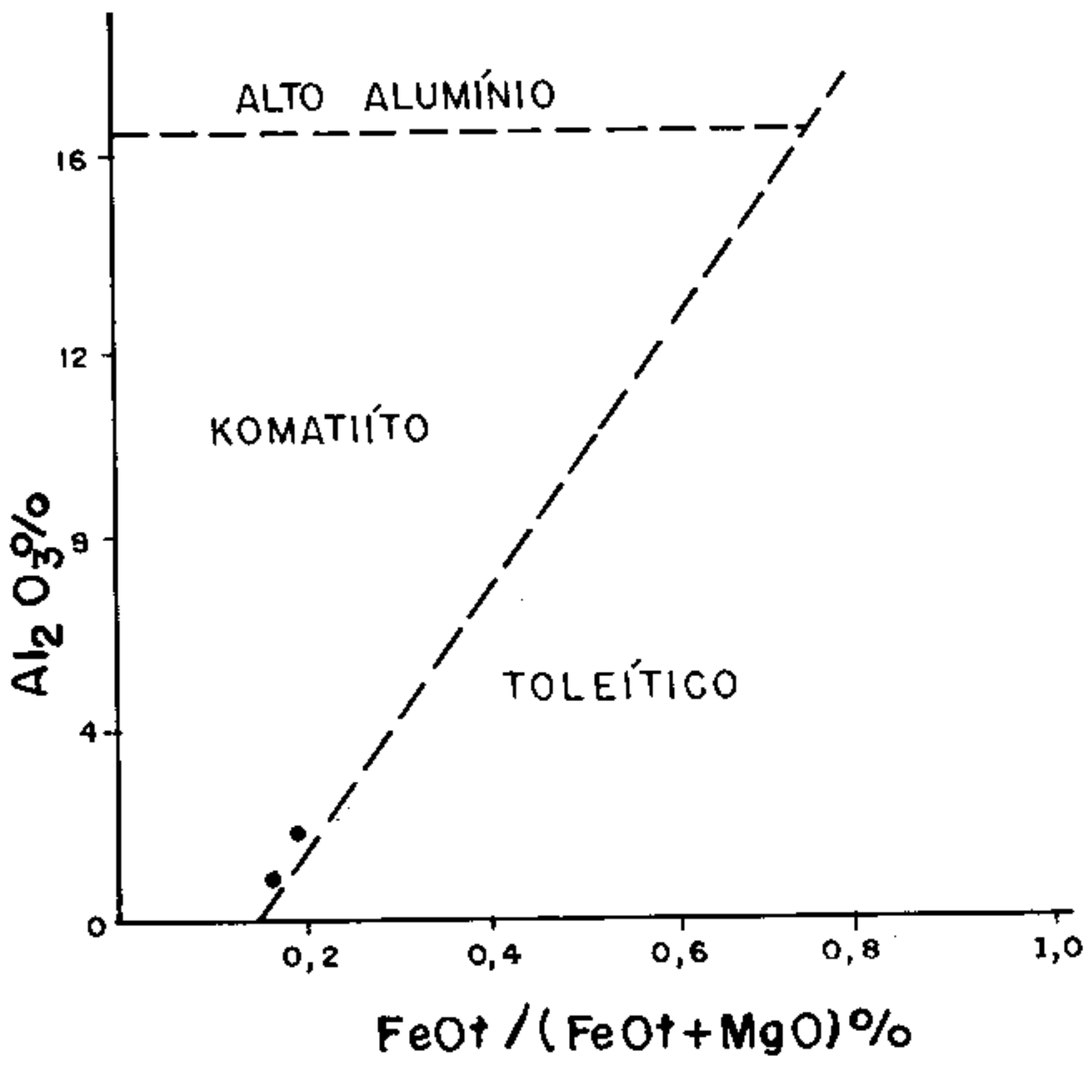


Fig. II.2.18 – Natureza das metaultramáficas na folha Simões, segundo Naldrett & Arndt (1975).

Associada às metaultramáficas, é freqüente a presença de rocha de estrutura xistosa, coloração cinza, aspecto sedoso, constituída inteiramente de talco. Alguns valores elevados de Cr (5.000ppm) e Ni (5.000ppm) foram registrados por meio de análise química de rochas. Através do estudo de sedimentos de corrente, ficou caracterizada uma zona anômala em níquel, observando-se também valores elevados em Ca, Co, Cr, V e Mg.

O metamorfismo que afetou todo o conjunto é de grau fraco (Winkler, 1977), enquadrando-se perfeitamente na fácies xisto-verde, conforme revelaram as principais associações mineralógicas identificadas: clorita + quartzo, clorita + sericita + quartzo e clorita + moscovita + quartzo.

Do ponto de vista deformacional, apesar de exibirem uma estruturação polifásica, constatou-se para os litótipos do Grupo Cachoeirinha uma história evolutiva bem mais simples, provavelmente monocíclica, do que a atribuida às rochas que compõem o Complexo Casa Nova, aflorantes logo a sul do Lineamento Pernambuco. Este é um dos fortes argumentos para se negar a correlação entre as duas unidades, sugerida por alguns autores.

Dessa forma, são facilmente observáveis nas rochas do Grupo Cachoeirinha três fases de deformação.

A fase D_1 se caracteriza por apresentar dobras isoclinais apertadas, na maioria das vezes com plano axial de mergulho fraco a suborizontal, muito raramente preservadas, somente identificada com segurança nos poucos locais onde ainda se pode perceber o acamadamento primário (S_0). Na grande maioria das vezes tem-se sempre S_1 paralela a S_0, conforme verificado na folha Patos (SB.24-Y-C-V), contígua à folha Simões.

A fase D_2 acha-se bem-representada na área e gera dobras isoclinais relativamente apertadas, com vergência variando de acordo com seu posicionamento em relação às dobras da fase D_4; comumente, acham-se preservadas como dobras intrafoliais. Em muitos afloramentos estudados, elas são coaxiais com as dobras da fase D_4, originando padrões de interferência do tipo laço. Trata-se de uma fase deformacional de grande importância na área, uma vez que a clivagem de seus planos axiais (S_2) é responsável pelo *trend* estrutural regional do domínio das seqüências supracrustais.

A fase D_3 não é aqui considerada por não ser penetrativa na área investigada.

A fase deformacional D_4 é a que se encontra melhor representada na área, originando dobramentos relativamente abertos, com plano axial verticalizado ou com mergulho forte, com intensa crenulação associada, não chegando a formar foliação, gerando somente clivagem de crenulação ou fratura, que corresponderiam à superfície S_4, geralmente subverticalizada e com direção variando de NE-SW a E-W. Essa fase encontra-se com seus eixos, geralmente de mergulho baixo, paralelizados às direções das lineações de estiramento (Lx) ligadas a essas zonas, restando a dúvida de se elas foram geradas nessa posição, tratando-se portanto de dobras do tipo A (sin-miloníticas),

ou se foram originadas paralelamente ao eixo y do elipsóide de deformação e posteriormente rotacionadas pelos efeitos da transcorrência até a posição atual.

2.4.2 Rochas plutônicas e subvulcânicas associadas

2.4.2.1 Generalidades

A presença de rochas plutônicas associadas às seqüências litológicas que compõem as faixas dobradas da região Nordeste do Brasil tem sido ressaltada desde a década de 1960, quando Almeida et alii (1961) promoveram a primeira classificação, enquadrando-as em: Granitos Sinorogênicos, representados por granodioritos, tonalitos e granitos calcialcalinos porfiróides, com provável idade de 650 ± 30m.a.; Granitos Tardiorogênicos, constituídos por álcali- e biotita- granitos e granitos peralcalinos, com idade de cerca de 540 ± 25m.a.; e Granitos Pós-Orogênicos, atribuindo-lhes idade variando entre 460 e 510 m.a. Nessa classificação, os autores se fundamentaram basicamente em descrições petrográficas, uma vez que não dispunham de informações litoquímicas e geocronológicas. Posteriormente, demonstraram que esses corpos graníticos exibiam afinidades potássicas, calcialcalinas ou trondhjemíticas.

Na década de 1980, trabalhos mais especializados foram desenvolvidos no âmbito dessas rochas plutônicas, podendo-se citar, entre outros, os de Jardim de Sá et alii (1981), na região do Seridó, que promoveram uma classificação das rochas granitóides, relacionando o seu tempo de colocação com a deformação regional; e os de Sial et alii (1981a, 1981b), na região da Faixa de dobramentos Piancó-Alto Brígida, que subdividiram-nas em quatro grupos principais, baseados em dados geoquímicos, quais sejam: grupo calcialcalino potássico, grupo calcialcalino, grupo continental com afinidade trondhjemítica e o grupo peralcalino.

No que tange à sua datação, os dados disponíveis ainda são de caráter preliminar, muito embora os trabalhos até agora realizados, utilizando métodos K-Ar e Rb-Sr, sejam unânimes em considerá-las ligadas ao ciclo Brasiliano.

À semelhança do adotado para a Folha Patos, o agrupamento e posicionamento dos corpos plutônicos e subvulcânicos associados, identificados na Folha Simões, foi feito levando-se em consideração as suas idades de colocação em relação ao principal evento tectônico que afetou a área (zonas de cisalhamento transcorrente relacionadas ao Lineamento Pernambuco). Dessa forma, cada grupo ficou caracterizado pela intensidade de deformação experimentada, morfologia dos corpos e relacionamento com as rochas encaixantes. Para individualização dos diversos tipos litológicos presentes, utilizaram-se critérios tais como: natureza dos xenólitos, conteúdo mineralógico e afinidades petroquímicas. Assim, foram considerados três grupos principais: granitóides pré- a cedotranscorrência, granitóides sintranscorrência e granitóides tardi- a pós-transcorrência.

Os granitóides pré- a cedotranscorrência (PSγ2) constituem corpos alongados principalmente na direção E-W, descontínuos, intensamente afetados pelas zonas de transcorrência do lineamento Pernambuco, comumente exibindo foliação milonítica acentuada, intrusivos em litótipos do Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig] da Infra-Estrutura. Podem, inclusive, tratar-se de corpos graníticos pré-brasilianos, associados às rochas do embasamento cristalino. Têm sua principal ocorrência nas proximidades do povoado Serra Vermelha, na porção sul da folha.

Os granitóides sintranscorrência (PSγ3B, PSγ3C e PSγ3D) acham-se melhor representados, na área estudada, por corpos relativamente extensos, freqüentemente alongados na direção NE-SW. Estão quase sempre associados a zonas de cisalhamento transcorrente; nas suas proximidades, ocorre foliação milonítica acentuada, concordante com a desenvolvida no âmbito das rochas encaixantes, evidenciando o sincronismo entre a sua colocação e o desenvolvimento das zonas de cisalhamento dúcteis.

Os granitóides tardi- a pós-transcorrência (PSγ4C e PSγ4D) têm menor representatividade, ocorrendo somente nas proximidades da cidade de Araripina e no canto NW da folha. Apresentam-se em grande parte isotrópicos, exibindo algumas feições que lembram estruturas de fluxo, podendo, no entanto, nas suas bordas, apresentarem o desenvolvimento de uma foliação milonítica incipiente.

A figura II.2.4 mostra a distribuição e correlação entre os diversos corpos granitóides cartografados na folha Simões.

2.4.2.2 Granitóides pré- a cedotranscorrência (PSγ2)

Os granitóides pré- a cedotranscorrência (PSγ2) têm sua ocorrência principal nos arredores do povoado Serra Vermelha, porção sul da área, definindo um corpo alongado na direção E-W, situado junto a um dos principais traços da zona de cisalhamento do lineamento Pernambuco. Outros corpos, de dimensões mais reduzidas, não-individualizados, podem ser encontrados ao longo da faixa mais afetada pelo evento deformacional citado, constituindo corpos alongados, descontínuos, exibindo evidências de intensa boudinagem, intrusivos em litótipos do Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig] da Infra-Estrutura.

São rochas de natureza granítica, encaixadas concordantemente na Unidade Gnáissico-Migmatítica, inteiramente afetada pela transcorrência brasiliana, em diversos estágios de deformação, caracterizando os termos protomilonitos, milonitos e ultramilonitos, segundo as relações matriciais e porfiroclásticas (Spry, 1969), denunciando uma deformação por cisalhamento simples.

Exibem coloração cinza-escura, com freqüentes pontuações róseas de K-feldspato, granulação variando de

média a grossa, com porfiroclastos de até 4,0cm de quartzofeldspatos, exibindo foliação milonítica intensa. Compõem-se basicamente de feldspatos, quartzo e minerais micáceos. Como acessórios, tem-se epidoto, titanita, apatita, opacos e zircão. Os porfiroclastos, geralmente em formas sigmoidais assimétricas, evidenciam o sentido dextrogiro do movimento.

Ao microscópio, os porfiroclastos estão dispersos numa matriz fina, constituída de quartzo, micas e ocasionalmente epídoto. Os porfiroclastos apresentam-se alongados, arredondados, fraturados, com textura "mortar" e sombra de pressão.

Ainda na localidade Serra Vermelha, observa-se um certo bandamento composicional refletido por bandas cinza-escuras e bandas róseas. Quanto ao quimismo, são consideradas calcialcalinas a alcalinas, segundo Irvine & Baragar (1971), e para- a metaluminosas, de acordo com Debon & Le Fort (1983). Posicionam-se em ambos os campos dos granitos I e S (figura II.2.14).

2.4.2.3 Granitóides sintranscorrência

2.4.2.3.1 Subgrupo PSγ3B

Esse subgrupo acha-se representado por extensos corpos alongados na direção NE-SW, nas regiões noroeste, centro-oeste e nordeste a centro-leste da Folha Simões, denominados geograficamente de batólitos Observação, Curral Novo e Araripina, respectivamente (figura II.2.4). Por vezes, constituem elevações proeminentes.

Possuem contatos estruturalmente concordantes ou através de zonas de cisalhamento com litótipos do Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig] da Unidade Inferior. O batólito Araripina está parcialmente sobreposto pelos sedimentos cretáceos da chapada do Araripe.

São rochas de coloração rósea, cinza-rósea a cinza, granulação em geral média, foliação milonítica regularmente desenvolvida, notadamente nas bordas dos corpos, compostas por K-feldspatos, plagioclásio, quartzo, biotita e, raramente, anfibólios. Ao microscópio, exibem textura granular hipidiomórfica, granoblástica e milonítica. A microclina é o K-feldspato mais abundante, em geral com maclas em xadrez ou pertítica, às vezes com inclusões ou intercrescimento de quartzo. O plagioclásio pode estar geminado segundo a lei da albita e albita + carlsbad, saussuritizados e com ocasionais processos de substituição pela microclina, formando textura mirmequítica. O quartzo tem extinção ondulante, lamelas de deformação e uma tendência ao processo de recristalização e recuperação em subgrãos. Os opacos, apatita, titanita e zircão são os acessórios mais freqüentes, enquanto clorita, epidoto e argilominerais são de origem secundária.

No batólito de Araripina, a coloração tende mais ao tom róseo, enquanto nos demais varia de cinza a róseo, sendo um pouco mais cinza na batólito de Curral Novo. Ainda nesse último os anfibólios são mais freqüentes, observando-se ocasionais feldspatos sob a forma de sigmóides. Os tipos petrográficos são: granito orientado, ortognaisse de composição granítica, biotita-augengnaisse, muitas vezes milonitizados. São rochas de quimismo calcialcalino e de natureza para- a metaluminosas.

2.4.2.3.2 Subgrupo PSγ3C

Os granitóides pertencentes a esse subgrupo afloram somente no quadrante noroeste da folha, constituindo a continuação do batólito de Poço do Boi, definido nos trabalhos executados na Folha Patos.

Macroscopicamente, apresentam-se como rochas de coloração predominantemente rósea, com estrutura porfirítica deformada e orientada. Em vários locais, exibem o desenvolvimento de uma foliação milonítica acentuada, de mergulho subvertical, gerada em regime de cisalhamento simples, notadamente nos limites do corpo, onde também ocorrem encraves de ortognaisses de composição tonalítica pertencentes ao Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig] (foto 16). Algumas vezes, apresentam-se com granulação média, ligeiramente isotrópicos. Como constituintes mineralógicos principais, ocorrem: feldspatos, com predominância de K-feldspato em relação ao plagioclásio, quartzo, pouca biotita e, subordinadamente, hornblenda.

Ao microscópio exibem, muitas vezes, textura milonítica, mostrando-se constituídos por microclina, ortoclásio, plagioclásio, quartzo, quase sempre com extinção ondulante, e biotita, sob a forma de palhetas retangulares e desestabilizadas para clorita, moscovita e epídoto; como principais minerais acessórios, podem ser citados: opacos, zircão e apatita. Sua classificação petrográfica varia de biotita-granito a alcalifeldspato-granito porfiróide.

De acordo com suas características principais, essas rochas podem ser correlacionadas aos granitóides PSγ2B mapeados na Folha Santa Filomena (Angelim et alii, 1988).

2.4.2.3.3 Subgrupo PSγ3D

Ocorrem intrusivos em litótipos do Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig], na região extremo-SE da área, tendo a sua ocorrência típica na localidade Nascente (PE), fora dos limites da folha.

São rochas de coloração cinza a cinza-rósea, granulação média a grossa, com ocasionais pórfiros de K-feldspatos da ordem de 1cm de comprimento, porém não caracterizando uma textura porfiróide. Constituem-se essencialmente de K-feldspato, plagioclásio, quartzo e biotita. Como acessórios, tem-se: titanita, opacos, epidoto, alanita, zirção, carbonatos e argilominerais. Petrograficamente, são classificados como granitos. Os minerais exibem uma

orientação incipiente na direção 50-60° NE, não lhes sendo observados efeitos deformacionais mais marcantes, embora estejam limitados em sua porção ocidental por uma zona de cisalhamento. É freqüente a presença de níveis pegmatóides centimétricos em várias direções.

2.4.2.4 Granitóides tardi- a pós-transcorrência

2.4.2.4.1 Batólito Riacho Simões (PSγ4C)

Ocorre somente na extremidade NW da folha, onde corta os granitóides sintranscorrentes (PSγ3C) descritos anteriormente. A sul, seu limite é feito através de uma zona de cisalhamento transcorrente de direção NE-SW. A norte, transcende os extremos da folha mapeada, projetando-se para a Folha Fronteiras, que lhe é limítrofe.

Constituem rochas de coloração predominantemente rósea, granulação fina a média, ocasionalmente porfiróides, formadas basicamente por feldspatos, com ampla predominância de K-feldspato sobre o plagioclásio, quartzo, anfibólio e biotita. A presença de anfibólio entre os minerais essenciais constitui um dos critérios para distingui-las dos granitóides sintranscorrência. Geralmente, exibem uma foliação milonítica incipiente, na maioria das vezes imperceptível em amostras de mão, foliação esta que se torna mais acentuada na porção sul do corpo, devido à aproximação de uma zona de cisalhamento transcorrente.

Ao microscópio, mostram uma textura granular, hipi- a xenomórfica; apresentam como minerais essenciais: feldspatos, com K-feldspato mais abundante que plagioclásio, quartzo e minerais do grupo do anfibólio (hornblenda, tremolita e actinolita); como minerais acessórios: biotita, opacos, clorita, titanita, apatita, zircão, epídoto, carbonato e minerais do grupo das argilas. De acordo com a classificação petrográfica, variam de alcalifeldspato-quartzossienito a quartzomonzogranito.

2.4.2.4.2 Batólito Moraes (PSγ4D)

Os granitos da Unidade PSγ4D têm sua ocorrência restrita à porção leste da folha. Dentro do limite da área, corta o Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig] e a unidade PSγ3B.

São rochas pouco deformadas a quase indeformadas, coloração rósea a cinza-rósea, granulação média a grossa. Em seção delgada apresentam textura granular hipidiomórfica e uma orientação muito incipiente. São constituídas essencialmente de plagioclásio, feldspato potássico (microclina e pertita) e quartzo, com biotita em quantidade subordinada. Como acessórios, ocorrem opacos, apatita e zircão; como minerais secundários, sericita e clorita.

Quanto ao quimismo, essas rochas (uma análise) plotam no campo calcialcalino (figura II.2.9). São também peraluminosas, confirmado pela presença de coríndon normativo (< 1%).

2.4.2.5 Microgranitos róseos (PSmg)

Essas rochas ocorrem notadamente a oeste da cidade de Simões, de forma alongada na direção NE-SW, cortando os litótipos do Complexo Gnáissico-Migmatítico e da unidade xistosa do Grupo Cachoeirinha. Na porção nordeste, extremidade norte da área, encontram-se encobertas pelos sedimentos da Chapada do Araripe. Os limites estão bem-marcados, definindo elevações acentuadas como os morros do Estreito, da Barragem e Garapa.

São rochas leucocráticas, de coloração rósea, granulação muito fina a fina e de incipiente foliação observada em escala de afloramento, constituídas basicamente por K-feldspatos, quartzo e plagioclásio. Os minerais secundários ou acessórios não chegam a representar 10% do volume da rocha, podendo por isso ser classificada de alasquito (M < 10%), embora seja considerada como subvulcânica. Ao microscópio, mostram textura eqüigranular a granoblástica; a titanita, opacos e zircão são os acessórios mais freqüentes. Considerando o diagrama de Streckeisen, essas rochas plotam sempre no campo dos alcalifeldspato-granito. Quanto ao quimismo, são consideradas peralcalinas.

Embora a rocha tenha uma granulação muito fina, semelhante à das rochas vulcânicas, não se observa a presença de quartzos azuis (magmáticos); fenocristais, só raramente, por isso sendo considerada geneticamente subvulcânica.

As tabelas II.2.5 e II.2.6 contêm a composição mineralógica estimada dos granitóides ligados à deformação transcorrente.

2.4.2.6 Características litoquímicas das rochas granitóides sin-, tardi- a pós-transcorrência

2.4.2.6.1 Amostragem, agrupamento estatístico e discriminância

Os granitóides que ocorrem no Sistema de Dobramentos Jaguaribeano são bastantes abundantes e sua colocação se deu sob um regime tectônico, cuja característica principal é o desenvolvimento de extensas zonas de cisalhamento transcorrente. Nesse caso, acham-se individualizados os diversos corpos graníticos, que constituem as populações-alvo, a saber: a) Granitóide Serra Vermelha (PSγ2), considerado como pré- a cedotranscorrência; b) batólitos Curral Novo, Observação e Araripina (representados pela sigla PSγ3B), batólito Poço de Boi (PSγ3C) e Granitóide Nascente (PSγ3D); pertencentes à fase sintranscorrência; c) batólitos Riacho Simões (PSγ4C) e Moraes (PSγ4D) considerados como tardi- a pós-transcorrência, acrescendo-se ainda os corpos de microgranitos róseos (PSmg).

Embora tratando-se de corpos em geral de dimensões batolíticas, foram coletadas 21 amostras no total, distribuídas entre os corpos como indicado a seguir a partir de uma amostragem obviamente demasiado aleatória.

Tabela II.2.5 – Composição Mineralógica Estimada dos Granitóides Sin-Deformação Transcorrentes

Tipo	C. Novo (PSγ3B)		Observação (PSγ3B)				Araripina (PSγ3B)				Nascente (PSγ3D)	
N. amostra	JR-016	JR-321	JR-088	JR-191	JR-225	JR-352	JR-108	JR-200	JR-340	JR-389	JR-303A	JR-305
Quartzo	30	23	30	22	20	20	30	30	27	33	21	21
Microclina	20	20	45	31	10	35	20	33	25	39	38	23
Plagioclásio	25	28	15	28	50	28	30	30	37	18	28	32
Moscovita	05	–	–	–	08	Tr	05	–	Tr	01	Tr	–
Biotita	10	18	07	15	10	15	10	06	10	04	12	16
Clorita	Tr	–	Tr	02	–	Tr	Tr	Tr	Tr	01	–	Tr
Epídoto	05	–	Tr	01	01	–	–	–	–	–	–	02
Titanita	02	01	–	Tr	01	–	–	–	–	–	–	04
Apatita	02	Tr	01	–	–	Tr	02	–	Tr	–	–	Tr
Zircão	–	Tr	–	–	–	–	–	–	–	Tr	01	Tr
Allanita	Tr	–	–	Tr	Tr	01	–	–	–	–	–	Tr
Opacos	01	02	02	Tr	Tr	01	03	01	01	04	–	01
Hornblenda	–	05	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Carbonato	Tr	–	–	Tr	–	Tr	Tr	–	–	–	–	Tr
Sericita	Tr	–	Tr	–	Tr	Tr	–	Tr	–	–	–	Tr

Tr = traços

Tabela II.2.6 – Composição Mineralógica Estimada dos Granitóides Pré- a Cedo-, Tardi- a Pós-Deformação Transcorrentes

Tipo	PSγ2	PSγ4D	PSmg			
N. amostra	JR-023B	JR-147	JR-002	JR-377	JR-417	JR-419
Quartzo	30	30	35	24	25	30
Microclina	20	35	30	38	55	49
Plagioclásio	30	20	35	33	15	15
Moscovita	05	05	–	–	–	–
Biotita	10	05	–	Tr	–	–
Clorita	–	Tr	–	–	–	–
Epídoto	03	–	Tr	–	03	02
Titanita	Tr	–	Tr	–	–	02
Apatita	Tr	02	–	–	–	Tr
Zircão	–	01	Tr	Tr	–	–
Allanita	01	–	Tr	–	Tr	–
Opacos	Tr	02	Tr	05	02	01
Hornblenda	–	–	–	–	Tr	01
Carbonato	Tr	–	–	Tr	–	–
Sericita	Tr	–	–	–	–	–

Tr = traços

a) Regime Pré-Transcorrência – total: 3 amostras
  – Granitóide PSγ2 (Serra Vermelha) – 3 amostras
b) Regime Sintranscorrente – total: 13 amostras
  – Granitóides PSγ3B
  – Batólito Curral Novo – 3 amostras
  – Batólito Observação – 4 amostras
  – Batólito Araripina – 4 amostras
  – Batólito PSγ3C
  – Batólito Nascente – 2 amostras
c) Regime Tardi- a Pós-Transcorrência –
  total: 5 amostras
  – Granitóide PSγ4D (Moraes) – 1 amostra
  – Granitóide PSmg (Microgranito) – 4 amostras

As tabelas II.2.7 e II.2.8 apresentam os resultados de análises químicas e normas CIPW.

O agrupamento desses granitóides no dendograma da figura II.2.5 permite-nos extrair as seguintes conclusões:

a) Os granitóides pré-transcorrentes têm característica de fortes a medianamente diferenciados, distribuindo-se na parte superior do dendograma; os termos mais bem-diferenciados do Granito Serra Vermelha guardam forte similaridade com os termos da Unidade Granitóide Gnáissico [A(TB)grgn], descrita no subitem 2.3.3.

b) Os corpos Curral Novo, Observação e Araripina relativos à fase sintranscorrência, que na verdade parecem constituir variedades faciológicas de um batólito, guardam entre si relações interessantes: a "facies" (batólito) Curral Novo apresenta grande dispersão, por conter termos mais diferenciados de um lado e termos de tendência mais básica de outro. Por seu turno, a facies (batólito) Araripina mostra-se mais homogênea, tendendo a assumir posição intermediária da figura citada. Enquanto isso, a fácies (batólito) Observação, embora em sua maioria seja de posição intermediária, destaca uma amostra para o pólo bem-diferenciado.

c) Quanto aos granitóides tardi- a pós-transcorrência, merece destaque especial a disposição das amostras do microgranito (PSmg) com os mais elevados índices de diferenciação, posicionando-se no topo supremo do dendograma, em frontal oposição às amostras do Granitóide Simões da Unidade Inferior. O Granitóide Moraes (PSγ4D), representado por apenas uma amostra, ocupa posição intermediária, o mesmo acontecendo com o Granitóide Nascente (PSγ3D), porém, nesse caso, com duas amostras dispostas com certa dispersão, ou seja, uma tipicamente intermediária e outra tendendo ao pólo superior indicativo de maior diferenciação.

d) De uma maneira geral, os corpos granitóides da Faixa de Dobramentos Jaguaribeana apresentam-se mais bem-diferenciados do que aqueles da Unidade Inferior. Seguindo-se a concepção de Ague & Brimhall (1978), é possível que haja entre essas duas unidades diferenças genéticas, sendo os granitos dos tipos I-WC, I-MC mais ligados à unidade Inferior, enquanto os tipos I-MC, I-SC ou mesmo I-SCR pertencem à Faixa de Dobramentos Jaguaribeana.

Nas investigações quanto aos óxidos discriminantes, não foram levados em conta, devido à pequena quantidade de amostras, os granitos Moraes (PSγ4D) e Nascente (PSγ3D). Tratou-se, entretanto, dos granitos PSγ2B em conjunto, PSγ2 e dos Microgranitos (PSmg). Além das discriminâncias pesquisadas entre esses granitos, pesquisaram-se também as discriminâncias entre o PSγ3B e, o Granitóide Simões [A(TB)γ] e o Granitóide Gnáissico [A(TB)grgn], estas últimas unidades da unidade Inferior. Os resultados dessas discriminâncias são registrados a seguir:

tabela II.2.7

Tabela II.2.7 – Granitóides do Regime Transcorrente – Análises Químicas e Normas CIPW

Tipo	C. Novo (PSγ3B)			Observação (PSγ3B)				Araripina (PSγ3B)			
N. Amostra	JR-016	JR-321	JR-326	JR-088	JR-191	JR-225	JR-352	JR-108	JR-200	JR-340	JR-389
SiO_2 (%)	72,40	71,40	67,90	72,90	71,20	69,90	72,20	74,10	73,60	72,70	73,50
TiO_2	0,33	0,73	0,42	0,29	0,29	0,29	0,33	0,17	0,17	0,17	0,29
Al_2O_3	13,20	12,80	16,10	14,00	14,20	14,60	13,20	13,70	13,20	13,20	13,20
Fe_2O_3	2,40	1,50	1,30	1,30	1,40	1,30	1,70	0,89	1,00	1,20	1,40
FeO	1,20	2,10	1,50	1,10	1,10	1,10	1,10	1,00	0,53	0,74	0,42
MnO	0,05	0,05L	0,05L	0,05	0,05L	0,05L	0,05L	0,05	0,05L	0,05L	0,05L
MgO	0,33	0,61	0,83	0,41	0,58	0,61	0,36	0,33	0,18	0,31	0,38
CaO	1,40	1,80	2,40	1,60	1,80	1,90	1,10	1,10	1,00	1,00	0,98
Na_2O	3,40	3,50	4,30	3,40	4,20	4,00	3,40	2,70	3,60	3,60	4,00
K_2O	4,80	4,40	3,90	4,50	4,10	4,80	5,60	5,60	5,30	5,60	4,70
P_2O_5	0,08	0,17	0,13	0,06	0,11	0,12	0,09	0,05	0,06	0,06	0,05
P.F.	0,50	0,60	0,80	0,90	0,90	1,00	0,80	0,90	0,90	0,90	0,80
H_2O	0,10	0,10	0,10	0,10	0,40	0,30	0,10	0,10	0,30	0,50	0,20
Nb (ppm)	10 N	26	17	10 N	28	10 N	10 N		10 N	21	
Zr	283	427	311	297	306	291	364		194	273	
Y	19	39	35	13	27	10L	17		10	10 L	
Rb	256	264	232	220	313	284	314		305	281	
Sr	185	130	285	215	200	265	195		80	120	
Ba	1.040	800	1.520	1.360	1.080	1.650	1.160		400	604	
Li	38	40	21	11	21	21	13		14	16	
F	300	400	280	130	310	300	140		180	100	
QZ	30,59	29,85	27,71	31,90	21,62	23,88	28,66	33,94	30,88	28,47	30,68
OR	28,50	26,25	23,32	26,70	18,97	28,75	33,39	33,20	31,74	33,55	28,06
AB	28,91	29,90	36,82	28,88	27,82	34,30	29,02	22,92	30,82	30,89	34,20
AN	6,45	6,28	11,18	7,57	6,09	7,80	4,25	5,14	4,26	3,36	4,20
C	0,06		0,76	0,77				1,32			
DI		1,33				0,76	0,52			1,01	
HY	2,01	2,39	3,18	1,58		1,74	0,82	1,74		0,48	
WO									0,15		0,15
MT	2,67	2,20	1,91	1,89		1,91	2,49	1,29	1,40	1,76	0,68
IL	0,63	1,40	0,81	0,55	1,90	0,56	0,63	0,32	0,33	0,33	0,56
HE					1,10				0,05		0,94
AP	0,19	0,41	0,31	0,14	0,20	0,29	0,22	0,12	0,14	0,14	0,12
TIT					0,24						
RT					21,60						

QZ - QUARTZO; OR - ORTOCLÁSIO; AB - ALBITA; AN - ANORTITA; C - CORINDON; DI - DIOPSÍDIO; HY - HIPERSTÊNIO;

WO - WOLLASTONITA; MT - MAGNETITA; IL - ILMENITA; HE - HEMATITA; AP - APATITA; TIT - TITANITA; RT RUTILO;

L – MENOR QUE O VALOR REGISTRADO; N – NÃO-DETECTADO

a) Discriminância entre PSγ3B e PSγ2

– Participação percentual dos óxidos na discriminância:
$SiO_2 = 84,50481\%$; $H_2O^+ = 15,49519\%$

– Média dos óxidos na Unidade PSγ2:
B: $SiO_2 = 71,982\%$; $H_2O^+ = 0,20909\%$

– Média dos óxidos na Unidade PSγ2
$SiO_2 = 74,533\%$; $H_2O^+ = 0,13333\%$

b) Discriminância entre PSγ3B e PSmg

– Participação percentual dos óxidos na discriminância:
$Na_2O = 77,28225\%$; $MgO = 22,71775\%$

– Média dos óxidos na Unidade PSγ3B:
$Na_2O = 3,6455\%$; $MgO = 0,44818\%$

– Média dos óxidos na Unidade PSmg:
$Na_2O = 5,575$; $MgO = 0,1625\%$

c) Discriminância entre PSmg e PSγ2

– Participação percentual dos óxidos na discriminância:
$Al_2O_3 = 66,03057\%$; $Fe_2O_3 = 33,96943\%$

– Média dos óxidos na Unidade PSmg :
$Al_2O_3 = 14,425\%$; $Fe_2O_3 = 0,455\%$

– Média dos óxidos na Unidade PSγ2:
$Al_2O_3 = 12,833\%$; $Fe_2O_3 = 1,50\%$

d) Discriminância entre as Unidades PSγ3B e A(TB)γ

– Participação percentual dos óxidos na discriminância:
$CaO = 29,66867\%$; $K_2O = 70,33133\%$

– Média dos óxidos na Unidade PSγ2B:
$CaO = 1,4618\%$; $K_2O = 4,8455\%$

– Média dos óxidos na unidade A(TB)γ:
$CaO = 4,7545\%$; $K_2O = 1,7455\%$

e) Discriminância entre as unidades PSmg e A(TB)γ

– Participação percentual dos óxidos:
$CaO = 33,33957\%$; $K_2O = 68,66043\%$

– Média dos óxidos na unidade PSmg:
$CaO = 0,4875\%$; $K_2O = 4,9250\%$

– Média dos óxidos na unidade A(TB)γ:
$CaO = 4,7545\%$; $K_2O = 1,7455\%$

2.4.2.6.2 Classificação químico-mineralógica

O granitóide pré-transcorrência (PSγ2), com base nos parâmetros Q *x* P de Debon & Le Fort (1983), classificam-se entre os termos granodiorito, adamelito e granito com proporções mais ou menos iguais para esses dois últimos (figura II.2.6). Também os granitos tardi- e pós-transcorrência assumem comportamento semelhante, variando entre os campos do granodiorito, adamelito e do granito. Note-se, entretanto, que as amostras do microgranito apresentam mais tendência para o lado alcalino além de seu alto teor em sílica, tratando-se de rochas bem-diferenciadas, fato aliás já constatado na figura II.2.5.

Tabela II.2.8 – Granitóides do Regime Transcorrente – Análises Químicas e Normas CIPW

Tipo	PSmg				PSy4D	PSy3D		PSy2		
N. Amostra	JR-002	JR-377	JR-417	JR-419	JR-147	JR-303A	JR-305	JR-023A	JR-023B	JR-058
SiO_2 (%)	73,20	71,70	72,80	73,30	74,00	72,20	70,00	75,50	72,50	75,60
TiO_2	0,05	0,08	0,08	0,12	0,17	0,29	0,42	0,21	0,46	0,08
Al_2O_3	15,10	14,20	14,20	14,20	13,20	13,70	14,20	13,00	12,30	13,20
Fe_2O_3	0,69	0,50	0,47	0,16	0,99	0,93	1,10	1,30	2,10	1,10
FeO	0,33	0,19	0,08	0,28	1,00	0,81	1,20	0,72	1,20	0,14
MnO	0,05	0,05L	0,05L	0,05L	0,05	0,05L	0,05L	0,05	0,05	0,05
MgO	0,13	0,08	0,21	0,23	0,50	0,35	0,83	0,33	0,50	0,17
CaO	0,59	0,56	0,28	0,52	1,10	1,30	1,80	1,40	1,20	0,63
Na_2O	5,40	5,90	5,90	5,10	3,00	4,30	4,00	3,50	3,80	3,20
K_2O	4,10	5,10	5,10	5,40	4,80	4,80	4,80	4,10	5,10	5,60
P_2O_5	0,06	0,05L	0,05L	0,05L	0,07	0,09	0,15	0,10	0,10	0,05
P.F.	0,90	0,80	0,50	0,60	0,70	0,80	1,00	0,40	0,70	0,80
H_2O	0,10	0,10L	0,20	0,10	0,20	0,20	0,40	0,20	0,10	0,10
Nb (ppm)					27	17	20			
Zr					264	230	167			
Y					32	16	101			
Rb	203				305	343	212			
Sr	330				135	200	490			
Cu	5 N									
Pb	90									
Zn	10									
Co	1 N									
Ni	5 N									
Au	0,02N									
Ba	2.000				660	1.160	1.550			
Li	3				32	80	45			
F					180	500	400			
QZ	24,86	19,84	20,96	22,16	35,29	26,34	25,46	36,65	28,81	34,40
OR	24,30	30,63	30,39	32,10	28,69	28,71	28,64	24,18	30,35	33,15
AB	45,83	45,37	45,02	43,23	25,67	36,82	34,17	29,56	32,38	27,13
AN	2,54				5,05	3,95	6,67	6,27	1,45	2,80
C	0,85				1,25			0,50		0,05
DI		1,03	1,11	1,84		1,59			2,98	
HY	0,37		0,11		2,09	0,45				
WO		0,53					0,56		0,04	
ACM		1,47	1,37	0,16						
MT	1,00			0,15	1,45	1,36	1,38	1,87	2,86	0,38
IL	0,10	0,15	0,15	0,23	0,33	0,56	1,76	0,40	0,88	0,15
HE							0,16	0,01		0,84
AP	0,14	0,12		0,20	0,17	0,22	0,36	0,24	0,24	0,12
MNA			0,88							

QZ - QUARTZO; OR - ORTOCLÁSIO; AB - ALBITA; AN - ANORTITA; C - CORINDON; DI - DIOPSÍDIO;

HY - HIPERSTÊNIO; WO - WOLLASTONITA; ACM - ACMITA; MT - MAGNETITA;

IL - ILMENITA; HE - HEMATITA; AP - APATITA; MNA - METASSILICATO DE Na N – NÃO-DETECTADO

2.4.2.6.3 Balanço da alumina e comportamento dos álcalis e do cálcio

Os granitóides da Faixa de Dobramentos Jaguaribeana têm comportamento químico muito semelhante entre si, exceção apenas dos microganitos. Na figura II.2.7, com base nos parâmetros A e B de Debon & Le Fort (1983), verifica-se que esses granitos formam um agrupamento próximo à origem do diagrama, no domínio metaluminoso II. Os microgranitos destacam-se no contexto, pois, além de serem francamente leucocráticos, no domínio metaluminoso se dispõem nos campos V e VI, embora muito próximo da origem do diagrama. À exceção desses microgranitos, cujo *trend* vertical não se enquadra em nenhum dos padrões conhecidos, os demais granitóides reunidos dispõem-se na continuação do *trend* cafêmico das rochas da Unidade Inferior ou mais provavelmente formam um *trend* ALCAF (aluminocafêmico) indicativo da natureza híbrida dessas rochas, para cuja constituição parecem ter concorrido materiais crustal e mantélico, com possível predomínio desse último, podendo portanto corresponder a granitos do tipo I-WC de Ague & Brimhall (1987).

No diagrama AFM (figura II.2.8), a disposição dos pontos não permite uma clara definição quanto ao seu quimismo; porém, na figura II.2.9, onde se relacionam SiO_2 e os álcalis, as amostras são nitidamente alcalinas, com especial destaque para os microgranitos. Posicionados no campo dos leucogranitos, numa linha paralela a Q-F da figura II.2.10, esses microgranitos se assemelham, de certa forma, ao *trend* alcalino supersaturado (ALKOS) em sua porção mais evoluída. Porém, não é muito seguro estabelecer-se essa relação, uma vez que os microgranitos são mais pobres em quartzo, mesmo paralelizados à aresta Q-F do diagrama QBF.

2.4.2.6.4 Ambiência geotectônica

Na figura II.2.8, retratando o diagrama AFM, os pontos desses granitos acham-se dispostos em zona de superposição dos ambientes compressivos e distensivos, tendo os pontos do microgranito assumido posição fora desses campos, por se situar mais próximo do vértice A. Já no diagrama multicatiônico $R_1 \times R_2$ da figura II.2.11, todos os granitos sintranscorrência plotam nos campos sincolisional e tardiorogênico, sendo todos compreendidos no campo compressional. Esse caráter compressional é confirmado na figura II.2.12, onde os granitos da unidade Faixa de Dobramentos Jaguaribeana são indicados como sincolisionais, independente de eles serem pré-, sin-, tardi- ou pós-transcorrência. Os padrões de TiO_2 e de Al_2O_3, aliados aos baixos valores de Rb, conforme resultados nas tabelas, indicam padrões petroquímicos de rochas de ambiente de arco de ilha/margem continental, segundo os parâmetros definidos por Arth (1979).

2.4.2.6.5 Potencial metalogenético

Os granitos, conforme mostrado nas figuras II.2.13 e II.2.14, são na grande maioria dos tipos a magnetita e I, respectivamente. Apenas uma amostra do microgranito plota no campo dos granitos de série a ilmenita (figura II.2.13) e o granitóide Moraes (tardi- a pós-transcorrente) plota no campo dos granitos S da figura II.2.14. Na verdade, com base, sobretudo, nas características mineralógicas, esses granitos tardi- a pós-transcorrentes foram definidos como granitos do tipo I-SC de Ague & Birmhall (1987), ou seja, são granitos do tipo I, porém com forte contaminação de material crustal; em outras palavras, equivalem aos granitos MS de Chaoqun (1985). Também tomando-se por base os critérios de Pitcher, esses granitos serão classificados como tipo I – Cordilheirano. Portanto, as perspectivas metalogenéticas para eles seriam relativas aos elementos: Fe, Cu, Pb, Zn, Mo, W e Au. Segundo o diagrama QAP da figura II.2.15, devida a Lameyre & Bowden (1987), as amostras dos microgranitos plotam claramente no campo dos granitos peralcalinos e, nesse caso, a perspectiva metalogenética seria para mineralizações de elementos do tipo Mo, terras raras, zircônio, titânio, nióbio, tório e urânio. Os demais granitos, segundo esse diagrama, estariam no campo 7, com indicação de potencial para W, Sn, Nb e algo de Mo.

Vale lembrar que com referência ao potencial para Sn e associado, a figura II.2.16, devida a Bouselly & Sokkary (1975), indica pouca perspectiva para esse tipo de mineralização, uma vez que nenhuma amostra dos granitos em pauta coincide com os campos dos granitos estaníferos, ou seja, não há enriquecimento em rubídio. Assim, resta-nos apoiar as perspectivas para mineralizações de caráter mais básico, como Mo, W, Cu, Pb, Zn e Au.

Na tabela II.2.9, acham-se resumidas as características mais importantes de todos os granitóides identificados na folha Simões.

Tabela II.2.9 – Caracterização dos Granitóides

Características		Granitóides						
		A(TB)grgn	A(TB)γ	PSγ2	PSγ3B	PSγ3D	PSγ4D	PSmg
Contato	Relações de Contato	concordante/ discordante gradativo	concordante brusco	concordante brusco	concordante brusco	concordante brusco	concordante gradativo	concordante brusco
	Met. Contato/ MIGM/Outros	migmatização blastese	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Intrusão	Nível Crustal	mesozona	mesozona	mesozona	mesozona	epizona	epizona	epizona
Características Texturais e Estruturais	Granul. Textura	média a grossa eqüigranular	média a grossa eqüigranular	média a grossa às vezes augen	média a grossa, eqüigranular	média a grossa eqüigranular	média a grossa eqüigranular	fina, eqüigranular
	Fol./Lin. Internas	tectônica	tectônica	tectônica	tectônica	tectônica	tectônica	tectônica
	Estrut. Encaix.	regional	regional	regional	regional	regional	regional	regional
Enclaves		não-observado	não-observado	não-observado	não-observado	não-observado	não-observado	não-observado
Características Composicionais	Espectro. Composicion.	granito/ tonalito	tonalito/ granodiorito	granito/ adamelito	granito	granito	granito	alcalifeldspato-granito
	Minerais Caract.	biotita, titanita, zircão e granada	biotita, epidoto, titanita.	biotita, epidoto, zircão, titanita	biotita, hornblenda, titanita e zircão	biotita,titanita, epidoto, allanita e zircão	biotita e zircão	biotita, titanita e zircão
	Índice de Diferenci(ID)	76 – 93	56 – 80	90 – 95	68 – 94	88 – 92	89	95 – 98
	Quimismo Relacionado Alcalis/CA	calcialcalino a alcalino	toleítico calcialcalino	calcialcalino a alcalino	calcialcalino a alcalino	alcalino	calcialcalino	peralcalino
	Quimismo Relacionado a Alumina	meta e peraluminoso	metaluminoso	pera e metaluminoso	meta e peraluminoso	metaluminoso	peraluminoso	suba-luminoso
	Linhagem Petrogenet.	I-WC/I-MC	I-WC	I-MC/I-WC	I-MC/I-WC	I-MC/WM	I-MC/I-WC	I-MC/I-WC

2.5 Coberturas Sedimentares Fanerozóicas

No âmbito da Folha Simões, essas coberturas são representadas por sedimentos cretáceos da bacia do Araripe (Grupo Chapada do Araripe), a qual é constituída pelas formações Santana e Exu. Recobrem grande parte da área estudada, sendo bastante representativas nas porções NE e E, ocorrendo, ainda, em menor proporção, no extremo SE.

2.5.1 Formação Santana (Ks)

Small (1914) utilizou a denominação Santana para uma seqüência de calcário e margas, sendo posteriormente adotada por outros autores com sua conceituação original ampliada. Beurlen (1963) subdividiu-a em duas outras formações, designadas de Santana (argila, margas, gipsita), e Crato, para os calcários. Moraes et alii (1976) mantêm a denominação original, porém separando em Facies Carbonatada e Facies Argilossíltica e Evaporítica, que correspondem às formações Crato e Santana de Beurlen, respectivamente.

Na área enfocada, seus sedimentos constituintes ocorrem como uma franja bordejando toda a Chapada do Araripe e na meia encosta das exposições meridionais, entre o topo arenoso da Formação Exu e a superfície irregular de grande parte das rochas pré-cambrianas individualizadas na área, sobre as quais repousam em franca discordância. Ocorre ainda formando pequenas "ilhas" isoladas preenchendo depressões no substrato cristalino.

A facies Carbonatada distribui-se de maneira restrita na Folha Simões, em geral preenchendo depressões isoladas do embasamento cristalino. Moraes (op. cit.) definiu que a fácies Carbonatada consiste principalmente de calcário, o qual encerra numerosas intercalações de folhelho, siltito mais ou menos calcífero, margas e calcarenito. O folhelho tem espessura variável, de cor cinza, em parte avermelhada, fossilífero e calcífero. O siltito tem cor normalmente cinza, às vezes avermelhada, friável e com ocasionais massas piritosas. A marga e o calcarenito tem cores cinza-clara, creme e esverdeada, estratificação fina e apresentam-se algo decompostas.

A facies Argilo-SÍltica e Evaporítica, que corresponde à formação Santana de Beurlen (op. cit.), tem maior distribuição, repousando geralmente em discordância sobre o embasamento cristalino ou sobre a fácies Carbonatada. A fácies se inicia com um horizonte descontínuo, de caráter lenticular, de gipsita, passando para um perfil muito variado de folhelhos, margas e siltitos em direção ao topo. A gipsita é esbranquiçada com tons acinzentados e esverdeados, maciça, podendo, apresentar textura fibror-radiada e estratificação irregular, sendo comum a presença de veios anastomosados de gipsita fibrosa, tendo as fibras disposição perpendicular às paredes. A espessura dos veios varia de 1 a 20cm. Intercalam-se à gipsita horizontes de argilito esverdeado, algo laminado, por vezes fossilífero. Sobrepondo-se à gipsita segue-se um perfil variado de folhelhos, margas e siltitos. O folhelho pode ser cinza ou avermelhado, em parte calcífero e fossilífero. O siltito, cinza ou avermelhado, friável, em parte estratificado e calcífero. A marga, em geral em níveis descontínuos, creme a cinza-esverdeada e estratificada. Imediatamente acima ocorre um folhelho cinza-escuro a esverdeada, pouco consistente, bastante fossilífero, encerrando concreções, muitas com ictiolitos bem-preservados.

A sedimentação pelítica, associada aos depósitos químico-evaporíticos e à abundante fauna fossilífera, indica um ambiente marinho-raso, gradando a lagunar-restrito com clima quente.

Seu conteúdo fossilífero permite atribuir-lhe idade do Aptiano-Albiano ou Albiano Inferior (Santos et alii, 1984).

2.5.2 Formação Exu (Ke)

Beurlen (op. cit.) denominou de formação Exu o que Small (1914) designara de Arenito Superior. Forma amplas chapadas de topo sensivelmente plano que capeia a seqüência sedimentar da formação Santana.

Consiste de arenitos amarelados a avermelhados, de granulometria média a grossa, com ocasionais níveis conglomeráticos e intercalações caulínicas. São geralmente friáveis, porosos e permeáveis, sendo comum a presença de estratificação planoparalela e cruzada, típico de depósitos fluviais, denotando o retorno dos processos sedimentares em ambiente continental (fluvilacustre). Os arenitos são ligeiramente horizontalizados, porém na extremidade ocidental da Chapada do Araripe observam-se suaves ondulações e arqueamentos de pequena amplitude.

Capítulo 3
Geologia Estrutural

por
Francisco Edson Mendonça Gomes

3.1 Comentários gerais

Os diferentes aspectos levados a efeito no presente capítulo dizem respeito à análise estrutural e evolutiva da porção da crosta abrangida pelas folhas Simões e Patos, uma vez que as duas foram mapeadas simultaneamente e apresentam o mesmo quadro tectonostrutural. Alusões são feitas ao comportamento deformacional das supracrustais da Faixa de Dobramentos Riacho do Pontal (Complexo Casa Nova), aflorantes logo a sul do Lineamento Pernambuco (Folha Paulistana), visando a estabelecer suas relações com as supracrustais da Faixa de Dobramentos Jaguaribeana (Grupo Cachoeirinha), expostas na área estudada.

Dentro de um enfoque amplo da geologia nordestina, a área investigada insere-se em um segmento da porção sul da zona Transversal, definida por Ebert (1962) in: Gomes et alii (1981), ou cinturão móvel Transversal, segundo Mello & Assunção (1984). A localização da área, dentro desse contexto estrutural, é mostrada na figura II.3.1.

Tal posicionamento reflete-se na arquitetura dos macroelementos estruturais, que, na área considerada, têm como característica maior uma acentuada linearidade, segundo duas direções preferenciais: E-W e NE-SW. Essa linearidade relaciona-se à tectônica brasiliana e é imposta pelo desenvolvimento de zonas de cisalhamento transcorrente – ZCTs, das quais o Lineamento Pernambuco – uma megafaixa de descontinuidade crustal – é o seu representante maior.

As principais feições geológicas da área estão representadas no mapa geológico simplificado (figura II.2.2) e na seção geológica ilustrada na figura II.2.3.

A organização espacial dos elementos planares e lineares, além do estilo e intensidade das deformações brasilianas, nas diversas escalas de observação, enseja a compartimentação da área em dois domínios estruturais: A e B, como ilustrado na figura II.3.2.

O domínio A corresponde à faixa E-W no sul da área, onde as estruturas associadas à tectônica cisalhante transcorrente se impuseram mais intensamente sobre as estruturas preexistentes. Esse domínio é individualizado pela grande incidência de ZCTs aproximadamente paralelas entre si e estreitamente espaçadas, limitando fatias de rochas relativamente menos deformadas. A foliação, regra geral, é verticalizada e representada por um bandamento milonítico nas zonas de maior deformação (fotos 1 e 2) ou pelo bandamento gnáissico regional transposto para a direção do cisalhamento (foto 13). Sobre essa foliação desenvolve-se forte lineação mineral e/ou estiramento (foto 3), que é paralela aos eixos de mesodobras ou microcrenulações e, mais raramente, aos eixos X de dobras em "bainha" (F_4), com caimento suave para E ou W .

As rochas incluídas nesse domínio são, na maior parte, gnaisses, migmatitos e remanescentes de supracrustais, todas incluídas no Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig], que constitui o embasamento do Grupo Cachoeirinha.

O domínio B, abstraídas as coberturas sedimentares fanerozóicas, corresponde a cerca de 90% dos terrenos pré-cambrianos expostos na área estudada.

As feições distintivas nesse domínio são a geometria sigmoidal de grandes blocos crustais limitados por ZCTs, que interceptam assintoticamente o lineamento Pernambuco e a presença de vários corpos granitóides relacionados ao funcionamento da tectônica transcorrente. Nesse domínio, não obstante as evidências da tectônica cisalhante, os registros de uma tectônica pré-transcorrência estão melhor preservados do que no domínio anterior (foto 4). Assim, em áreas onde a deformação cisalhante é fraca ou não-penetrativa, é possível estabelecer-se uma história evolutiva utilizando critérios de superposição de estruturas (figura II.3.3a).

De modo genérico, as estruturas mais comuns nos afloramentos como um todo são minidobras abertas a apertadas de estilo variável (F_4), com superfícies axiais verticalizadas (S_4) e caimento suave dos eixos para NE ou SW (L_{b4} – fotos 5 e 6). Dobras com tais características mantêm estreita relação temporal com o cisalhamento transcorrente; geralmente precedem as transcorrências, mas há casos em que são geradas durante e posteriormente a elas. Por essa razão, tanto as dobras como as zonas de cisalhamento transcorrente são, neste estudo, atribuídas a uma única fase de deformação progressiva (D_4).

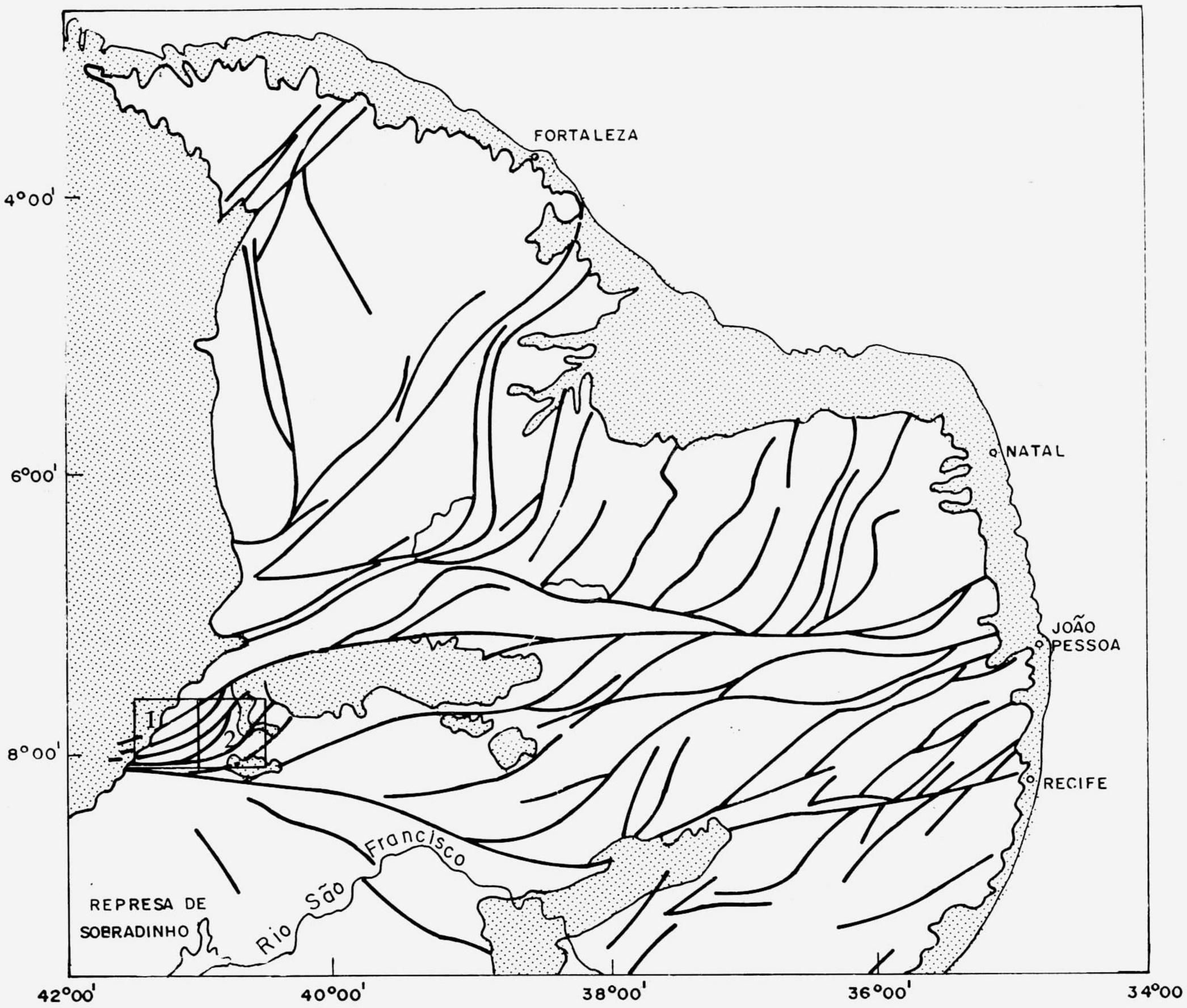
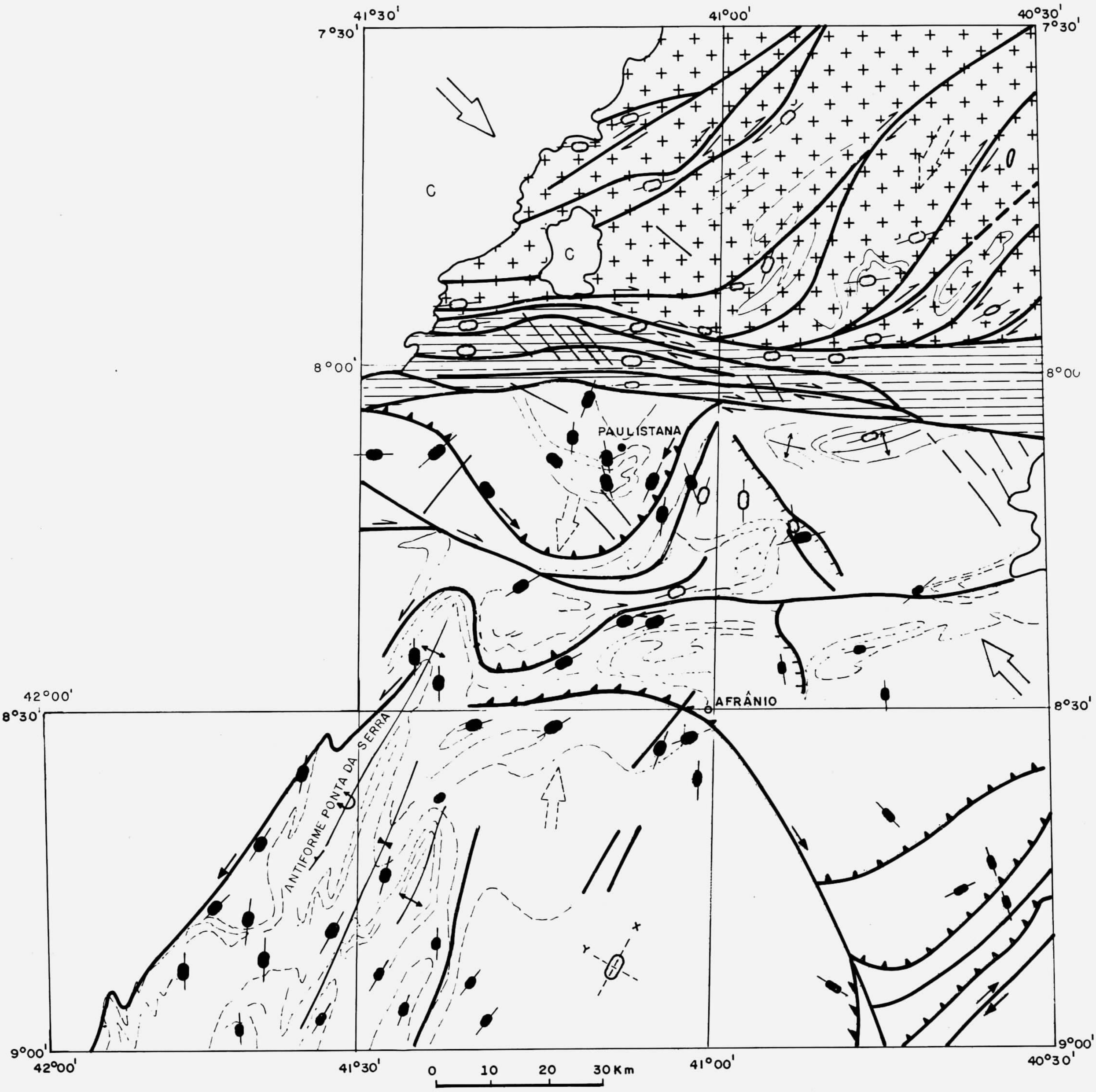


Fig. II.3.1 – Localização da área estudada no contexto dos grandes cisalhamentos do NE oriental brasileiro. Fonte: Fortes (1986), modificado.

Nos terrenos do embasamento retrabalhado, as estruturas referidas superpõem-se, quase que coaxialmente, às dobras apertadas a isoclinais (F_2) com xistosidade ou clivagem de crenulação/transposição (S_2), plano axial de mergulho fraco, eixos com caimento variável (L_{b2}) e lineação de estiramento de alto *rake* (L_{x2}). Essas estruturas, por sua vez, deformam o bandamento gnáissico paralelizado com S_1.

Na faixa correspondente às rochas vulcanossedimentares do grupo Cachoeirinha, as estruturas D_4 interferem com as dobras de estilo variável e superficies axiais marcadas por clivagem de crenulação em domínios que evolui até intensa transposição, com mergulhos variando de empinados a intermediários. Essas estruturas sobrepõem-se a uma clivagem ardosiana ou xistosidade (S_1) geralmente paralela ao bandamento composicional primário (S_0).

As fases D_{1-2} do embasamento arqueano retrabalhado são distintas, no tempo, das fases D_1 e D_2 das coberturas proterozóicas, por razões expostas no subitem seguinte. A



C — Coberturas sedimentares fanerozóicas.

Domínio A.

Domínio B.

Empurrão/rampa frontal, transcorrência, transpurrão e rampa lateral relacionados à tectônica tangencial (D_{1-2-3-}).

Transcorrência, rampa lateral, falha normal e fratura relacionados à tectônica transcorrente (D_4).

Dobras.

Lineação de estiramento D_{1-2-3}.

Lineação de estiramento D_4.

Lineamentos estruturais.

Direção de encurtamento D_{1-2} provável.

Direção de encurtamento D_4.

Elipse de deformação (tectônica tangencial).

Fig. II.3.2 – Arcabouço tectonostrutural da porção N do Cráton do São Francisco e áreas limítrofes.

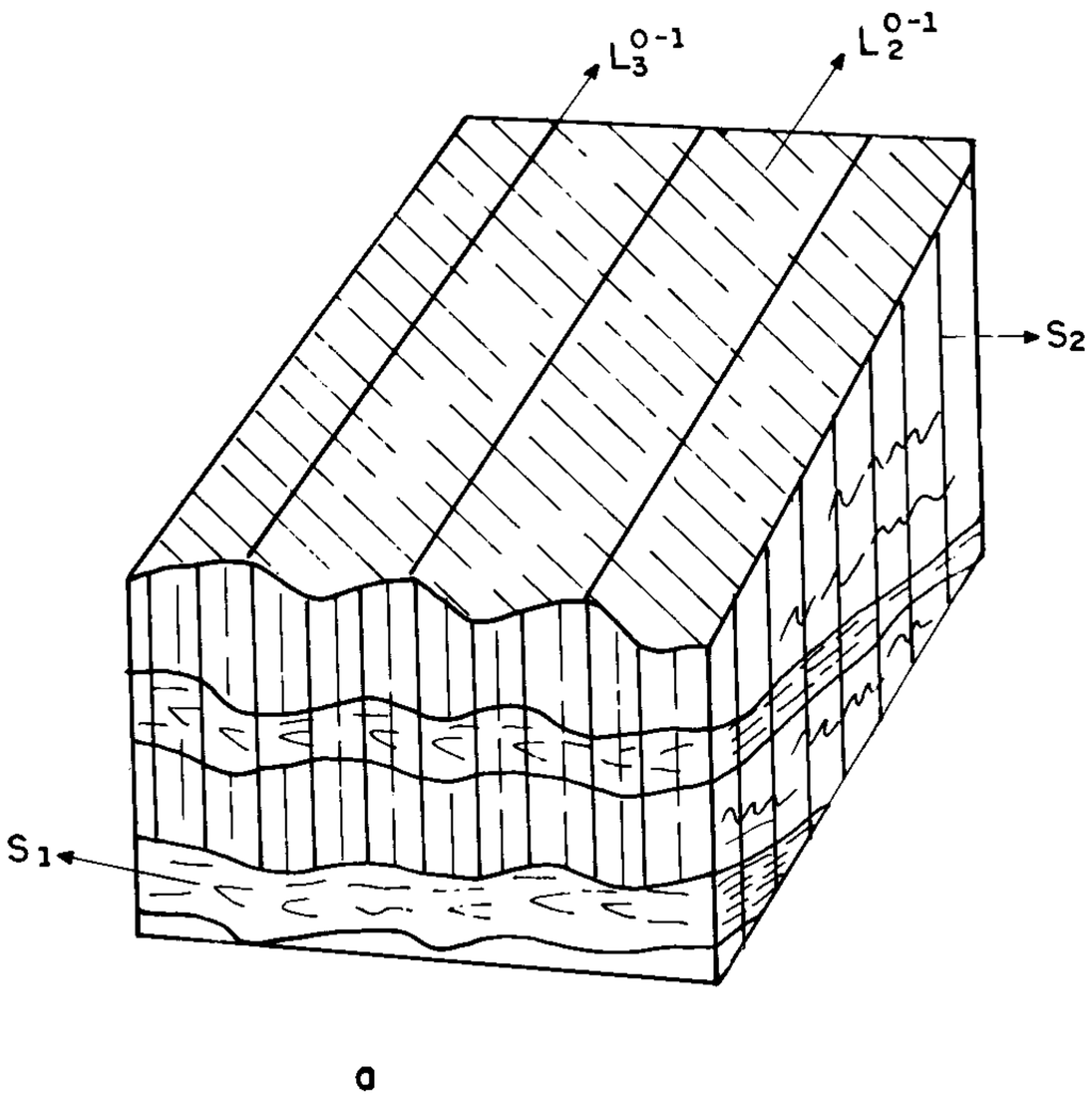


Fig. II.3.3 – Aspectos deformacionais observados em escalas mesoscópicas: a) relações geométricas entre elementos estruturais gerados em D_1, D_2 e D_3; b) porfiroclasto quartzofeldspático sigmoidal, indicando movimento dextrogiro em zona de cisalhamento transcorrente; c) nível quartzoso boudinado, definindo uma lineação de estiramento (L_{x2}) em alto ângulo com as linhas de charneira F_2; d) lineação de estiramento marcada pela boudinagem de clastos quartzofeldspáticos com neocristalização de quartzo sin-D_2, nos espaços interboudins.

fase D_3 não é aqui considerada, por não ser penetrativa na área investigada.

Nos dois domínios definidos, o movimento relativo dos blocos, ao longo das ZCTs, é predominantemente dextrogiro, com excelentes exemplos de estruturas S-C (Berthé et alii, 1979) em meso- e macroescalas. A análise de várias estruturas assimétricas em afloramentos também indica movimentos dextrogiros (figura II.3.3b).

3.2 Relações embasamento/coberturas dobradas

As rochas integrantes do embasamento foram agrupadas em uma unidade de mapeamento denominada Complexo Gnáissico-Migmatítico. Engloba associações gnáissico-migmatíticas e rochas metaplutônicas de composição variando de tonalítica a granodiorítica, contendo remanescentes de supracrustais metassedimentares (calcissilicáticas e quartzitos), alguns dos quais mapeáveis na escala deste trabalho.

A geometria estrutural do embasamento (na escala de mapas), em domínios de intensa refoliação, ligada à fase D_4, brasiliana, mostra aparentemente a mesma complexidade das rochas do Complexo Casa Nova Aflorantes Logo A Sul do Lineamento Pernambuco. Nos domínios em que a deformação D_4 é pouco penetrativa ou nula, as macroestruturas (fotos 8 e 14) do embasamento apresentam um padrão mais complexo. Esse fato, no entanto, às vezes não é muito claro na escala de afloramentos. Nesse nível de observação, as feições do embasamento tais como estilo de dobras, padrão de interferência de estruturas dobradas e planares, natureza das lineações e indicadores cinemáticos, mantêm uma certa coerência geométrica e de orientação com as das supracrustais do Complexo Casa Nova.

A conclusão que se apresenta a partir dessa constatação é a de que as rochas da Unidade Inferior, arqueanas, e os metamorfitos da Faixa de Dobramentos Riacho do Pontal, essas últimas aflorantes nas folhas Santa Filomena, Paulistana, Afrânio e Barra do Bonito, também integrantes do Projeto Riacho do Pontal II, foram envolvidos conjuntamente pelas deformações transamazônicas. De fato, a análise detalhada de alguns afloramentos do embasamento revela certas peculiaridades raras ou ausentes nas coberturas e, portanto, indicativas de uma discordância estrutural entre os dois conjuntos. Uma delas é a presença de algumas raras figuras de interferência tipo "bumerangue" (foto 8) circulares ou elípticas em arranjo semelhante aos domos e bacias de Ramsay (1967); outra, são dobras infrafoliais sem raízes em um bandamento gnáissico, que, por sua vez, é afetado pela tectônica tangencial D_{1-2} proterozóica; uma terceira é a existência de contatos intrusivos entre ortognaisses com foliação S_{1-2}, equivalentes estruturais dos ortognaisses tipo Rajada, truncando o bandamento gnáissico Sn (foto 7). Um outro fato que chama a atenção, é a abundância de corpos anfibolíticos no Complexo Gnáissico-Migmatítico. Tais anfibolitos são partes indissociáveis dos ortognaisses e migmatitos, seja realçando o bandamento ou como paleossomas nas partes migmatizadas. Geralmente constituem faixas com larguras variando de centímetros a poucos metros dispostas em franco paralelismo com o bandamento gnáissico. A falta de bons afloramentos impossibilitou o reconhecimento de relações estratigráficas entre os anfibolitos e as rochas do embasamento. No entanto, Angelim (1988), ao mapear a Folha Santa Filomena, contígua à Simões, refere-se a um corpo de ortognaisse, petrográfico e estruturalmente semelhante ao que aflora no quadrante SE da Folha Simões, deste diferindo pela presença de diques anfibolíticos. Levando em consideração esses fatos e a forma dos corpos anfibolíticos, a hipótese de serem eles antigos diques apresenta-se como a mais plausível. Se correta essa interpretação, ter-se-ia mais um argumento em favor de uma discordância entre os complexos Gnáissico-Migmatítico e Casa Nova.

Maiores detalhes sobre as relações de contato entre embasamento/cobertura, coberturas/coberturas encontram uma barreira imposta pela obliteração das estruturas primárias durante as sucessivas e enérgicas fases de deformação que afetaram o conjunto.

As coberturas dobradas, na área considerada, fazem-se representar pelas rochas do Grupo Cachoeirinha, que consistem principalmente de metassedimentos detrito-pelíticos associados a metavulcânicas e, subordinadamente, de corpos estreitos e alongados de moscovita-quartzitos expostos ao longo do contato com o Complexo Gnáissico-Migmatítico e Granitóide Simões. Incluem ainda intercalações de quartzitos e um corpo de metaultramafito com extensão de aproximadamente 15km e largura de 500m, alojado concordantemente na principal xistosidade. Esse conjunto é cortado por corpos ígneos, alguns mapeáveis, representados por subvulcânicas ácidas (microgranitos), todos dispostos paralelamente à direção das principais zonas de cisalhamento e por elas afetados, em maior ou menor grau. Os dados de campo são conclusivos quanto ao controle estrutural desse magmatismo pelas zonas de cisalhamento transcorrente, provavelmente em tempos tardibrasilianos.

Fica claro, a partir das observações contidas nos parágrafos anteriores que existem dois tipos de cobertura no espaço das folhas Simões e Patos. O primeiro diz respeito aos metassedimentos vestigiais de facies anfibolito, intrinsecamente relacionados ao domínio gnáissico-migmatítico da Unidade Inferior, dele indissociável. O segundo refere-se às rochas metavulcanos-sedimentares de facies xisto-verde estruturadas em uma faixa linear de geometria grosseiramente sigmoidal; padrão este modelado pelas zonas de cisalhamento transcorrente. Existe ainda um terceiro conjunto de supracrustais, que é o Complexo Casa Nova, exposto imediatamente ao sul do Lineamento Pernambuco, portanto, a menos de 15km do Grupo Cachoeirinha.

Diante desse quadro, julga-se pertinente tecer algumas considerações sobre o inter-relacionamento das referidas unidades e, por extensão, sobre outras faixas de dobramentos do Nordeste brasileiro.

É um assunto polêmico, que tem suscitado, nos últimos anos, acirradas discussões, onde se contrapõem duas linhas de pensamento. De um lado, estão os que defendem uma evolução monocíclica no Proterozóico Superior. E, de outro, os que postulam ou admitem uma história evolutiva policíclica para muitas dessas coberturas, com registros tectonometamórficos e magmáticos no Transamazônico e Brasiliano.

Dentre os partidários da evolução policíclica, que implícita ou explicitamente aceitam uma correlação entre, por exemplo, as faixas Seridó, Piancó-alto Brígida, Salgueiro, Cachoeirinha, Ceará, Riacho do Pontal, Casa Nova, destacam-se autores como McReath & Jardim de Sá (1979), Jardim de Sá & Hackspacher (1980), Dalton de Souza et alii (1979), Jardim de Sá (1984, 1987) dentre outros. Não estão incluídas nessa categoria as faixas Orós, no Ceará, e Sergipana. A Faixa Orós, segundo Macedo et alii (1988), é uma seqüência vulcanossedimentar implantada no Proterozóico Médio e só deformada no Brasiliano. A Faixa Sergipana, há muito tida como neoproterozóica e monocíclica, é considerada como tal por Jardim de Sá (1986).

No que respeita aos metassedimentos atribuídos ao Grupo Cachoeirinha, na área estudada, são relevantes vários fatos observados no atual Convênio DNPM/CPRM que se alinham contrariamente à postulada correlação com o Complexo Casa Nova. Tais fatos, quando analisados no seu todo, são por demais sugestivos da existência de uma discordância estrutural entre as duas unidades.

Em outras palavras, defende-se uma evolução policíclica para o Complexo Casa Nova, assumindo para ele uma deposição no Proterozóico Inferior e deformação nos ciclos Transamazônico e Brasiliano, corroborando as idéias de autores como Inda & Barbosa (1978), Dalton de Souza et alii (1979) e Jardim de Sá (1987, 1988), e uma história evolutiva muito mais simples, provavelmente monocíclica, para o Grupo Cachoeirinha. Isto com base nas seguintes evidências:

1) o estilo estrutural nas supracrustais do Grupo Cachoeirinha é relativamente simples se comparado ao do Complexo Casa Nova;

2) o grau de metamorfismo atingiu, no máximo, facies xisto-verde de médio grau (zona da clorita-biotita) no Grupo Cachoeirinha, enquanto no Complexo Casa Nova chega a anfibolito superior/anatexia;

3) as deformações D_{1-2} no Complexo Casa Nova desenvolveram-se paralelamente a intenso plutonismo ácido, representado, principalmente, por granitóides resultantes da fusão dos metassedimentos; nas rochas do Grupo Cachoeirinha, os granitóides nelas intrusivos são do tipo híbrido ou interação manto/crosta, e mantélicos; suas composições variam de calcialcalina a alcalina. Além disso, são estruturalmente controlados pela última fase de deformação (D_4);

4) as fases D_{1-2} deixaram, nas rochas do Complexo Casa Nova e do embasamento, fortes impressões de uma tectônica tangencial, com geração de milonitos e uma forte lineação de estiramento em regime não-coaxial; nas rochas do Grupo Cachoeirinha, tais feições não são evidentes;

5) ao contrário do Complexo Casa Nova, que apresenta uma ampla diversidade de litótipos, o Grupo Cachoeirinha, na área investigada, consiste basicamente de uma mistura de xistos vulcanogênicos ácidos a intermediários (clorita-albita-xistos) semelhantes aos metaqueratófiros da região de Aurora(CE) (Barbosa, 1978; Gomes, 1984) e de xistos paraderivados, além de raros corpos de quartzitos;

6) as metavulcânicas sinsedimentares do Complexo Casa Nova, atualmente transformadas em anfibolitos, são interpretadas como derivadas de basaltos toleíticos empobrecidos em K, enquanto as metavulcânicas do Grupo Cachoeirinha relacionam-se, provavelmente, a um magma calcialcalino.

3.3 Análise geométrica das deformações

A integração e análise dos dados disponíveis suportam considerações abalizadas, porém certamente não-definitivas, quanto à reconstituição dos principais episódios tectonometamórficos com reflexos na história estrutural da área estudada.

Dentro desse enfoque, foram reconhecidos três grandes episódios ou eventos geológicos que influenciaram de modo incisivo na estruturação do segmento crustal investigado, devidamente caracterizados na tabela II.3.1 e na figura II.3.4.

O evento mais antigo (1) está registrado exclusivamente nas rochas do embasamento retrabalhado. Corresponde à fase de deformação D_n, identificada por um bandamento gnáissico e/ou foliação (S_n). O evento posterior (2) desenvolveu-se em três fases (D_1, D_2, e D_3) que, embora distintas, compõem um quadro de evolução estrutural progressiva. Tais deformações afetaram tanto o embasamento como as coberturas vulcanossedimentares sobre ele depositadas que evoluíram para os metamorfitos do Complexo Casa Nova. O último evento (3) também evoluiu segundo três fases. As duas primeiras, D_1 e D_2, provavelmente contínuas no tempo e penetrativas, pelo menos aparentemente, só nas rochas do Grupo Cachoeirinha; a última fase (D_4) é penetrativa em todas as litologias. Agrupa as estruturas relacionadas à tectônica que culminou com os cisalhamentos transcorrentes de extensão continental.

Neste trabalho, mantiveram-se os índices D_1 e D_2 para designar tanto as fases deformativas do episódio (2) como do episódio (3) por uma questão de coerência com a nomenclatura adotada por Angelim (1988) na vizinha folha Santa Filomena. Lá, as deformações D_1 e D_2 do episódio (3) não são penetrativas, razão pela qual o referido autor empregou o índice D_4 para a última deformação relacionada às transcorrências brasilianas.

Tabela II.3.1 – Síntese da Evolução Geológica Regional

	formações	Rochas Envolvidas	Metamorfismo	Idade	Cinemática da deformação	Estruturas	Atividade Magmáticas	Observações
Evento (1)	DN	Gnaisses e migmatitos do embasamento	Fácies anfibolito de grau médio a superior; anatexia	Arquena		– Bandamentognaissico – Foliação de transposição – Migmatíticas – Complexos padrões de interferência de dobras	Associações magmáticas complexas; incluindo granodioritos e tonalitos	
Estágio Rift.	Figura a	Início da deposição do Complexo Casa Nova		Proterozóica inferior	Extensional	Falhas normais?	Vulcanismo fissural máfico toleítico	
Evento (2)	D1 Figura b	– Gnaisses e migmatitos do embasamento	Fácies xisto verde médio a anfibolito médio?	Transamazônica	Cisalhamento Tangencial	– Xistosidade; clivagem de transpocição; bandamento diferenciado – Dobras isoclinais e intrafoliais sem raízes	– Plutonismo granitóide de derivação crustal na forma de "sheets" (granitóides tipo S)	
	D2 Figura c	– Supracrustais do Riacho do Pontal	Fácies xisto verde médio a anfibolito superior			– Dobras cilíndricas e acilín- dricas – Clivagem crenulação/ transposição/ xistosidade – Lineação de estiramento – Foliação milonítica – Zonas de cisalhamento contracional e extensional (restrita)	– Sills e soleiras básicas e ultrabásicas em áreas restritas – Veios pegmatóides	
	D3 Figura d		Xisto-verde		Componente de transcorrência > > empurrão	– Megadobras normais c/s. Ax. fortemente inclinadas – Clivagem de crenulação – Mesodobras simétricas/ Kinks	Plutonismo granitóide	Não é penetrativo no Grupo Cachoeirinha
Sedimentação / Vulcanismo do Grupo Cachoeirinha (Proterozóico Médio?)								
Evento (3)	D1 Figura e	Supracrustais do Grupo Cachoeirinha	Fácies xisto-verde (zona da clorita-biotita)	Uruaçuana?	Cisalhamento	– Clivagem ardosiana – Bandamento diferenciado	Vulcanismo ácido a intermediário dominante	Essa deformação não é penetrativa ou foi obliterada por D4, nas rochas do embasamento
	D2 Figura f			Brasiliana?	Transcorrente?	– Clivagem de crenulação/ transposição – Dobras abertas a apertadas, normais e reviradas		
	D4 Figura g	– Gnaisses e migmatitos do embasamento – Supracrustais do complexo Casa Nova – Supracrustais do grupo Cachoeirinha	Facies xisto-verde	Brasiliana	Cisalhamento transcorrente	– Dobras abertas a apertadas normais a reviradas – Clivagem de cremulação/fraca – Lineações mineral e de estiramento e eixos de crenulações – Dobras tipo "a" e em bainha – Lineamentos transcorrentes de extensão continental – Zonas miloníticas transcorrentes e extensionais – Falhas transcorrentes e normais	– Plutonismo básico pré- a cedo cisalhamento, em áreas restritas – Intenso e extensivo plutonismo granitóide variando de calcialcalino a alcalino saturado – Dique e "sills" de subvulcânicas e vulcânicas félsicas (riolitos, riodacitos) – Diques básicos – Diques pegmatóides	As dobras F4 foram geradas pré- cedo- sin- e tardicisalhamento transcorrente

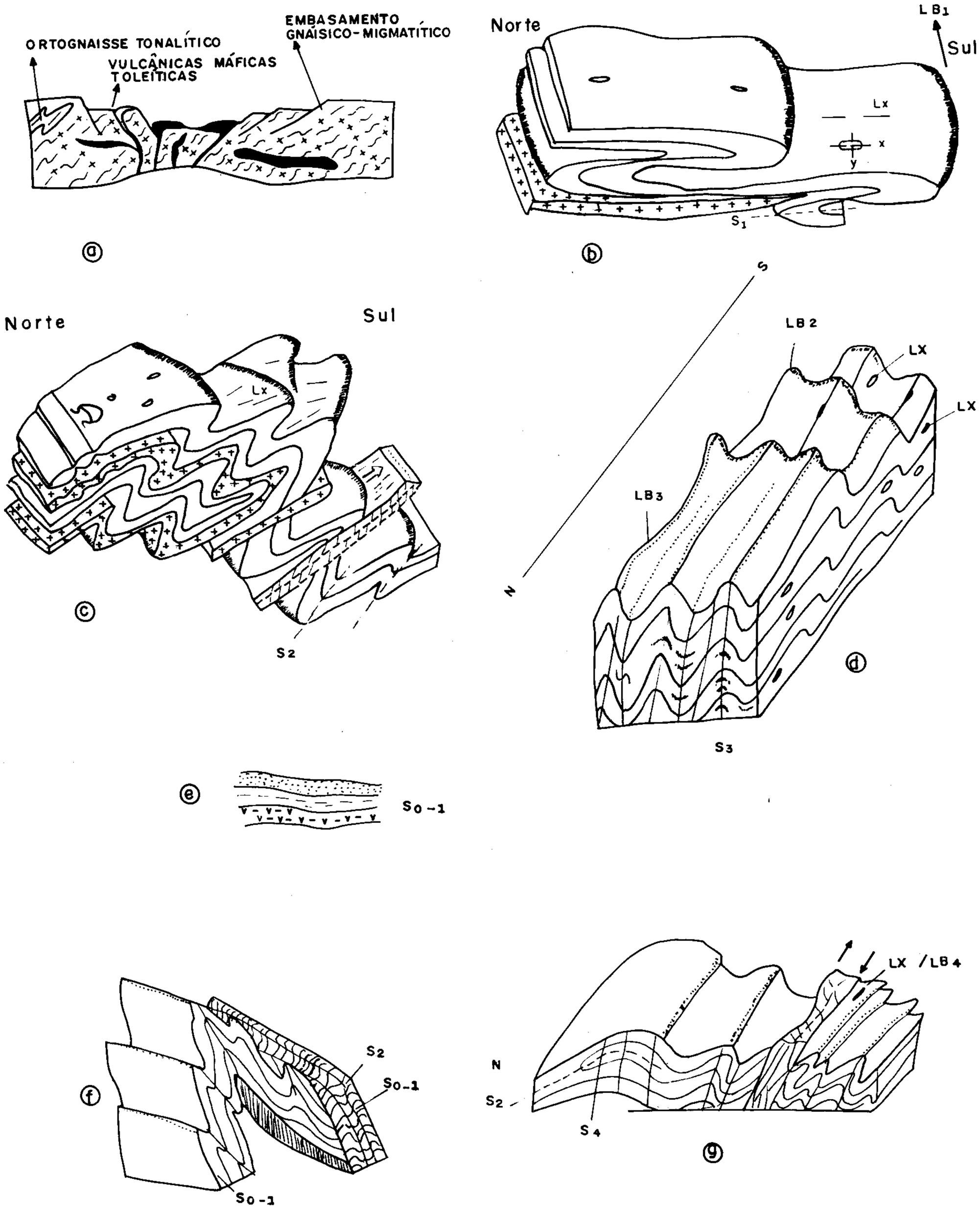


Fig. II.3.4 – Modelo evolutivo e aspectos geométricos das deformações. Explicações na tabela II.3.1.

3.3.1 Evento 1 – Deformações exclusivas do embasamento

Como já mencionado, a principal estrutura relacionada a esse evento é um bandamento gnáissico e/ou foliação penetrativa em todas as escalas (S_n). O bandamento é acentuado pela alternância de faixas colorimétrica e composicionalmente distintas, refletindo tanto variações litológicas originais como processos de segregação metamórfica superpostos. A foliação é marcada pela orientação preferencial de biotita ou grãos deformados de quartzo e feldspatos (fotos 4 e 7).

Na maioria dos afloramentos, não são muito claras as marcas de deformações pretéritas à fase que gerou esse bandamento S_n. No entanto, as feições estruturais das rochas da unidade Inferior são nitidamente mais complexas do que as observadas nas da Faixa de Dobramentos Riacho do Pontal. Exemplos desse fato são os padrões de superposição de dobras não-coaxiais semelhantes aos tipos 2 e 1 de Ramsay (1967), preservados em domínios restritos da Unidade Inferior e não muito freqüentes nas coberturas e metaplutônicas pós-D_n (foto 8).

Nos casos em que ocorrem interferências das dobras dos tipos descritos, a fase mais nova tem características geométricas semelhantes às dobras sin-D_4. Já com relação às dobras mais antigas são quase certamente anteriores às deformações das coberturas, não obstante apresentarem, em alguns casos, morfologia semelhante à das dobras D_{1-2}.

A associação mineralógica mais comum nas rochas do embasamento é biotita-hornblenda-plagioclásio-KF-quartzo, o que não é conclusivo quanto às condições metamórficas durante D_n. Diante dessa limitação, as condições metamórficas que acompanharam a deformação D_n são apenas inferidas, uma vez que o grau metamórico atingiu a fáceis anfibolito de alta temperatura e até mesmo a zona de anatexia, como atestam os muitos afloramentos de migmatitos.

3.3.2 Evento 2

Reúne uma associação de três fases de deformações (D_1, D_2 e D_3), atribuídas ao desenvolvimento do ciclo geodinâmico Transamazônico. Tais deformações são interpretadas dentro de um contexto evolutivo de deformação progressiva em regime de cisalhamento dúctil. Na área de trabalho, não foram assinaladas estruturas correspondentes à fase D_3, cujos registros estão melhor preservados a sul do Lineamento Pernambuco.

As fases D_{1-2}

Constituem as primeiras deformações do Faixa de Dobramentos Riacho do Pontal que afetaram também o seu embasamento (unidade Inferior). As estruturas resultantes dessas deformações reúnem determinadas características que foram interpretadas como tendo sido geradas em regime tectônico com intensa deformação dúctil e metamorfismo relacionados a cisalhamentos simples de baixo ângulo com translação de massas na direção aproximada N-S, afetando diferentes níveis crustais. Essa tectônica foi acompanhada de intensa atividade plutônica desencadeada por processos de fusão crustal em larga escala que resultaram na geração e colocação de considerável volume de rochas granitóides derivadas de metassedimentos.

Deformações D_1

Os efeitos de D_1 no embasamento não são muito claros, mas apenas inferidos como responsáveis por mais uma refoliação do bandamento gnáissico, talvez com transposição e até mesmo deslocamentos de massas associados aos empurrões, de maneira análoga às coberturas. Seguramente, o metamorfismo relacionado a D_1 e fases subseqüentes teve caráter retrogressivo sobre as rochas do embasamento.

Nas supracrustais do Complexo Casa Nova, aflorantes em folhas contíguas à Folha Simões, D_1 é evidenciada por uma forte clivagem de transposição ou xistosidade penetrativa nos metapelitos de mais alto grau; e por um bandamento diferenciado e clivagem ardosiana nos filitos e xistos de mais baixo grau. Nos metapsamitos, faz-se representar por uma foliação definida pela orientação preferencial de grãos de quartzo deformados e palhetas de moscovita. Geralmente, as superfícies planares associadas a D_1 estão paralelizadas com o bandamento primário, salvo em zonas de charneiras de dobras F_1, o que não é muito comum. Os raros afloramentos em que ainda estão preservadas dobras D_1 localizam-se fora dos limites da área, a sul do Lineamento Pernambuco. No extremo-sul da Folha Paulistana, por exemplo, está cartografada uma dobra muito apertada, de dimensões quilométricas, que foi interpretada como sendo relacionada a D_1. Na escala de afloramento, as estruturas dobradas dessa fase geralmente são intrafoliais sem raízes, desenhadas por venulações quartzosas ou isoclinais afetando o bandamento primário realçado pela alternância de horizontes pelíticos e psamíticos em metamorfitos de baixo grau. A orientação das superfícies axiais e zonas de charneiras é muito variável em função das deformações superpostas. De um modo geral, as zonas de charneiras de F_1 e F_2 estão paralelizadas.

Deformações D_2

Nas rochas do embasamento e metaplutônicas sin-D_{1-2}, nelas intrusivas, as feições mais proeminentes da deformação D_2, em afloramentos, são de longe uma foliação penetrativa (S_2) planoaxial de dobras isoclinais recumbentes (F_2), nas fotos 9 e 10, e lineações minerais e/ou de estiramento (L_{x2}) desenvolvidas sobre S_2; lineações desse tipo geralmente fazem ângulos fortes com a direção

das charneiras de F_2 (figura II.3.3c). Nas zonas de intensa deformação D_2, a foliação S_2, definida pela orientação planar de biotita, quartzo e feldspato, pode evoluir para uma foliação milonítica de geometria sigmoidal ou lenticular com acentuada interdigitação tectônica. Nesses locais, dobras isoclinais F_2 mostram flancos extremamente atenuados, como observado em um afloramento nas proximidades de Curral Novo, onde ortognaisses milonitizados, derivados de granitos quartzofeldspáticos sin-D_2, mostram variações extremas na intensidade da deformação D_2, em uma faixa com largura de uns 200m (fotos 9, 11 e 12). Nos locais onde a deformação D_2 não é muito intensa, desenvolveram-se dobras isoclinais com flancos atenuados e lineação de estiramento definida por agregados quartzofeldspáticos em alto ângulo com as charneiras de F_2 (figura II.3.3c). Nas zonas de máxima deformação D_2, observam-se dobras isoclinais recumbentes dobrando uma foliação milonítica com eixos paralelos à lineação de estiramento segundo N-S. Nesse caso, o paralelismo entre L_{b2} e L_{x2} é explicado pelo giro progressivo das charneiras de F_2 para a direção do cisalhamento. L_{x2} é marcada por boudinagem de agregados quartzofeldspáticos com recristalização de quartzo nos *necks* dos boudins (figura II.3.3d), por minerais micáceos, por porfiroblastos sigmoidais de feldspatos ou ainda pela orientação unidirecional dos prismas de anfibólio. Nesse exemplo, e em alguns outros, a lineação de estiramento é transversal à direção geral das estruturas, estando portanto orientada segundo N-S ou NW-SE, aproximadamente. A variação de L_{x2} dentro desse espectro reflete claramente distorções impostas pela tectônica brasiliana.

De modo geral, os movimentos de massa durante a tectônica contracional D_{1-2} foram dirigidos de N para S ao longo de zonas miloníticas de baixo ângulo intra- e interunidades litoestratigráficas. Essa assertiva tem fundamento nas mesoestruturas observadas que são muito semelhantes a outras interpretadas por autores como Nicolas et alii, 1972, Mattaeur et alii, 1981 (apud Malavieille, 1987), Cobbold & Quinquis (1980), Mattaeur et alii (1983), Lacassin (1984), Coward (1984), entre outros, como indicativas da direção do cisalhamento, portanto paralelas ao eixo X do elipsóide de deformação final.

É notável, por toda a Faixa de Dobramentos Riacho do Pontal e seu embasamento, a persistência e penetratividade das estruturas relacionadas aos empurrões dúcteis, como também é marcante o seu caráter heterogêneo. Na escala de afloramentos, essa heterogeneidade materializa-se na multiplicidade de tipos de dobras, na maior ou menor penetratividade de S_2 ou na variação do grau metamórfico.

As dobras F_2 desenvolveram-se em todas as escalas; regra geral, as pequenas dobras variam de fechadas a isoclinais com charneiras espessadas (classes 1C a 3) e assimetria acentuada, na maioria dos casos com vergência para S e SE; os eixos apresentam caimentos suaves a médios, raramente verticais, para E ou W e NE ou SW. As superfícies axiais orientam-se na direção NE-SW ou E-W com mergulhos variando de suborizontais até verticais para NW ou SE, N ou S (fotos 9 e 10). Essas dobras afetam o bandamento gnáissico ou foliação composta S_n/S_1 do embasamento e um bandamento composicional (S_0) que, na maioria dos exemplos observados, é paralelo à xistosidade S_1, nos metamorfitos do Complexo Casa Nova. As envoltórias de F_2, quer no embasamento, quer nas supracrustais, apresentam mergulhos suaves.

Ao microscópio, as dobras F_2, nos metamorfitos de mais baixo grau do Complexo Casa Nova, são desenhadas por palhetas de biotita pré-D_2 que tendem a acompanhar o dobramento.

Na escala de mapas, as dobras F_2 são postas em evidência por horizontes de quartzitos ferruginosos que se destacam dos gnaisses e migmatitos regionais; as macrodobras dessa geração apresentam formas alongadas e estreitas com limbos paralelizados, que acompanham os traços das zonas de cisalhamento transcorrente.

As estruturas planares associadas a D_2 nas rochas de mais baixo grau do Complexo Casa Nova incluem clivagem de crenulação diferenciada que evoluem para clivagem de transposição nas zonas mais deformadas e xistosidade em domínios, de geometria anastomosada.

As estruturas lineares relacionadas a D_2 são representadas por lineações de estiramento oblíquas ou paralelas às charneiras de F_2; e por lineações **b** – estas muito mais abundantes – que consistem de eixos de pequenas dobras e crenulações, interseção S_2 com S_1/S_0 ou com o bandamento gnáissico, barras de quartzo, eixos Y de boudins. O diagrama da figura II.3.5d mostra que essas lineações apresentam caimento de baixo ângulo, preferencialmente para NNW e, com menor freqüência, para SSE.

3.3.3 Evento 3

Os dois primeiros estágios evolutivos do evento 3 correspondem às fases D_1 e D_2, cujas principais características serão abordadas a seguir.

A fase D_1 desenvolveu um bandamento diferenciado ou xistosidade (S_1). O bandamento S_1, na escala de afloramento, é definido por faixas centi- a decimétricas de composição e cores distintas, geralmente subparalelas ao acamadamento primário; este é reconhecido pela alternância de bandas decimétricas, ora mais, ora menos enriquecidas em filossilicatos. Em alguns casos, o bandamento metamórfico é ressaltado por exsudações quartzosas, boudinadas, que também marcam o estilo de pequenas dobras F_2. Ao microscópio, o referido bandamento traduz um estágio avançado de recristalização e é marcado por faixas alternadamente enriquecidas em quartzo e minerais micáceos, nos xistos paraderivados, ou quartzo-albita *versus* sericita-clorita, nos xistos vulcanogênicos ácidos a intermediários. A xistosidade (S_1), a exemplo do bandamento, é coincidente com o acamadamento primário. Caracteriza-se pela maior

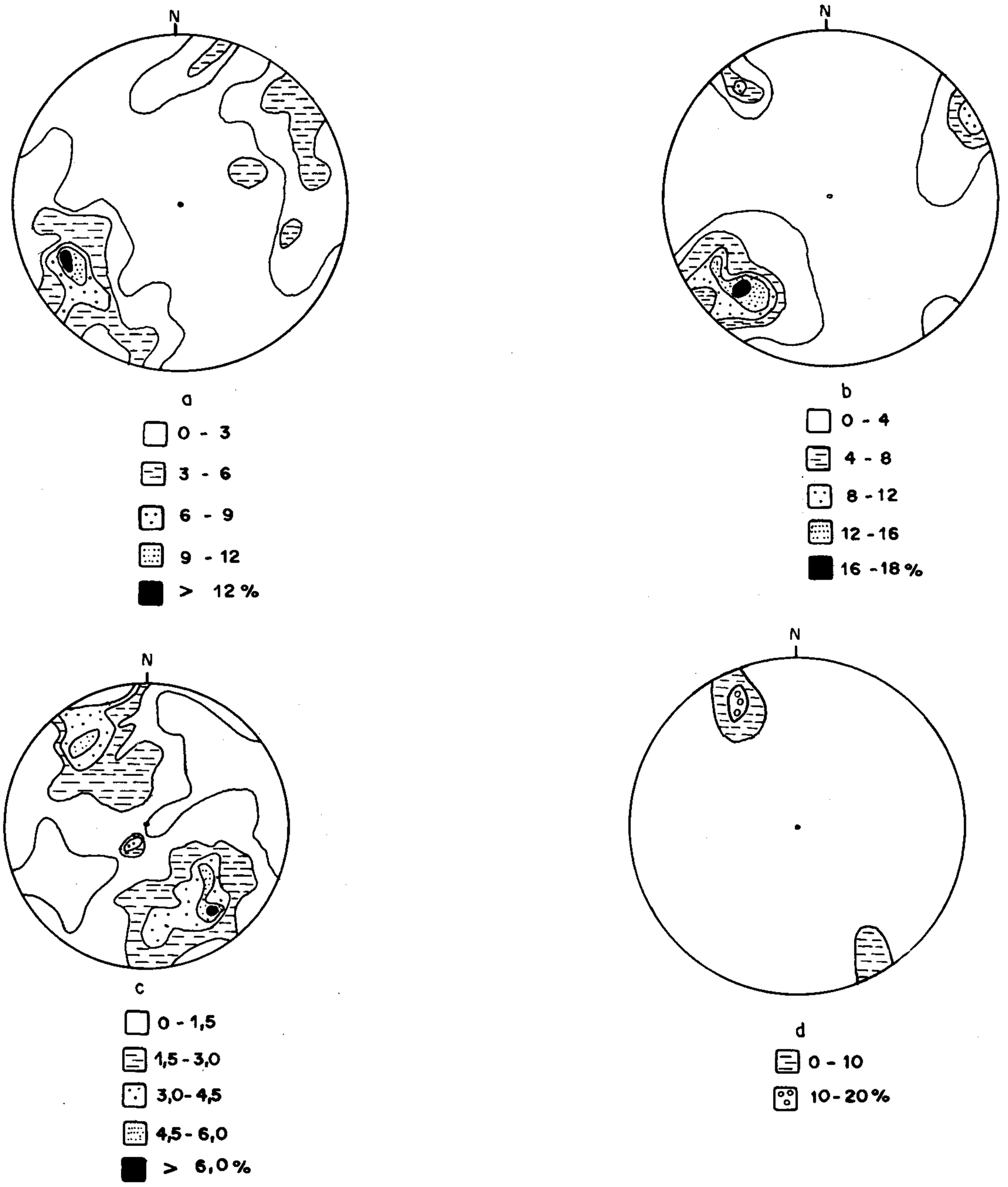


Fig. II.3.5 – Diagramas de freqüência para estruturas planares e lineares. Projeção eqüiárea, hemisfério inferior: a) pólos de lineação de estiramento (L_{x4}), 66 medidas; b) pólos de lineação de eixos de dobras geradas em D_4, 29 medidas; c) pólos de foliação composta $S_n/S_1/S_2$, d) pólos de lineação L_{b2}, 10 medidas.

concentração de minerais micáceos com forte anisotropia planar que circundam grãos de quartzo recristalizados ou agregados quartzofeldspáticos, configurando uma anisotropia anastomosada, perceptível nas escalas meso- e microscópica.

A fase D_2

As dobras relacionadas a D_2 são, em sua maioria, apertadas a isoclinais, com charneiras angulosas a arredondadas, assimétricas (classes 1C e 3, dominantes). As superfícies axiais orientam-se segundo E-W e NE-SW com mergulhos moderados a fortes, predominantemente para N e NW, e eixos com caimento muito variável. Em domínios restritos, onde a deformação D_4 não é muito intensa, observam-se minidobras F_2 apertadas com clivagem de crenulação planoaxial discreta, suborizontalizada; com o incremento progressivo da deformação D_2 as dobras F_2 evoluem para isoclinais e destas para dobras intrafoliais sem raízes. O tipo mais comum de feição planar relacionada a D_2 é uma clivagem de crenulação cuja morfologia varia em função da rocha envolvida e das

deformações prévias. De modo geral, S_2 é uma clivagem de crenulação diferenciada com espaçamento centimétrico até submilimétrico definido por estreitas faixas milimétricas de coloração escura que seccionam os flancos de minidobras. Em lâminas delgadas, S_2 é definida por finíssimas bandas micáceas que delimitam micrólitos dobrados de S_0/S_1 com geometrias semelhantes às dos tipos denominados por Gray (1978) de clivagem de crenulação em zonas, geradas por mecanismos de dissolução por pressão.

Os elementos lineares associados a D_2 são, principalmente, eixos de minidobras de crenulação, interseção S_2 com S_0/S_1 e, mais raramente, minerais alongados.

A fase D_4

A atual configuração dos macroelementos geológicos cartografados na área-objeto deste estudo deve-se, fundamentalmente, aos processos tectonomagmáticos atuantes nessa fase da história deformativa. Tais processos envolveram intensa atividade tectônica de natureza essencialmente transcorrente aliada a considerável magmatismo, dominantemente granítico.

Ainda dentro do mesmo contexto deformativo, são igualmente importantes os dobramentos assinalados em todas as escalas de observação, gerados precoce ou simultaneamente ao funcionamento dos cisalhamentos transcorrentes. São dobras normais de estilo muito variável (classes 1C, 2 e 3), na sua maioria subparalelas à direção do cisalhamento mais próximo (fotos 5 e 6).

As superfícies axiais são verticalizadas a fortemente inclinadas e variam de clivagem de crenulação até foliação milonítica, nas zonas de alto *strain* da deformação cisalhante. Na Folha Simões, orientam-se segundo as direções E-W e NE-SW.

As feições lineares geradas em D_4 incluem crenulação, eixos de mesodobras e interseção de S_4 com $S_1/S_2/S_n$, todos paralelos entre si e às lineações de estiramento mineral. As lineações de estiramento são marcadas por agregados quartzofeldspáticos, fitas de quartzo, boudinagem de foliação, de rochas mais competentes ou minerais (anfibólios e micas). Esses elementos lineares geralmente apresentam caimento fraco a moderado (5 a 15°), predominantemente para NE ou SW, como mostram as figuras II.3.5a (lineação de estiramento: L_{x4}) e II.3.5b (eixos de dobras geradas em D_4).

As dobras F_4 envolveram indistintamente as supracrustais do Cachoeirinha e o seu embasamento gnáissico-migmatítico, impondo uma nova estruturação às superfícies S_{1-2}, da primeira unidade, e à superfície S_n, da segunda.

Padrões de interferência do tipo "laço" são freqüentes entre F_4 e dobras F_2, tanto nas rochas do embasamento como nas do grupo Cachoeirinha.

Quanto mais próximas das zonas de cisalhamento, mais apertadas são as dobras F_4, geradas precocemente. Nas zonas miloníticas, essas dobras precoces são redobradas por dobras sin-miloníticas que acompanham toda a evolução do cisalhamento.

Não se pode dissociar, geneticamente, as dobras F_4 dos cisalhamentos transcorrentes. Torres (1988) descreve dobras semelhantes a estas na região de Vitória de Santo Antão, para as quais atribui uma origem por *buckling* em resposta à atuação de cisalhamento simples transcorrente incidindo sobre foliação suborizontal.

Indiscutivelmente, os cisalhamentos de rejeito direcional, incluindo o Lineamento Pernambuco, orientado segundo E-W, e o sistema de cisalhamentos a norte do referido lineamento, com direção NE-SW, de geometria sigmoidal, constituem as feições mais proeminentes na escalas de mapas. Esses dois sistemas são, provavelmente, relacionados temporalmente a um mesmo evento tectônico. A hipótese de o sistema E-W ter funcionado como rampas laterais e o sistema NE-SW como rampas oblíquas e frontais sob regime tectônico compressivo oblíquo deve ser investigada em trabalhos científicos de detalhes.

O Lineamento Pernambuco, como já salientado no início deste capítulo, é o elemento que mais se destaca no panorama geológico-geomorfológico local. Corresponde a uma zona milonítica com largura média de cerca de 15km, cuja extensão transcende em muito as fronteiras da área estudada, visto que seu prolongamento para leste se projeta mar adentro, nas proximidades de Recife, enquanto para oeste é recoberto por sedimentos da bacia do Parnaíba. Lockzy (1984) postula a continuidade física, pré-deriva continental, entre os lineamentos Pernambuco e o de Camarões, no oeste africano.

Sadowski (1984) estima um deslocamento de 112km para o Lineamento Pernambuco, considerando uma extensão de 730km.

As observações levadas a efeito neste trabalho não são congruentes com deslocamentos dessa magnitude ou de qualquer outra que implique descontinuidades mecânicas entre blocos situados de um lado e de outro do cisalhamento. Os fatos observados em campo–, e são vários–, coadunam-se com os modelos de zonas de cisalhamento dúctil, nos quais a variação do *strain* através de uma zona de cisalhamento é contínua na escala de afloramento, ou seja, sem rupturas e deslocamentos.

Provas irrefutáveis de que não ocorreram descontinuidades geométricas significativas ao longo de superfícies verticais, induzidas pelo lineamento Pernambuco, são os corpos de metagranitóides porfiríticos pré-cisalhamento transcorrente que afloram a NW e NE da cidade de Paulistana. Nos dois exemplos citados, a foliação do granitóide fora da zona milonítica é oblíqua à direção do cisalhamento; à medida que se aproxima do cisalhamento, a foliação vai girando progressivamente até com ele paralelizar-se. A porção do granitóide contida na zona milonítica sofre extrema atenuação evidenciada pelo estiramento dos fenocristais de feldspato e fitas de quartzo, mantendo, todavia, a pretérita continuidade física com o granitóide fora da zona.

Por outro lado, a justaposição, no atual nível de erosão, de blocos crustais com marcantes contrastes metamórficos é sugestiva de rejeitos oblíquos ou verticais ao longo da zona de cisalhamento. Rejeitos verticais são, *a priori*, descartados, posto não encontrarem suporte nas lineações miloníticas, que apresentam, regra geral, caimentos suaves, medidos na foliação milonítica vertical; as principais lineações miloníticas são estrias de deslizamento e alongamento mineral. Assim sendo, a tectônica transcorrente brasiliana não explicaria, por si só, a colocação lado a lado de blocos, aparentemente oriundos de diferentes níveis crustais. Uma hipótese alternativa seria a retomada desses cisalhamentos transcorrentes por falhas normais durante a tectônica extensional mesozóica com intenso e extensivo rifteamento que resultou na quebra e posterior deriva do continente Gonduana. Com efeito, Lana & Milani (1986) reportam-se a deslocamentos verticais mesozóicos da ordem de 4km, em um trecho do lineamento Pernambuco, que constitui o limite norte e depocentro do meio-graben de Jatobá. Na área ora investigada, o lineamento Pernambuco parece exercer forte controle sobre as atuais exposições de sedimentos cretáceos da bacia do Araripe. Se esse controle é um fato, ter-se-á um forte argumento local a favor de rejeitos verticais associados à tectônica distensiva mesozóica.

O Lineamento Pernambuco reúne uma miríade de zonas de cisalhamento transcorrente, com larguras variando de poucos centímetros até centenas de metros. Essas zonas de cisalhamento correspondem a fatias crustais nas quais se concentra a deformação que tem um caráter bastante heterogêneo. A heterogeneidade na distribuição da deformação nas zonas de cisalhamento é um fenômeno assinalado nas escalas microscópicas e de afloramento (fotos 1 e 2) e de mapas. Em todas elas, verificam-se faixas extremamente deformadas circundando blocos ou fatias refratárias ou pouco afetadas pela deformação.

Não existe consenso na literatura geológica quanto à idade dos grandes lineamentos que seccionam o Nordeste oriental brasileiro. Autores como Brito Neves (1975; 1983); Santos et alii (1984); Loczy (1984), admitem-lhes uma história policíclica; outros, a exemplo de Hackspacher & Oliveira (1984), Jardim de Sá (1984), Arthaud (1988), Torres (1988), consideram que esses lineamentos foram implantados no Brasiliano.

Independentemente de uma outra corrente de pensamento, existem os fatos – estes insofismáveis – observados em campo que não deixam qualquer dúvida quanto ao funcionamento dos cisalhamentos transcorrentes no Brasiliano; esses fatos dizem respeito às relações estruturais entre alguns granitóides de idade brasiliana, colocados sincinematicamente em relação ao cisalhamento transcorrente.

Uma característica marcante das zonas miloníticas, na escala de afloramentos, é sua forte penetratividade e intensidade, capazes de obliterar, modificar ou reorientar quaisquer estruturas prévias, tais como o bandamento gnáissico das rochas da unidade Inferior (foto 1), a foliação dos augen-gnaisses (fotos 2 e 3) ou a xistosidade nos metapelitos do Grupo Cachoeirinha.

Os tectonitos gerados durante as transcorrências incluem tipos os mais diversos, desde ultramilonitos (foto 8), milonitos, até protomilonitos (fotos 1, 2 e 3).

Os termos milonito e ultramilonito são empregados neste trabalho de acordo com a classificação de Sibson (1977), na qual a distinção entre um e outro termo é função da proporção de matriz em relação aos fragmentos. Nos milonitos, a proporção da matriz varia de 50 a 90% e nos ultramilonitos, é inferior a 10%.

As rochas enquadradas nessa categoria apresentam uma variedade muito ampla de tipos texturais, em função dos seus protólitos e da variação na intensidade da deformação cisalhante. No caso específico da área investigada, onde os protólitos são, na grande maioria, ortognaisses/migmatitos do embasamento e granitóides, prevalecem os seguintes tipos de rochas miloníticas. Aqueles derivados de migmatitos e gnaisses têm como característica genérica um bandamento milonítico marcado pela alternância de bandas escuras, ricas em minerais micáceos, quartzo e epidoto, e bandas claras, quartzofeldspáticas. As bandas quartzofeldspáticas nas zonas de intensa deformação, são estiradas, boudinadas, rompidas e rotacionadas, dando lugar a uma foliação milonítica ressaltada por fitas de quartzo e/ou porfiroclastos de feldspatos que sobressaem de uma matriz escura de granulação fina, com forte anisotropia planar e linear.

Os milonitos derivados de granitóides apresentam coloração variando de creme a rósea e se destacam das rochas adjacentes pela forte anisotropia planar verticalizada imposta pelo cisalhamento. A granulação e a textura variam dentro de um espectro muito amplo; texturalmente, predominam as tramas miloníticas finamente bandadas e de aspecto augen; essas últimas em milonitos derivados de granitóides porfiríticos.

Ao microscópio, os efeitos da milonitização são semelhantes aos observados na escala mesoscópica. Dentre as várias microfeições miloníticas, destacam-se: a formação de boudins e rotação de porfiroclastos de feldspatos, com cristalização dinâmica de materiais em orlas de pressão assimétricas; fraturamento e deslocamento de porfiroclastos de feldspatos; geração de microdobras assimétricas desenhadas por bandas quartzosas e feldspáticas.

O metamorfismo durante a milonitização atingiu condições de facies xisto-verde como indicado pelas paragêneses minerais entre clorita-sericita-quartzomoscovita, nas orlas de pressão e pelo crescimento de clorita nos espaços interfraturas em porfiroclastos de anfibólio e de feldspatos. O grau de recristalização nos milonitos é muito variável.

Outras estruturas interpretadas como associadas à tectônica transcorrente são algumas zonas de cisalhamento extensional dúctil, cartografadas na Folha Santa Filomena por Angelim (1988). Essas zonas miloníticas estão orien-

tadas na direção NW-SE e seccionam, ao longo de seu trajeto, diversos litótipos, inclusive granitóides brasilianos. Apresentam uma feição de certo modo singular, que é o mergulho suave, geralmente para SW, ao longo de sua extensão. Foram interpretadas como zonas miloníticas extensionais com base na observação de algumas características que lhes são inerentes, como, por exemplo: a) lineação de estiramento (L_x) de alto *rake* em relação à superfície milonítica; b) estruturas S-C-C' e augens assimétricos, indicando transporte tectônico mergulho abaixo e paralelo a L_x; c) orientação coerente com a prevista nos modelos cinemáticos que relacionam falhas transcorrentes a normais (figura II.3.6).

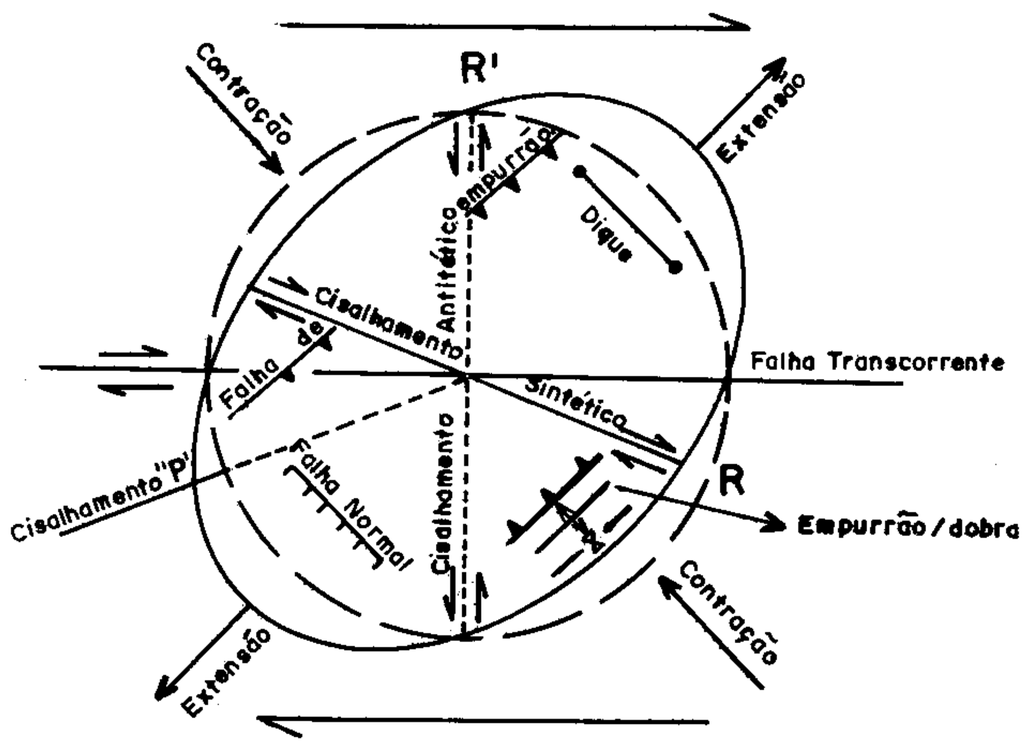


Fig. II.3.6 – Geometria das estruturas relacionadas a cisalhamentos transcorrentes dextrogiros. Modificado de Keller et alii, 1982.

São ainda freqüentes, nas zonas de influência dos cisalhamentos transcorrentes dúcteis, estruturas cujas características são compatíveis com mecanismos de deformação em regime dúctil-frágil (pseudotaquilitos, juntas extensionais preenchidas por quartzo e dobra-falhas) e frágil (cataclasitos, brechas de falhas, falhas de gravidade, falhas transcorrentes, entre outras). As estruturas que assim se classificam são interpretadas como tendo sido geradas durante os estágios tardios da cinemática transcorrente dentro de um contexto de deformação progressiva com temperatura e pressão declinantes. Tal interpretação fundamenta-se nas observações de campo e no próprio arranjo espacial das estruturas transicionais e rúpteis, em perfeita concordância com aquelas geradas durante as transcorrências dúcteis.

Além dessas feições, existem aquelas relacionadas à retomada da cinemática transcorrente no Fanerozóico, sob condições rúpteis. Como exemplo, citam-se as falhas de gravidade concentradas no centro-sul da Folha Patos, orientadas segundo NW-SE, que interceptam o Lineamento Pernambuco em ângulos em torno de 60°. Essas falhas geraram grabens e meio-grabens que delimitam ou encerram testemunhos de sedimentos cretáceos (e.g. próximo ao riacho da Água Suja) ou paleozóicos, a sul da localidade Lagoa Comprida. As conclusões mais imediatas depreendidas da análise conjunta das estruturas geradas em diferentes épocas da história geológica, como exemplificado anteriormente, são as seguintes: a) existe uma acentuada congruência geométrica e cinemática entre tais estruturas, o que, por si só, sugere não haver grandes mudanças quanto à cinemática da deformação no Proterozóico Superior e no Fanerozóico; b) as principais estruturas fanerozóicas implantaram-se sobre zonas de fraqueza crustal esculpidas ou ativas no Brasiliano.

3.4 Aspectos cinemáticos

A abordagem cinemática levada a efeito neste trabalho teve o propósito de esclarecer certos aspectos qualitativos da história da deformação em duas épocas distintas da evolução crustal da área investigada: no Transamazônico e no Brasiliano. Para atender a esse objetivo, procedeu-se ao estudo de várias estruturas assimétricas ou de indicadores cinemáticos, micro- e mesoscópicos, de acordo com critérios amplamente difundidos na literatura geológica; por exemplo: Mattaeur et alii (1981); Simpson & Schmid (1983); Lacassin (1984); Passchier & Simpson (1986); Malavieille (1987); Cobbold & Gapais (1987), entre outros.

As deformações de provável idade transamazônica são atribuídas às estruturas geradas em D_{1-2}, do evento 2. Dentre estas, destaca-se uma foliação penetrativa (S_2), de baixo ângulo, que evolui, freqüentemente, para uma foliação milonítica, à qual se associa uma lineação de estiramento e/ou mineral.

A foliação S_2 é, presumivelmente, uma superfície composta ($S_n//S_1//S_2$). Localmente, é afetada por dobras isoclinais recumbentes com linhas de charneiras, ora oblíquas, ora paralelas (dobras **a**) à direção de extensão regional, marcada por intensa boudinagem assimétrica da própria foliação milonítica. A variação na direção das charneiras de F_2 pode ser explicada pelo desenvolvimento de dobras em "bainha", a partir da rotação das charneiras de F_2 para a direção do cisalhamento, de acordo com o modelo proposto por Ramsay (1980), para um regime de cisalhamento simples progressivo.

A lineação de estiramento é definida pela boudinagem de porfiroclastos de anfibólio e micas, fitas de quartzo e alongamento de agregados quartzofeldspáticos; a lineação mineral é marcada, principalmente, por anfibólios, feldspatos e micas. A orientação geral de tais lineações é subparalela à direção de extensão indicada pela boudinagem de foliação, ou seja, em torno de N-S – portanto, transversal à maioria das charneiras de dobras F_2.

Outras feições estreitamente relacionadas a essas zonas miloníticas são observadas em cortes verticais (planos XZ do elipsóide de deformação final) e dizem respeito às estruturas meso- e microscópicas indicadoras de vergência tectônica. As mais importantes, identificadas na área em

estudo, são: estruturas S-C (Berthé et alii, 1979), objetos e foliações sigmoidais e dobras assimétricas, todos observados na escala de afloramento. Os principais critérios cinemáticos identificados ao microscópio, nos milonitos derivados de ortognaisses graníticos que afloram próximo a Curral Novo, são: porfiroclastos de feldspato rotacionados e sombras de pressão assimétricas.

A geometria das estruturas relacionadas à tectônica tangencial é, na sua maioria, consistente com o modelo de deformação progressiva dúctil em regime não-coaxial (cisalhamento simples), atuando em amplos segmentos crustais com translação de massas na direção N-S, ao longo de superfícies de baixo ângulo. O sentido do transporte tectônico, a julgar pela assimetria das estruturas observadas, é dirigido de norte para sul.

Apesar da ampla distribuição espacial das feições ligadas a esse regime tectônico, são raros os afloramentos que se prestam ao estudo detalhado dos aspectos cinemáticos, em virtude da forte obliteração imposta pelas transcorrências. Assim, não se tem o exato conhecimento sobre o macroarranjo espacial dos blocos autóctones e alóctones e sobre a magnitude das zonas miloníticas; tampouco, estão esclarecidos os efeitos dessa tectônica na organização litostratigráfica e no zoneamento metamórfico da área.

As principais estruturas atribuídas à deformação brasiliana compreendem as zonas de cisalhamento transcorrente E-W e NE-SW e as dobras F4, geradas precoce e/ou simultaneamente ao funcionamento das transcorrências.

As zonas miloníticas, individualmente, constituem faixas com mergulhos fortemente inclinados a verticalizados, definidas por uma trama planar com desenvolvimento de foliação milonítica que transpõe e oblitera as superfícies planares e lineares preexistentes.

Outra característica marcante das zonas miloníticas é uma lineação de estiramento (fitas de quartzo, boudinagem mineral e de agregados poliminerálicos), com caimento variando de 10 a 15° até suborizontal, nos dois sentidos ao longo da superfície milonítica. Geralmente, essa lineação é paralela aos eixos de mesodobras e microcrenulações F_4, seja por rotação passiva de dobras geradas por cedocisalhamento, ou porque as dobras são sincinemáticas, como nos exemplos ilustrados nas fotos 3, 4, 6 e 7.

Vários indicadores cinemáticos observados nas escalas meso- e microscópica, em superfícies XZ do elipsóide de deformação final, são consistentes com cisalhamento simples transcorrente, dextrogiro. Dentre essas estruturas assimétricas, as mais representativas são: relações angulares entre superfícies S-C em macroescala (e.g. imagens de satélite) e mesoescala; boudinagem e dobras assimétricas; boudins rotacionados; porfiroclastos sigmoidais com sombras de pressão; grãos e minerais fraturados e deslocados; porfiroclastos rotacionados.

Existem também os tipos nitidamente relacionados a uma tectônica frágil, tardia ao cisalhamento dúctil, embora espacialmente a ele associada (foto 15); as principais evidências desse regime rúptil são cataclasitos, brechas de falhas e desenvolvimento de pseudotaquilitos.

3.5 Relação entre deformação e metamorfismo no grupo Cachoeirinha

A história metamórfica do Grupo Cachoeirinha pode ser explicada através de duas fases evolutivas, cujas principais características são apresentadas no quadro II.3.1.

A primeira fase consistiu de dois estágios sucessivos e contínuos que acompanharam de perto as fases D_1 e D_2, do evento tectonometamórfico 3. A segunda fase diz respeito ao metamorfismo temporalmente relacionado à deformação D_4 (dobras e cisalhamentos transcorrentes).

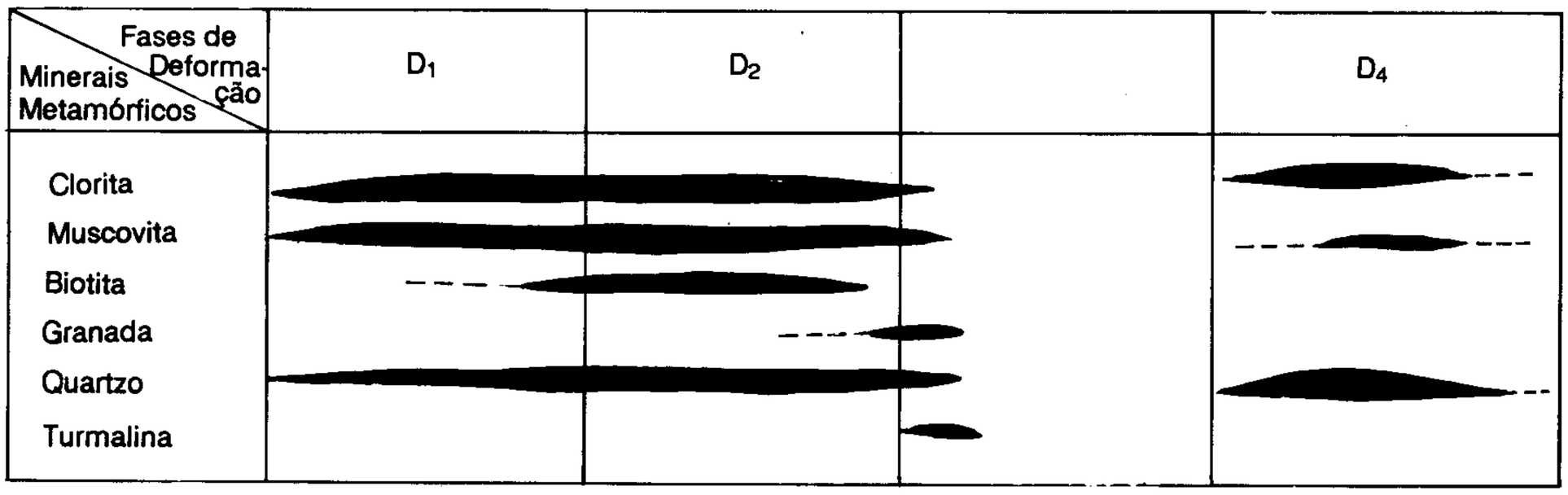
O metamorfismo mais antigo (M_1) atingiu condições de fácies xisto-verde, o que é evidenciado pelo microbandamento composicional (S_1), marcado pela alternância de níveis micáceos (clorita, sericita, moscovita, biotita) e quartzofeldspáticos (plagioclásio).

Ao metamorfismo M_2 associam-se paragêneses minerais dos tipos clorita-sericita-moscovita e, mais raramente, biotita-clorita-granada, desenvolvidas sincinematicamente à deformação D_2, posto que definem a clivagem e/ou xistosidade S_2. A clorita e a biotita ocorrem sob a forma de lamelas que, juntamente com cristais xenoblásticos de quartzo, marcam a xistosidade S_2; no entanto, existem raros porfiroblastos de biotita dispostos transversalmente à xistosidade S_2, em torno dos quais desenvolvem-se sombras de pressão com cristalização de moscovita e clorita, comprovando que a biotita tem um caráter pré- a sincinemático em relação a D_2. A granada ocorre em proporções acessórias, geralmente sob a forma de porfiroblastos anedrais, em contato e formados a partir da biotita, sem desenvolvimento de sombras de pressão, comprovando o seu crescimento tardi-D_2. Ocorre, ainda, sob a forma de cristais submilimétricos, euedrais, sobrecrescidos na foliação S_2, portanto pós-cinemáticos em relação a esta.

Cessada a deformação D_2, o gradiente térmico permaneceu elevado, o que é evidenciado por intensa recristalização de quartzo e micas e crescimento de granada e turmalina, estáticas.

A segunda fase corresponde ao metamorfismo M_3), relacionado à cinemática transcorrente (D_4), responsável por intensa clivagem de crenulação e desenvolvimento de zonas miloníticas. Nos planos axiais de dobras F_4, verifica-se intensa dissolução de quartzo e recristalização de moscovita. Nas zonas miloníticas, observa-se a formação de clorita, sericita e moscovita nos espaços interboudins, o que é diagnóstico de crescimento em condições de fácies xisto- verde.

Quadro II.3.1 – Relação entre crescimento mineral e deformação no Grupo Cachoeirinha.



Capítulo 4
Reconhecimento Geoquímico

por
Sérgio João Frizzo

4.1 Introdução

O presente capítulo descreve a metodologia de amostragem, análise e tratamento estatístico de dados obtidos pelo reconhecimento geoquímico regional realizado na Folha Simões, através da coleta de 308 amostras de sedimentos de corrente e 51 amostras de concentrados de bateia; apresenta os resultados alcançados em tal atividade, definindo, assim, o panorama geoquímico do ambiente secundário da área.

4.2 Considerações sobre o ambiente e dispersão dos elementos

A região em estudo situa-se no perímetro semi-árido do Nordeste, caracterizado pelo clima quente e seco durante a maior parte do ano, e por uma estação chuvosa, com precipitação muito variável – média de 650mm – nos meses de fevereiro a maio. Sem considerar a Chapada do Araripe, que abrange praticamente todo o setor nordeste da folha, onde não houve amostragem, a topografia é homogênea e relativamente plana, com desníveis suaves que raramente ultrapassam os 100m, sendo coberta por vegetação arbustiva rala típica da condição de semi-aridez regional, a caatinga; a agricultura é muito rudimentar, com produção apenas de algodão, milho e feijão. Os solos, em geral, são pouco desenvolvidos, produtos da desagregação das rochas imediatamente subjacentes.

As drenagens são de caráter intermitente; caudalosas após grandes chuvas, chegam a secar no início do verão. Os rios maiores mantêm água empoçada até o inverno seguinte.

O intemperismo físico é dominante sobre o químico, esperando-se como conseqüência um transporte clástico mais atuante que o hidromórfico; todavia, Frizzo & Tinoco (1987) demonstraram, através de extrações seletivas seqüenciais em sedimentos de corrente, que em *trains* normais, não-derivados de mineralização, as dispersões essencialmente hidromórficas têm extensão equivalente (caso de chumbo e zinco) ou suplantam em duas ou três vezes a extensão das dispersões clásticas (caso de cobre, ferro e manganês); concluem que os elementos-traço nos sedimentos de corrente devem estar em grande parte ligados a minerais secundários (especialmente óxidos hidratados) e a *coatings* nos grãos resistatos, que possivelmente se dispersam alternada e recorrentemente em fases clásticas e hidromórficas obedecendo ao ciclo inverno-verão.

Não há registro sobre dispersão eólica, mesmo por Melo & Bjorklund (1984), que analisaram a fração menor de 2 μ de sedimentos de corrente para cromo, em amostras provenientes da região central do Ceará. Na Austrália, em ambiente similar, estudos sobre a fração menor de 70 μ (menor de 200*mesh)* não acusaram influência perceptível da dispersão eólica (R. Beeson, 1984).

Vários trabalhos orientativos realizados no Nordeste informam as distâncias de transporte atingidas por elementos-traço a partir de fontes anômalas. Assim, foram observados *trains* desde algumas centenas de metros ate 15km para os litófilos cromo e tungstênio, respectivamente (Pereira, 1978; Melo & Bjorklund, 1984; Lins & Wanderley, 1979), e para calcófilos distâncias desde 1,7km para cobre (Melo Jr., 1983) a 10km para molibdênio (Lins & Wanderley, op. cit.); sedimentos analisados por Espectrometria de Absorção Atômica, digestão parcial, revelaram dispersões normais de 10km para cobre e zinco e de 24km para chumbo (Frizzo & Tinoco, op. cit.). J. Galbraith (1972), em trabalho realizado no sertão da Bahia, afirma que uma densidade de amostragem de uma amostra/100km^2 consegue identificar distritos metalíferos com extensão acima de 25km^2, e L. C. B. Pereira (op. cit.) comenta que densidades de uma amostra/5 a 10km^2 podem revelar a presença de corpos ultramáficos de pequena expressão.

Do exposto, conclui-se que a sistemática de reconhecimento geoquímico, conforme relatado a seguir, tem adequação aos conhecimentos já existentes sobre o comportamento geoquímico dos elementos-traço nesse tipo de ambiente exógeno.

4.3 Sistemática adotada

4.3.1 Planejamento

A distribuição das estações de amostragem de sedimentos na rede hidrográfica da Folha Simões obedeceu aos critérios genéricos estabelecidos para o Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, consistindo na cobertura sistemática e mais homogênea possível da área pesquisada, com adensamento nas faixas geologicamente mais propícias a conterem jazimentos minerais. Dessa forma, no domínio de granitos, gnaisses, migmatitos e xistos, as bacias de captação planejadas para amostragem oscilaram entre 4 e 7km^2; no domínio das rochas sedimentares (formações Santana e Exu, de baixo potencial metalogenético), não houve amostragem.

A locação das estações para coleta de concentrados não se sistematizou para toda a área. Foram plotadas preferencialmente em terrenos graníticos e onde se esperava detectar dispersões de minerais pesados resistatos.

4.3.2 Amostragem

Os sedimentos foram coletados de maneira composta na calha das drenagens de 2ª. e 3ª. 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 encontrado em concentradores naturais no local designado para a amostragem.

Em cada estação, foram descritos os parâmetros ambientais mais importantes, sendo utilizada a Ficha de Campo da CPRM. Cada local e seu acesso foi marcado com tinta vermelha, para controle da amostragem.

A presença de pequenas barragens nos riachos, por vezes a relativamente curta distância uma da outra, bem como o freqüente espraiamento (ou falta de definição do leito) da drenagem nos locais designados para a amostragem constituíram-se em problemas dessa etapa, e serão mencionados caso demonstrem ser fatores de interesse na interpretação dos dados.

Foram coletadas, na Folha Simões, 308 amostras de sedimentos de corrente de rotina, 30 replicatas de campo e 51 amostras de concentrados de bateia.

4.3.3 Preparação e análises

Essas atividades foram desenvolvidas no Laboratório de Análises Minerais – LAMIN, no Rio de Janeiro.

As amostras de sedimentos de corrente, após secas em estufa, foram peneiradas para separar a fração menor que 80*mesh*, sendo a seguir pulverizadas a menor que 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, exceto quando solicitada análise mineralógica, pulverizados a menor que 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.

Os concentrados de bateia foram submetidos à espectrografia de emissão para 30 elementos e ainda análise mineralógica semiquantitativa (em uma amostra), Espectrometria de Absorção Atômica para Cu, Pb, Zn, Ni (16 amostras), e para ouro em sete amostras.

4.3.4 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 (EE), foram gerados cinco subarquivos ou populações, em função da litologia ou seqüências dominantes 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 encontram-se sumarizados na tabela II.4.1; os limiares foram estabelecidos em função do cálculo estatístico, distribuição de freqüência e escala de apresentação dos resultados analíticos. A figura II.4.1 apresenta graficamente as distribuições dos elementos nas diversas populações; a figura II.4.2 mostra os resultados obtidos no CLUSTER e as relações observadas, considerando-se somente amostras de teores elevados (alto *background* a anômalas) do conjunto total.

Os resultados analíticos dos concentrados de bateia foram avaliados visualmente, devido ao caráter não-sistemático de sua amostragem. Os valores mais expressivos para os elementos de dispersão clástica e outras informações geoquímicas de interesse serão comentados no subitem 4.5.2 (Anomalias).

4.4 Consistência dos dados

A consistência dos dados foi verificada através da relação de variâncias apresentada por Garret (1969). Foram utilizados os resultados brutos de Cu, Pb, Zn, Ni, Mn (AA) e Ba (EE) de 30 amostras replicatas de campo

Tabela II.4.1 – Parâmetros Geológicos em Sedimentos de Corrente – Folha Simões

		Cu-A	Pb-A	Zn-A	Ni-A	Fe-A	Mn-A	Fe-E	Mg-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	So-E	Sr-E	V-E	Y-E
						%		%	%	%	%														
A	1	2	2	1	0,5	0,16	28	0,3	0,03	0,05	0,1	100	< 10	150	< 5	10	< 5	< 20	< 10	< 5	< 10	< 5	< 100	15	15
	2	23	36	83	32	3,9	2760	15	1,5	5	> 1	3000	50	5000	50	500	150	150	30	150	150	15	700	100	200
	3	AARR	AAAA	AARA	AARA	AAAA	AAAA	AAAA	AAAA	AARR	AARR	RARR	AARR	AAAA	AAAA	AAAA	RRRR	AAH	RR–	AARA	AARR	RRRR	AARA	AAAA	RRRR
	4	7,5	7,4	13,8	5,4	0,82	247	1,6	0,20	0,41	0,64	406	10,2	695	11,9	48	34	47	8,3	21,7	28,2	5	201	46	31
	5	2,90	1,74	2,54	2,98	1,97	2,50	2,29	2,53	3,35	2,05	2,25	2,74	2,04	1,86	2,41	2,71	1,82	1,32	2,18	2,07	1,69	2,11	1,62	1,85
	6	M	U	UEB	UEB	UEB	U	PP	PP	M	CA	UEA	UCB	U	UEB	M	PP	U	CB	UEB	PP	I	M	UEB	UEA
	7	20	23	80	45	3	1540	10	1	3		2000	30	3000	50	300	150	150	15	100	100	15	700	100	150
B	1	3	2	3	1	0,22	84	0,7	0,05	0,05	0,1	150	< 10	150	5	20	< 5	< 20	< 10	5	< 10	< 5	< 100	20	10
	2	37	30	75	60	2,9	6400	10	1	10	> 1	5000	300	5000	50	700	200	200	20	100	100	15	700	300	300
	3	AARR	AARR	AAAA	AARR	AAAA	RRRR	AAAA	AAAA	AAAA	AARR	AARR	RRRR	AARA	AAAA	RRRR	AARR	AAAA	RR—	AARR	AAAA	RRRR	AAAA	RRAR	AAAA
	4	7,1	6,4	14	6,9	0,90	262	1,70	0,25	0,60	0,65	475	14,5	733	13,6	80	28	49	8,5	26	24	6,6	207	40	30
	5	1,64	1,68	1,79	2,68	1,57	1,97	1,87	1,93	2,78	2,23	1,90	2,85	2,15	1,66	2,16	1,36	1,96	1,32	1,96	1,92	1,51	2,15	1,56	1,80
	6	U	UEA	U	UEB	U	UEA	B	UEB	M	CA	U	PP	M	U	UEA	PP	B	CB	UEB	U	UI	UEB	U	U
	7	19	19	45	40	2,2	1000	7	1	5		2000	150	5000	50	500	200	200	15	100	100	20	1000	100	100
C	1	5	4	7	4	0,52	120	0,7	0,1	0,15	0,2	200	< 10	300	10	30	10	< 20	< 10	20	15	< 5	< 100	30	20
	2	33	16	87	41	4,2	860	10	1,5	3	> 1	1500	20	2000	30	300	150	150	10	70	50	10	500	70	300
	3	AAAA	AARA	AAAA	AAAA	AARA	AAAA	AAAA	AAAA	AAAA	AARR	AAAA	AAAA	AAAA	AA—	AAAA	AAAA	AAAA		AAAA	AARA	AA—	AAAA	AA—	AAAA
	4	10,4	6,8	20,3	12,1	1,28	369	2,8	0,43	0,98	0,72	509	9,3	688	16,7	128	38	35		44	23,5	6,2	230	48	52
	5	1,55	1,50	1,92	1,63	1,90	1,77	2,22	1,97	2,07	2,04	1,65	1,47	1,54	1,33	1,86	2,36	2,13		1,54	1,56	1,31	1,67	1,38	2,24
	6	U	U	B	U	MI	BI	U	BEB	UEB	CA	U	U	UEA	U	UEA	UI	U		UCA	UEA	UEB	U	U	MI
	7	25	16	75	32	4,2		10	1,5	3		1500	20	1500	30	300	200	150		100	50	10	500	100	200
D	1	3	4	4	1	0,24	52	0,7	0,05	0,05	0,1	150	< 10	150	< 5	10	< 5	< 20	< 10	< 5	< 10	< 5	< 100	20	15
	2	71	32	154	108	6,5	6200	7	0,7	1,5	> 1 >	5000	500	3000	30	200	100	200	30	100	150	15	700	150	200
	3	AAAA	AARA	AAAA	AAAA	AAAA	AARA	AARR	AAAA	AAAA	AARR	AARR	AARR	AAAA	AARA	AARA	AARR	AAAA	AA—	AARA	AARA	RRRR	AARR	AAAA	RARA
	4	7,5	8	14,8	6,2	0,86	254	1,2	0,17	0,32	0,51	348	13	610	11	41	23,7	37	9,2	19,1	25,5	4,4	174	42	26,3
	5	1,81	1,62	1,98	2,33	1,70	2,12	1,64	1,91	2,16	2,16	1,78	2,47	2,07	1,71	2,28	3,11	2,11	1,37	2,09	2,35	1,62	2,00	1,52	1,81
	6	UEA	UEA	U	U	U	U	B	U	U	BCA	UEA	UI	UEA	UEB	UEB	UEB	U	BCB	UEB	M	BCB	UI	B	BCB
	7	25	20	58	34	2,5	1150	3	0,5	1,5		1500	70	2000	30	200	150	150	20	70	150	15	700	100	100
E	1	4	2,8	9	3	0,48	65	0,7	0,07	0,07	0,3	200	< 10	150	10	30	10	20	< 10	20	10	< 5	< 100	20	10
	2	24	28	50	126	2,6	960	7	0,7	1,5	> 1	1000	150	3000	30	700	200	200	15	200	70	15	500	100	200
	3	AARR	AARR	AARA	AARA	AAAA	AAAA	AARA	AAAA	AAAA	AAAA	AARR	AAAA	AARA	AARA	AARR	AARR	AAAA	RR—	AAAA	AAAA	RR—	AARA	AAAA	AARR
	4	9,4	7	18	17,3	1,13	244	2,02	0,22	0,27	0,93	368	30	439	19,5	99	51	47	7,8	41	27	11,8	138	51	30
	5	1,62	1,72	1,62	2,39	1,55	1,89	1,70	1,68	2,19	1,47	1,58	3,05	1,87	1,44	2,11	1,85	1,78	1,29	1,64	1,88	1,48	1,67	1,59	1,82
	6	UI	UCB	I	U	UI	U	B	U	UI	MCA	UEA	MI	BI	BCA	PP	U	U	UCB	U	MI	ICA	UI	UEB	UI
	7	20	21	47	100	2,2	750	7	0,7	1		1000	150	3000		700	200	200	15	200	100		500	100	100

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 Qui-quadrado, respectivamente – A = Aceita, R = Rejeita. 4] Média geométrica é 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, PP = Duas populações. 7] Limiares atribuídos. Populações A-Migmatito (82 amostras). B-Biotita-Gnaisse (101 amostras). C-Diatexito (19 amostras). D-Granito. (69 amostras). E-Xisto (35 amostras). Não são apresentados os parâmetros para Ag (Absorção Atômica) e Ag, As, Cd, Sb, W, Zn (Espectrografia de Emissão), que não foram detectados na totalidade das amostras de cada população. Os elementos Be, Sn, Mo, Bi apresentaram alguns resultados no limite de sensibilidade. Zircônio teve a marioria dos resultados analíticos resgistrada com interferência ou qualificado "maior do que". A: análise por Absorção Atômica. E: análise por Espectrografia. Valores estremos em concentrados de bateia (figura II.4.3): 20% Fe, 2% Ca, > 5000ppm Mn, 500ppm B, > = 70ppm Co, 1000ppm Cr, > 1000ppm La, > = 20ppm Nb, 150ppm Ni, 200ppm Pb, > = 50ppm Sn, 100ppm V, > = 1000ppm Y, > = 1000ppm Sr.

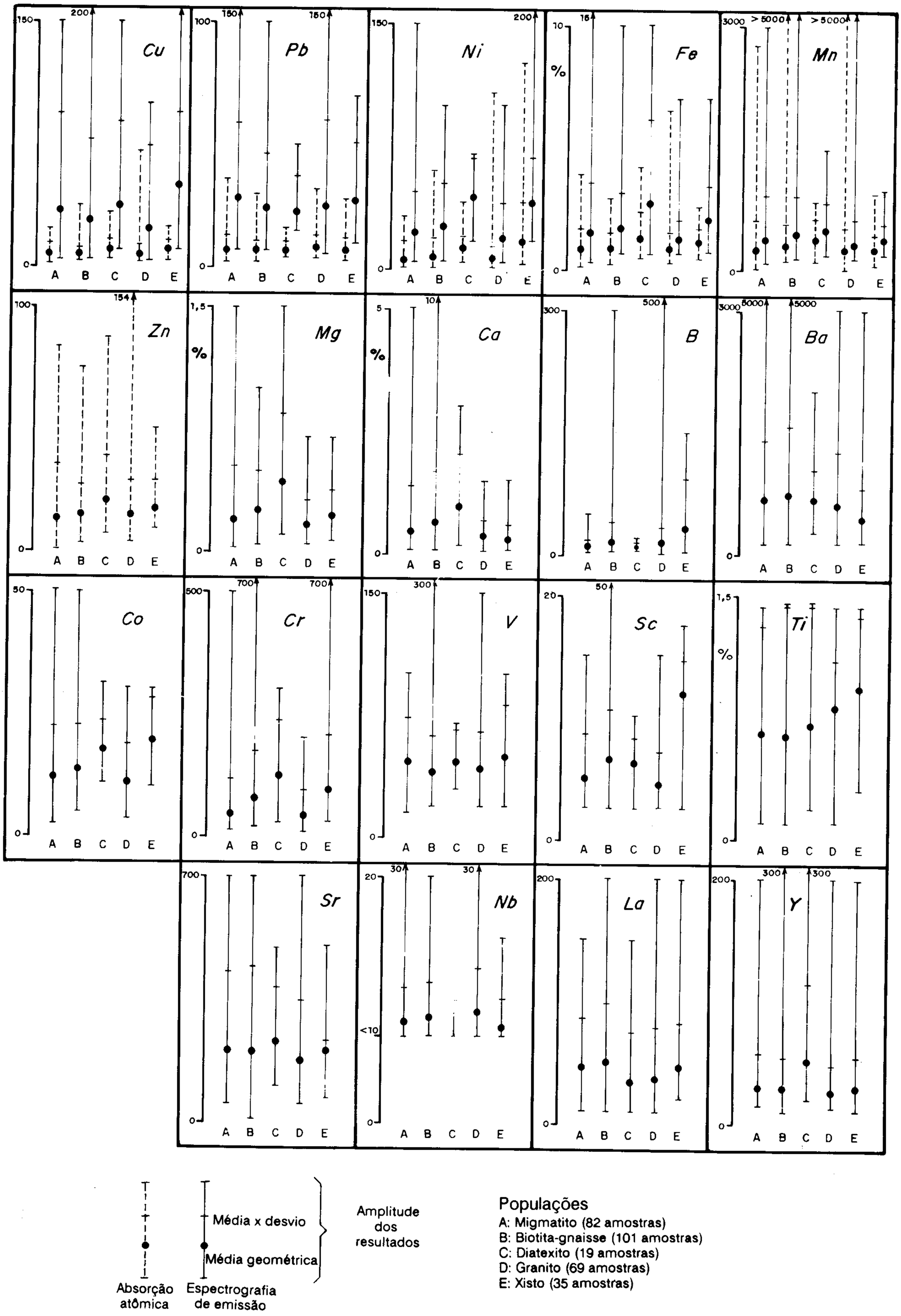


Fig. II.4.1 – Distribuição de elementos em sedimentos de corrente.

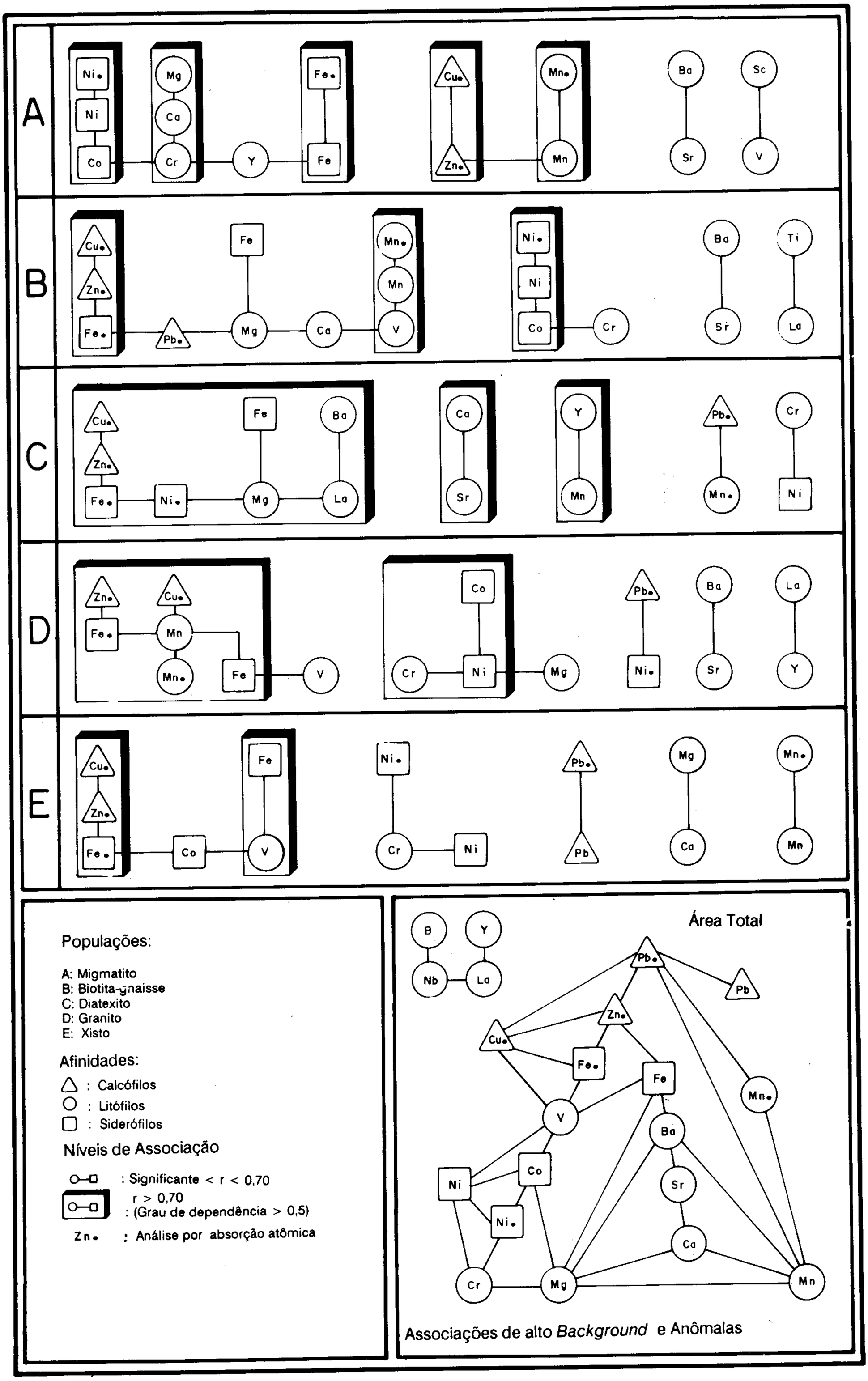


Fig. II.4.2 – Correlação entre elementos em sedimentos de corrente.

colhidas em estações selecionadas aleatoriamente e 30 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 as determinações analíticas dos respectivos lotes.

A avaliação do erro compreendeu, portanto, todos os fatores potencialmente relacionados a uma retomada eventual de trabalhos em alguma área.

As variabilidades introduzidas com referência à variância encontrada entre as 30 amostras regulares foram relativamente elevadas: resultados inferiores a 30% (aceitáveis) para chumbo, níquel e bário, e os demais (Cu, Zn, Fe e Mn) entre 30 e 50%; tais percentuais decrescem substancialmente ao considerar-se a variância obtida entre todas as amostras da folha. De qualquer forma, é dada maior importância às associações entre os elementos e sua distribuição, do que a anomalias isoladas, que são mais freqüentemente produto de erros introduzidos.

4.5 – Resultados obtidos

4.5.1 – Caracterização das populações

A caracterização das populações amostradas é reconhecidamente uma tarefa difícil ao se lidar com dados oriundos da amostragem de sedimentos de corrente em nível regional, no qual cada amostra tem a contribuição da ampla área de captação da drenagem a montante. O maior ou menor número de amostras (e conseqüentemente menores ou maiores bacias de captação), em relação ao grau de complexidade geológica da região a ser estudada, fornece a significância e representatividade da amostragem.

Os procedimentos sistemáticos adotados para a avaliação dos dados geoquímicos desta folha consistiram em subdividir o conjunto total de amostras de sedimentos em cinco populações relacionadas às maiores entidades geológicas. Conseguiu-se assim minimizar o fator composição litológica, mantendo em cada conjunto um número satisfatório de indivíduos para os procedimentos estatísticos.

Na tabela II.4.1, verifica-se que a maior parte dos elementos-traço, em cada população considerada, aceitou a hipótese de distribuição lognormal, permitindo assim as generalizações a seguir efetuadas sobre suas características:

a) Migmatito: população representada por 82 amostras distribuídas em uma larga faixa, desde a porção central da folha, arqueando para sul e atingindo o limite leste, e também registradas na região noroeste. Em sua área de abrangência, são predominantes migmatitos, ortognaisses, biotita-gnaisses, gnaisses quartzofeldspáticos e granitóides de contato difuso. Tais litologias revelam maior abundância relativa apenas de chumbo (EE), enquanto mostram deficiência nos siderófilos níquel e ferro, além do manganês (figura II.4.1). As associações gerais (figura II.4.2) caracterizam uma família bem-desenvolvida de siderófilos + litófilos atribuível a minerais máficos: Ni-Co-Cr-Ca-Mg-Fe, aparecendo também o elemento ítrio, que é destoante do conjunto. É notável uma segunda associação em que cobre e zinco ligam-se preferencialmente a manganês; aparenta ser devida a processos secundários, uma vez que deriva de toda a população, embora sua constituição possa também ser reflexo de ambientes mineralizados.

As relações encontradas entre amostras com teores de alto *background* a anômalos refletem a associação máfica relatada, incluindo ainda bário e estrôncio, que podem derivar de plagioclásios.

Torna-se significativa ainda a ocorrência das anomalias de chumbo (EE) correlacionadas a teores elevados de nióbio e chumbo (AA), e anomalias do elemento boro ligado a nióbio e chumbo (EE), ambas denunciadoras de fases ácidas residuais.

b) Biotita-gnaisse: é a população mais numerosa, constando de 101 amostras localizadas nas porções sul e sudoeste da área. Ocorrem ali biotita-gnaisses, hornblenda-biotita-gnaisses, gnaisses quartzofeldspáticos, anfibolitos, ortognaisses e eventuais lentes de calcissilicáticas.

Como pode ser verificado no gráfico de distribuição (figura II.4.1), não há maior enriquecimento ou empobrecimento relativo dos elementos-traço para essa unidade.

A principal família encontrada junta elementos de várias afinidades (figura II.4.2): os calcófilos Cu, Zn e Pb correlacionam-se ao ferro (AA – determinação parcial), ligando-se ao outro núcleo, Mn-V-Ca, através do magnésio. Tal mistura pode ser atribuída a sedimentos com minerais secundários argilosos e hidróxidos de ferro e manganês. Uma segunda associação, Ni-Co-Cr, provém de minerais máficos e em especial de piroxênios. Observa-se ainda, além da usual e normal correlação bário-estrôncio, o par titânio-lantânio, que tipifica a dispersão clástica dos resistatos ilmenita e monazita + apatita. Várias são as associações anômalas determinadas para essa população, que continuam a revelar a influência secundária anteriormente definida. Assim, as anomalias de chumbo associam-se a valores elevados de CuA, Mn (AA e EE), Mg, B, Zn; bário tem correlacionados FeE, Mg, MnE, Sr; e manganês (AA) liga-se a CuA, Zn, Mg e MnE. A influência máfica é representada por anomalias de níquel (AA) que ocorrem geralmente com altos teores de CuA, Mg, Co, Cr, Ni, V – e anomalias de cromo, ligadas a Mg e Ni. Relativo aos resistatos originados em litologias ácidas, foram detectados nióbio correlato a boro e lantânio, e este, a ítrio.

c) Diatexito: é a população de menor expressividade, contendo apenas 19 amostras. Devido a isso, seus parâmetros avaliados possuem menor grau de confiabilidade. As amostras distribuem-se especialmente na região centro-sudeste da folha. Situa-se em domínio de

gnaisses de composição variada, ortognaisses e migmatitos, similarmente às duas populações já descritas. A população Diatexito se destaca por apresentar os teores médios mais elevados para a maioria dos elementos-traço (Cu, Fe, Zn, Mn – AA, e Ni, Fe, Mn, Mg, Ca, Cr – EE), mostrando concentrações relativamente baixas apenas de chumbo e boro.

A associação geral mais importante reúne os elementos Cu-Zn-Fe-Ni (analisados por AA) com Mg-Fe-La-Ba; define filiação máfica, e a presença de bário e lantânio pode indicar derivativos ácidos/alcalinos. As demais correlações são em pares: Ca-Sr, normais para plagioclásios; Y-MnE, provavelmente indicativa de epídoto; Pb-Mn, aparentemente de ambiente secundário e, por fim, Cr-Ni de minerais máficos e em especial de piroxênio.

Não foram caracterizadas associações anômalas e de alto *background* para essa população.

d) Granito: esse conjunto é formado por 69 amostras de sedimentos, coletadas nas porções central e centro-leste da área (com alguma influência das formações sedimentares Santana e Exu) e em largas faixas NE-SW que se distribuem na porção oeste da folha. Constituem domínios principalmente de granitóides de composição granítica a tonalítica.

No gráfico de distribuição dos elementos nas populações (figura II.4.1), verifica-se uma maior abundância relativa de chumbo (AA) para esse conjunto, e a depleção dos elementos de afinidade máfica.

As associações mais representativas constam da família Zn-CuA-Fe-Mn-(V), derivada de co-precipitação com óxidos/hidróxidos de ferromanganês no ambiente secundário e do agrupamento Cr-Ni-Co-(Mg), proveniente de minerais máficos provavelmente acessórios nas litologias do domínio. Ainda significantes, são registradas as relações normais Ba-Sr e La-Y. Merece registro a correlação obtida entre chumbo e níquel (ambos analisados por AA); trata-se provavelmente de uma relação fortuita, desde quando são elementos incompatíveis geneticamente.

Das relações computadas entre amostras de valores elevados, destaca-se o chumbo (AA) ligado a zinco e lantânio, e bário associado a cobre, chumbo e estrôncio (EE). Obteve-se também a família máfica, com anomalias de ferro (EE) junto a FeA, Mg, Ca, Co e V.

e) Xisto: a população é composta por 35 amostras, coletadas em duas faixas NE-SW nas porções oeste e sudoeste da folha. Derivam principalmente de sericita-cloritaxistos, às vezes com biotita (faixa a oeste), e quartzoxistos e quartzitos a moscovita (faixa a sudoeste).

Comparada às demais populações consideradas, os elementos Ni (AA), Cu, B, Co, Sc e Ti são encontrados em maior concentração.

Os calcófilos Cu (AA) e Zn ligam-se ao ferro (AA) e este a Co-V-Fe (EE) na principal associação geral determinada; é provável tratar-se de uma relação ambiental de co-precipitação com hidróxidos de ferro. Os pares Cr-Ni e Mg-Ca provavelmente têm origem em minerais máficos e na moscovita, respectivamente.

Uma única associação de teores elevados foi detectada, ligando anomalias de cobre (AA) e zinco entre si e com ferro (AA) e vanádio, réplica da associação geral de co-precipitação.

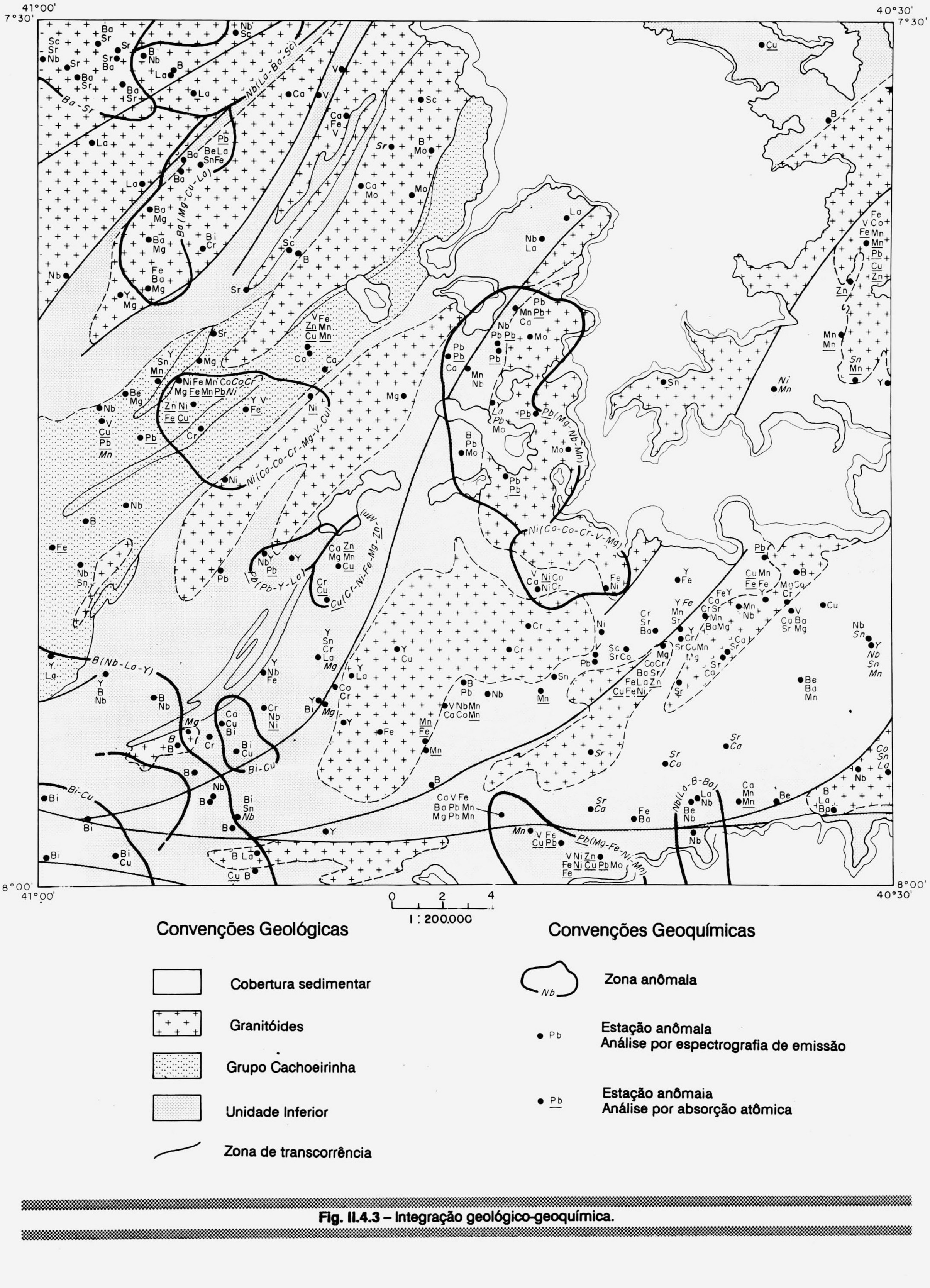
4.5.2 Anomalias

O gráfico de associações de alto *background* e anômalas (figura II.4.2) apresenta sugestivas ligações entre os elementos-traço, permitindo individualizar quatro influências principais: no diagrama maior, os vértices são ocupados por: 1) associação máfica típica (Cr-Ni-Co-V-Fe-Mg); 2) os calcófilos cobre, chumbo e zinco relacionados a ferro e manganês provavelmente por fenômenos de co-precipitação; 3) associação de litófilos Mn-Ca-Ba-Sr-Mg de origem em minerais tipo plagioclásios e seus produtos de alteração; e 4) o grupo B-Nb-La-Y, que aparece isolado, certamente representa resistatos provenientes de fases residuais ácidopegmatóides.

Tais associações, nítidas no gráfico para os sedimentos da área total, não aparecem com o mesmo destaque e definição quando lançadas como zonas anômalas em mapa. Assim, pode-se verificar, na figura II.4.3, que em toda a área, e em especial na região de Belmonte-Passagem Funda (a centro-sudeste da folha), existe mistura de elementos de distintas filiações no material amostrado. Nessa região, dominada por gnaisses variados e migmatitos, as anomalias e valores de alto *background* para Ca, Cr, Y, Sr, Ba, La, Fe, Mn, Mg, Ni e Cu atestam a presença de inúmeros encraves (paleossomas) máfico-ultramáficos na rocha regional. Como são de dimensões reduzidas, não-mapeáveis nesta escala, a densidade de amostragem não é suficiente para sua resolução. Pode-se notar, entretanto, que há uma provável zonalidade composicional, de máfica para ultramáfica, desses restitos no sentido SE-NW (estações com alto *background* de cromo passam a valores anômalos, além da variação no teor de outros elementos, como o cálcio e o estrôncio). Em contrapartida, logo a sudoeste, amostras coletadas no leito do riacho Paredão não mostram contraste suficiente para revelar a presença, a montante, da espessa lente de metabásica (anfibolito) e da formação ferrífera mapeada (provavelmente houve incidência de erros de amostragem e/ou analíticos).

As zonas geoquimicamente anômalas definidas para a folha Simões constituem-se, em sua grande maioria, de registro das variações mineralógicas importantes nas rochas regionais. Pode-se classificá-las nos seguintes tipos, de acordo com a proveniência:

a)Filiação máfico-ultramáfica: são observadas a centro-sudeste, em domínio do Complexo Gnáissico-Migmatítico, e a centro-oeste, região que abrange desde a Lombada das Areias – borda de granitóide calcialcalino – até o morro



Convenções Geológicas

- Cobertura sedimentar
- Granitóides
- Grupo Cachoeirinha
- Unidade Inferior
- Zona de transcorrência

Convenções Geoquímicas

- Zona anômala
- Estação anômala — Análise por espectrografia de emissão
- Estação anômaia — Análise por absorção atômica

Fig. II.4.3 – Integração geológico-geoquímica.

Agreste, estreita faixa NE-SW de metaultramáfica encaixada em xistos a clorita-sericita. Essas duas zonas são caracterizadas por anomalias de níquel, acompanhadas também de anomalias e valores de alto *background* dos elementos Ca, Co, Cr, V e Mg. De mesma ascendência, ocorre a zona anômala Cu (AA)-(Cr, Ni, Fe, Mg, Zn, Mn), definida por duas amostras coletadas a centro-sudoeste da folha; são influenciadas por gnaisses e migmatitos encaixando faixas de quartzito a moscovita; certamente deve drenar litologias de caráter máfico a montante.

b) Filiação ácida: três zonas anômalas derivadas de rochas ácidas (granitóides) são encontradas e definidas especialmente pela presença de chumbo, que ocorre na estrutura de feldspatos potássicos, plagioclásio, micas e zircão.

A maior e mais expressiva localiza-se na porção central da folha, formando um semicírculo centrado na localidade de Curralinho. As litologias ali existentes são predominantemente granitos de composição calcialcalina e diversos testemunhos das formações sedimentares. Essa zona é definida por anomalias de chumbo (AA), associadas a molibdênio, nióbio e manganês, onde são verificados também alguns teores elevados de elementos de afinidade máfica.

No extremo-sul da área, região de Baixio dos Belos, é definida a mesma associação de elementos, agora no domínio do Complexo Gnáissico-Migmatítico, milonitizado na zona de transcorrência, o que ocasiona uma presença mais marcante das dispersões dos elementos máficos.

Por último, em duas amostras provenientes do alto curso do riacho do Tanque, na parte centro-WSW da folha, a influência de litologias desse caráter é expressa por anomalias de chumbo, ítrio e nióbio, contendo ainda teores elevados de lantânio.

c) Filiação ácida residual: constitui a única associação caracterizada no conjunto total dos sedimentos que é bem delimitada em mapa, embora sem demonstrar o comum relacionamento com as zonas anômalas descritas no subitem anterior.

A filiação ácida residual é definida pelo nióbio associado principalmente a boro, berílio e lantânio, e é mais tipicamente representada na região da fazenda Garimpo, num pequeno afluente e no riacho de mesmo nome, no extremo-SSE da folha. A drenagem ali percorre terrenos gnáissico-migmatíticos milonitizados (zona de transcorrência); esse indício geoquímico demonstra com bastante probabilidade a existência de pegmatóides contribuindo para o material aluvionar. Uma segunda zona anômala abrange todo o curso do riacho Itaim, situado no canto sudoeste do mapa. Constitui uma importante dispersão clástica de boro (componente do resistato turmalina), secundado por nióbio, lantânio e ítrio; no entanto não aparecem outros elementos derivados dos vários tipos litológicos atravessados por aquela drenagem. A longa distância em que o boro se dispersa – quase 30km – sem diluir-se no estéril sugere a presença de várias fontes da turmalina, embora não se possa precisá-las, na maioria dos casos, como no baixo curso do riacho Pau Ferro, afluente do Itaim, com anomalias de boro e nióbio associadas.

A presença dessa associação também se faz notar no extremo-NNW da folha, tendo como elemento pricipal o nióbio, e como acessórios o boro, lantânio e ainda bário e escândio, reunidos em domínio de granitos calcialcalinos a alcalinos. Não é muito pronunciada como as anteriores, fazendo supor apenas pequenas variações na composição mineralógica das litologias locais.

d) Filiação alcalina: duas importantes zonas anômalas são definidas no extremo-noroeste da área, em domínio de rochas graníticas, contendo bário como elemento essencial: a de maior dimensão com os elementos magnésio, cobre (EE) e lantânio como acessórios, e a outra, com estrôncio e, secundariamente, chumbo. Vários são os minerais comuns formadores de rochas que apresentam tais elementos na estrutura cristalina, e as anomalias citadas parecem representar variações mineralógicas nas rochas do local. No primeiro caso, provavelmente enriquecimento em feldspato alcalino (valores anômalos e de alto *background* de chumbo em algumas amostras da zona anômala) e em biotita/anfibólios, pela presenca de cobre e ferro. Na zona mais a sudoeste, os indícios são de predominância do feldspato alcalino, enquanto, aparentemente, os minerais máficos não são ali constituintes litológicos importantes.

e) Filiação a sulfetos: no extremo-sudoeste da folha (regiões de Água Branca e médio riacho do Baixio), foram detectadas duas zonas anômalas dos calcófilos bismuto e cobre, situando-se em terrenos gnáissico-migmatíticos com intercalações de xistos e quartzitos. Não há muita segurança na definição do caráter e importância dessa associação, pois os resultados para bismuto praticamente não apresentam contraste (teores no limite de sensibilidade do método analítico – 10 e 15ppm), e também não se observam anomalias para outros elementos que se encontram comumente relacionados a essa tipologia mineral (bismuto associa-se a variada suíte de elementos-traço em jazimentos polimetálicos).

f) Derivadas do ambiente secundário: são aquelas associações representadas em um vértice do diagrama da figura II.4.2. Não formam zonas anômalas, ocorrendo em estações isoladas, comumente com mistura de materiais de diversas origens.

Duas estações são bem típicas dessa filiação: a primeira situa-se na foz de afluente pela margem direita do riacho Cabaceira, porção centro-NW da área; a drenagem estabelece-se em sericita-cloritaxistos e suas cabeceiras recebem influência das formações sedimentares e do granitóide Simões. As anomalias ali detectadas são de Cu (AA), Zn, V, Fe, Mn, Mn (AA), com ainda valores elevados de Pb (AA e EE), Fe (AA) e Co – associação típica de co-precipitação com óxidos/hidróxidos de ferro e

manganês, sem praticamente qualquer ascendência de fonte primária.

A segunda estação, mostrando a mistura de influências (situação muito comum), situa-se em pequena drenagem na região de Tamboril, extremo-leste da folha, que percorre domínio de granitóides; foram ali detectadas anomalias de Cu, Pb, Zn, Mn, Fe (AA) e V, Fe, Mn, Co (EE), além de valores de alto *background* para Ba, Mg, La, Cu, Pb, Ca, Ni.

g) Derivadas de mineralizações: os elementos litófilos apresentam grande multiplicidade de indícios geoquímicos isolados na área em estudo, sendo a grande maioria proveniente de variações composicionais dos minerais comuns das rochas, sem chegar até à formação de minerais de minério. Constituem, todavia, o único recurso, mais seguro, indicado pelo reconhecimento geoquímico através dos sedimentos de corrente para avaliação de potencial metalífero.

Vários corpos de pegmatito/pegmatóides mineralizados devem ocorrer nas extensas zonas anômalas referidas no subitem c; merecem destaque duas pequenas áreas no limite sudeste da folha, onde os indícios são fornecidos por concentrados de bateia: na região de Água Fria, em domínio de rochas graníticas, os minerais pesados de uma pequena drenagem forneceram valores de 20ppm de Sn, 15ppm de Nb, 1000ppm de La e 700ppm de Y, e o sedimento de corrente coletado na mesma estação acusou teores de 2ppm de berílio e 50ppm de boro (alto *background*). Na região de Lagoa da Manga, logo a norte, as anomalias são mais consistentes, registrando-se 150ppm de Nb, 100ppm de Sn e 1.000ppm de Y na amostra AM-291, e 15ppm de Nb, 20ppm de Sn no concentrado AM-292; como se encontram na confluência de duas drenagens distintas, a fonte da dispersão provavelmente se situa logo a montante das estações, encaixadas no complexo gnáissico-migmatítico regional.

Merece menção ainda a amostra de sedimento AM-226, coletada no riacho do Baixio, cerca de 2km a montante de sua junção com o riacho Paredão, no mesmo domínio litológico de gnaisses-migmatitos; apresentou o elevado resultado de 100ppm de estanho, associado apenas a um valor alto de estrôncio. A anomalia não persiste a jusante, pois o concentrado de bateia coletado quase na confluência com o riacho Paredão teve resultado inferior a 10ppm do metal (limite de detecção); nesse intervalo do curso da drenagem, portanto, é provável a existência de uma barreira de dispersão clástica de minerais pesados. Tanto a fonte primária (região a montante da estação 226) como esse restrito trecho da drenagem, por eventualmente representar concentrações secundárias tipo plácer, são merecedoras de estudos mais detalhados.

Indicações de lentes calcárias ou calcissilicáticas foram obtidas somente em concentrados de bateia; destaca-se a região do alto curso do riacho Paredão, a SSE da área, onde três amostras de concentrado (217, 220 e 275) acusaram valores extremos de cálcio (5%, 3% e 3%) e estrôncio (acima de 1.000 ppm), valores igualados pela amostra 215, coletada no riacho Olho d'Água, cerca de 4km a sul.

A dispersão anômala cobre-bismuto comentada no subitem e merece investigação mais detalhada, no intuito de corretamente caracterizá-la em termos de proveniência e de potencial metalogenético.

Capítulo 5
Geofísica

por:
Mário José Metelo, Antônio Carlos Motta,
Roberto Gusmão Oliveira e José Carlos Rodrigues

5.1 Sistemática adotada

A sistemática adotada no presente trabalho consistiu das seguintes etapas:

a) Interpretação qualitativa dos mapas originais de gamaespectrometria (canal de contagem total) e de magnetometria (campo magnético residual) do Projeto Aerogeofísico Borda Leste da Bacia do Maranhão, confeccionados pela CPRM para o DNPM. Nessa primeira fase, geraram-se informações para trabalhos de campo.

b) Levantamento de geofísica terrestre, utilizando os métodos de magnetometria, gravimetria e cintilometria, sobre perfis selecionados a partir dos mapas preliminares do projeto, com o objetivo de fornecer subsídios para solução de problemas relativos à compartimentação tectonostrutural entre segmentos crustais de rochas de distintos graus metamórficos, e ainda na definição de contatos, estruturas e diferenciações litológicas.

c) 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 primeira derivada com redução ao pólo, na escala 1:100.000.

d) Interpretação desses mapas e sua integração com os dados geológicos.

5.2 Dados utilizados

5.2.1 Aerogeofísica

Os dados utilizados foram os resultantes do Projeto Aerogeofísico Borda Leste do Maranhão, levantado pela ENCAL S.A. para o Convênio DNPM/CPRM, 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 N30° W, espaçados de 1km, a uma altura média de 150m do terreno. O magnetômetro utilizado foi o modelo G-803 da Geometrics, e o gamaespectrômetro, o modelo DIGRS-3001, da Exploranium, com cristais de NaI(tl) de volume total de 1.018 polegadas cúbicas. Posteriormente, a CPRM efetuou o processamento dos dados e elaborou os produtos finais sob a forma de arquivos digitais (fitas magnéticas) e de mapas de contorno do campo magnético residual e dos temas de gamaespectrometria.

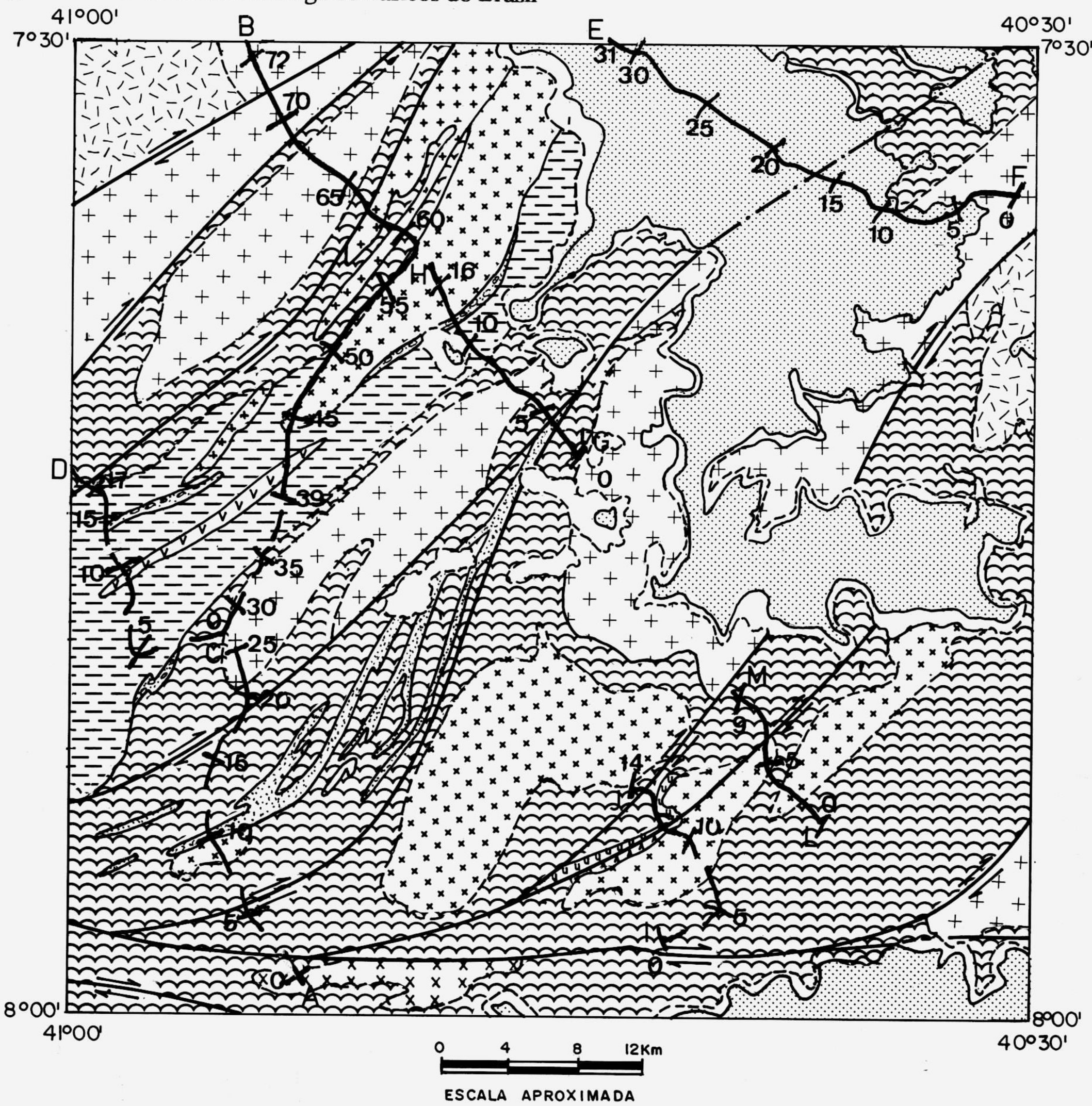
O reprocessamento dos dados efetuado pela CPRM constou da geração de *grids* de cada tema geofísico, com células de dimensões de 250m x 250m, a partir dos dados digitais finais do projeto, submetidos a um filtro anti-aliazamento, com freqüência de corte de 0,002 ciclos/m. Após a geração dos *grids,* foi aplicado um filtro direcional aos dados de temas com problemas de nivelamento segundo a direção das linhas de vôo, decorrentes da fase de aquisição ou de processamento dos dados. Após esse tratamento, foram confeccionados mapas dos temas na escala 1:100.000, com os seguintes intervalos de contorno:

Contagem total = 25cps
Potássio = 5cps
Urânio = 1cps
Tório = 2cps
Razão U/K = 0,05
Razão U/Th = 0,05
Razão Th/K = 0,20
Primeira derivada com redução ao pólo = 0,01nT/m
Campo magnético residual = 10nT

Os mapas temáticos não-incluídos neste texto explicativo estão disponíveis no DNPM.

5.2.2 Geofísica terrestre

O levantamento geofísico constou dos perfis AB, CD, EF, FG, IJ e LM, sendo que o resultado gravimétrico foi utilizado no perfil EF e parte do perfil AB, perfazendo um total de 67km, enquanto o método magnético e cintilométrico foi levantado em todos os perfis somando 155km (figura II.5.1). A direção predominante nos perfis foi SE-NW, sendo que em parte do trecho N do perfil AB a direção passa a ser SW-NE, com intervalo entre as estações de 100m.



Coberturas Sedimentares Fanerozóicas

Grupo Chapada do Araripe

Formação Exu (Ke)

Formação Santana (Ks)

Supra-Estrutura

Sistema de Dobramentos Jaguaribeano

Microgranito (PSmg).

Granitóides sintranscorrentes D_4 ($PS\gamma 3B$, $PS\gamma 3C$ e $PS\gamma 3D$).

Granitóides tardi/pós-transcorrentes D_4 ($PS\gamma 4C$ e $PS\gamma 4D$).

Granitóides pré- a cedotranscorrentes D_4 ($PS\gamma 2$).

Grupo Cachoeirinha

Quartzitos (PMchxtqt)

Micaxistos (PMchxtmv)

Rochas metaultrabásicas (PMchxtmub)

Unidade Inferior

Rochas plutônicas [A(TB)grgn e A(TB)γ]

Complexo Gnáissico-Migmatítico [A(TB)gnmig]

Quartzitos ferríferos [A(TB)gnmigqtf]

Quartzitos a muscovita [A(TB)gnmigqt]

Metabasitos [A(TB)gnmigmb]

Zonas de cisalhamento e falhas maiores

30 25 Gravimetria, magnetometria e cintilometria

10 5 Magnetometria e cintilometria

Figura II.5.1 – Localização dos perfis de geofísica terestre.

O levantamento magnético foi efetuado com magnetômetros de precessão protônica, da Geometrics, modelos G-816 e G-826, com precisão de 1nT (nano-Tesla). O intervalo entre as estações foi de 100m. 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 (dezembro, 1987), o valor do campo total era de 25.700nT, a declinação magnética, -21°41' e a inclinação, -11°46'.

O levantamento radiométrico utilizou cintilômetros Microlab, modelo 346. As medidas foram efetuadas concomitantemente às de magnetometria.

O levantamento gravimétrico foi executado pelo Observatório Nacional em conjunto com a CPRM, dentro do Convênio CPRM/CNPq – O.N., firmado em 1986. A CPRM se encarregou do nivelamento geométrico do perfil e da logística de campo, e o Observatório Nacional, 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 gravímetro La Coste & Romberg, modelo G, número de série 674, com precisão de 0,01 miligal.

Foram utilizadas como amarração as estações gravimétricas de primeira ordem abaixo indicadas, pertencentes à rede fundamental do Observatório Nacional.

Código da Estação	Localidade	Valor de G
090780	Paulistana(PI)	978031,88
0907/G	Araripina(PE)	977952,71

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.

No presente trabalho, não foi aplicada a correção de terreno considerando a topografia da região e os objetivos do levantamento geológico, bem como o propósito da gravimetria dentro do mapeamento; conclui-se que poder-se-á utilizar os dados gravimétricos sem essa correção.

5.3 Interpretação e correlação dos dados

5.3.1 Aeromagnetometria

As anomalias registradas em um levantamento magnetométrico consistem em perturbações do campo geomagnético provocadas pela presença de minerais magnéticos nas rochas. A forma de uma anomalia é função das variáveis a seguir 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 anômalas.

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. Para auxiliar na interpretação dos dados, definiram-se, a partir dos parâmetros magnéticos da área, alguns modelos geológicos simplificados e determinou-se, através de um *software* de modelamento, a forma resultante das anomalias (figura II.5.2).

Na análise qualitativa, o mapa aeromagnético de campo total (figura II.5.3) foi dividido em seis unidades magnéticas com caracteres distintos e com base no relevo magnético e na forma das anomalias. Também foram indicados os lineamentos magnéticos.

Dentro do contexto desse mapa, as amplitudes das anomalias foram classificadas segundo as seguintes faixas:

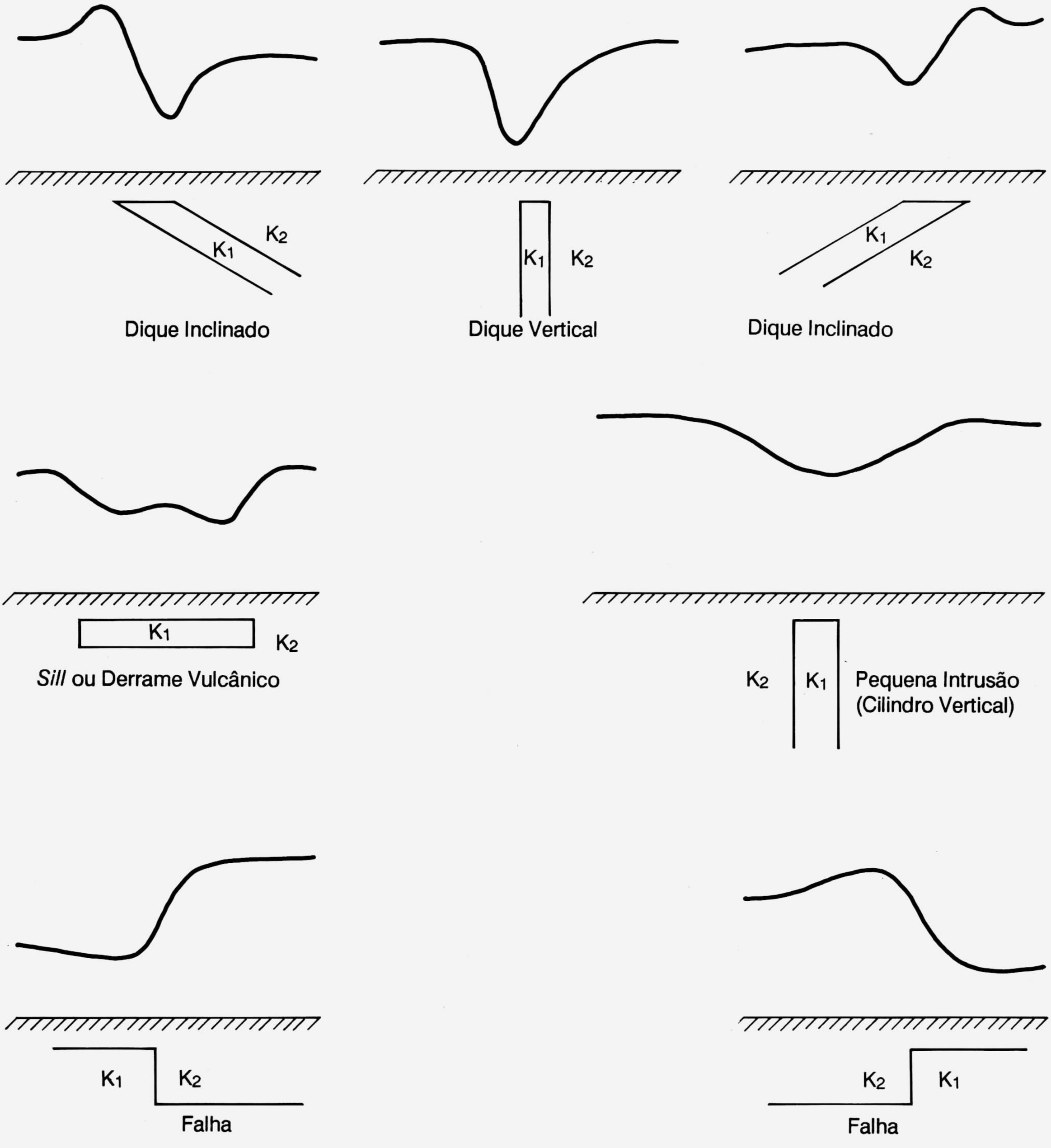
< 100nT – baixa
100 a 300nT – média
300 a 1.000nT – alta
> 1.000nT – muito alta

A seguir, são descritas as unidades magnéticas e a sua correlação geológica:

Unidade Magnética A: é correlacionada com anomalias lineares definidas por baixos magnéticos, com amplitude média, extensão variando de 4 a 20km e alongadas na direção SW-NE. Esse alongamento acompanha a tendência tectônica regional que condicionou a forma das unidades geológicas cartografadas. As anomalias estão subparalelas à foliação e às zonas de cisalhamentos, e podem estar associadas com rochas básicas, cujo emplacamento foi facilitado por fraturamentos associados com a tectônica transcorrente. No Grupo Cachoeirinha, corresponde a um nível de metaultrabásica.

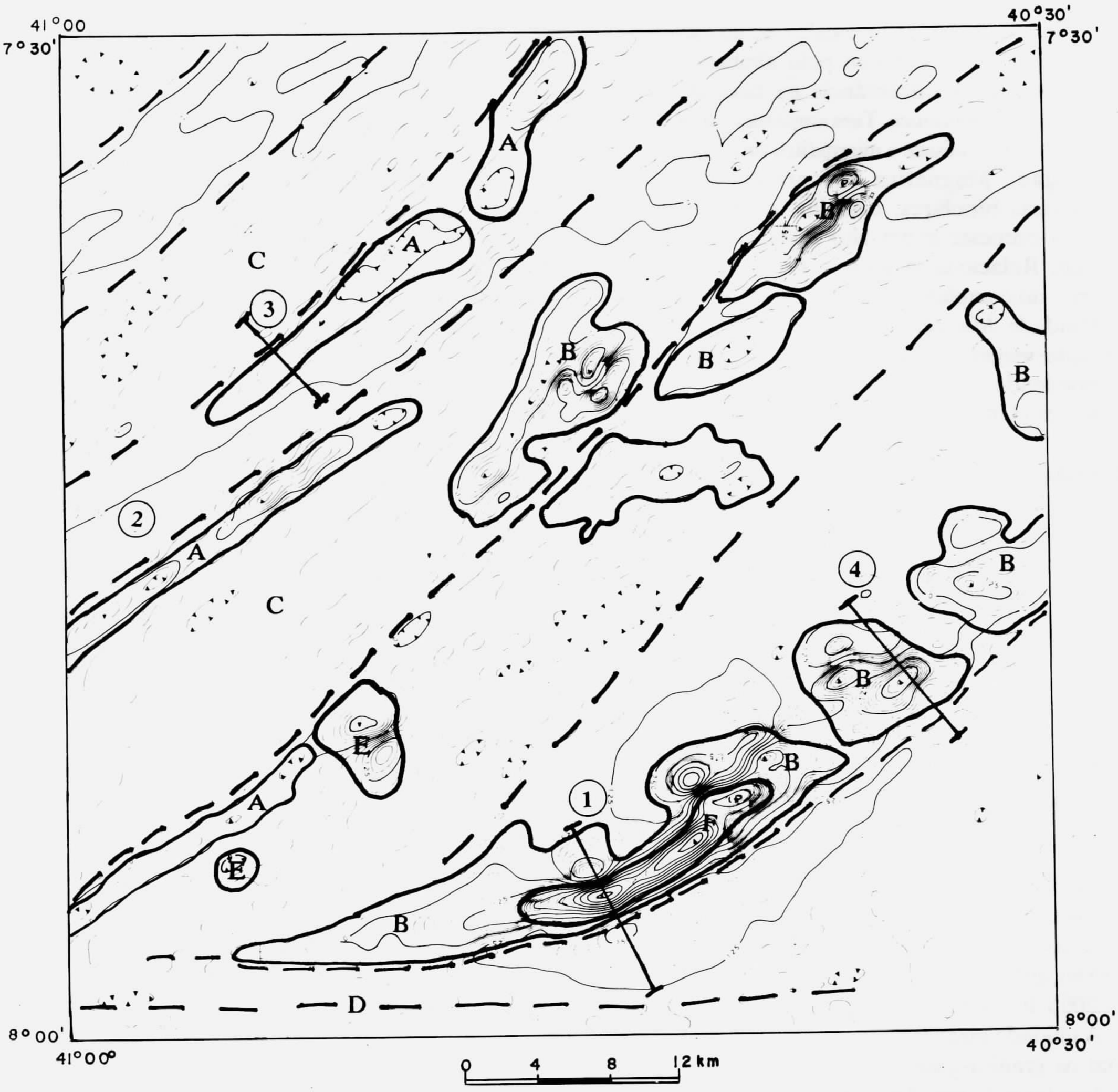
Unidade Magnética B: são zonas magnéticas de forma irregular, com área de influência maior que a unidade magnética A. Estão alongadas na direção nordeste-sudoeste, acompanhando o *trend* das zonas de cisalhamentos e delimitando anomalias bipolares com amplitude alta. Localizam-se principalmente no domínio da unidade Inferior.

Unidade Magnética C: ocupa a maior parte da área, com amplitudes baixas, caracterizada pela orientação das linhas de contorno na direção NE-SW, paralelas às transcorrências e à foliação regional. Corresponde a rande parte da unidade Inferior, e a granitóides e metassedimentos do Grupo Cachoeirinha.



Obs.: Anomalias esquemáticas sem referência quantitativa

Fig. II.5.2 – Anomalias magnéticas de modelos geológicos simplificados na área do projeto.



FEIÇÕES PLANARES

Curva de intensidade magnética do campo residual

Baixo magnético

Alinhamentos magnéticos

Perfil aerogeofísico utilizado para modelamento

A - E Unidade magnética

Fig. II.5.3 – Interpretação do mapa residual do campo magnético total.

Unidade Magnética D: localiza-se no extremo-sul , com padrão magnético definido pelo alinhamento E-W, condicionado pela transcorrência na faixa de influência do lineamento Pernambuco. Tem amplitudes baixas e os litótipos correlatos são gnaisses e migmatitos da unidade Inferior.

Unidade Magnética E: corresponde a anomalias magnéticas bipolares, isoladas, caracterizadas por um baixo a noroeste e um alto a sudeste, com amplitudes médias. Relaciona-se a corpos magnéticos tabulares no interior do complexo Gnáissico-Migmatítico.

Unidade Magnética F: está dentro do contexto da unidade magnética B, com amplitude muito alta e correspondendo a metabásicas e quartzitos encaixados no Complexo Gnáissico-Migmatítico.

Correlação geológico-geofísica

Para efeito de uma melhor visualização da correlação geológico-geofísica, utilizou-se um mapa geológico simplificado (figura II.5.1).

Unidade Inferior: as litologias que a compõem estão caracterizadas em grande parte pelas unidades magnéticas C e D. A orientação SW-NE das linhas de contorno na unidade C, e E-W na D, acompanha a tendência da foliação e dos cisalhamentos superpostos aos litótipos. Apresenta também padrões magnéticos que se correlacionam com as unidades magnéticas A, B, E e F.

A Unidade Magnética A ocorre sempre adjacente às zonas de cisalhamentos, representando prováveis diques de rochas básicas como corpos individualizados ou enxames. O modelamento do perfil 3 (figura II.5.4) corresponde à seção de um corpo tabular com largura de 1.300m, atitude vertical e contraste de suscetibilidade igual a 1.200 x 10-6 e.m.u.

A unidade magnética B correlaciona-se principalmente com os granito-gnaisses no sul e sudeste da folha, que podem ter sido gerados pela fusão parcial de rochas vulcanossedimentares, cujos vestígios são os encraves mapeados. A mesma correlação pode ser feita em algumas áreas do Complexo Gnáissico-Migmatítico, onde há superposição dessa unidade. O modelamento do perfil 4 (figura II.5.4) identificou a seção de um corpo tabular, com atitude 35/145° Az, largura de 2.000m, devendo corresponder a um domínio de básicas de pequena largura , que, somadas, causam a anomalia modelada.

A unidade magnética E, no sudoeste da folha, é correlata com um quartzito ferrífero encaixado nos migmatitos e com prováveis encraves de básicas no interior dos granitos gnáissicos.

A unidade magnética F corresponde a níveis de metabásicas e quartzitos com 1.200m de largura, atitude 50/145°Az e contraste de suscetibilidade de 15.000 x 10^{-6} e.m.u. (perfil 1, figura II.5.4).

Grupo Cachoeirinha: está caracterizado principalmente pela unidade magnética C, em que a orientação das linhas de contorno acompanha a foliação dos micaxistos. O nível de metaultrabásica intercalado nos metassedimentos está inserido na unidade magnética A, com uma área de influência que ultrapassa as suas dimensões, indicando ter esse grupo uma forma mais alongada que a cartografada. O modelamento dessa anomalia (perfil 2, figura II.5.4) define a seção de um corpo tabular , com 1.000m de largura, atitude 50/325° Az e contraste de suscetibilidade igual a 2.900 x 10^{-6}e.m.u.

Rochas plutônicas: correspondem à unidade magnética C, tendo, no entanto, a superposição, em alguns casos, das unidades magnéticas A e B:

a) o granitóide Simões e o microgranito róseo (PSmg), em um dos seus ramos, apresentam a superposição da unidade magnética A.

b) o granito PSγ3D, no leste da folha, tem grande parte da sua área mapeada envolvida pela unidade magnética B. Na análise petrográfica, foram identificados opacos que devem ser magnetita.

Coberturas Sedimentares Fanerozóicas: sobre os arenitos, siltitos e margas das formações Santana e Exu ocorre um maior espaçamento entre as linhas de contorno da unidade magnética C; esse fato é causado pela espessura dos sedimentos não-magnéticos, que aumentam a distância entre o sensor e o substrato da bacia. As anomalias da unidade B sobre estes sedimentos são causadas por rochas magnéticas do seu embasamento.

5.3.2 Aerogamaespectrometria

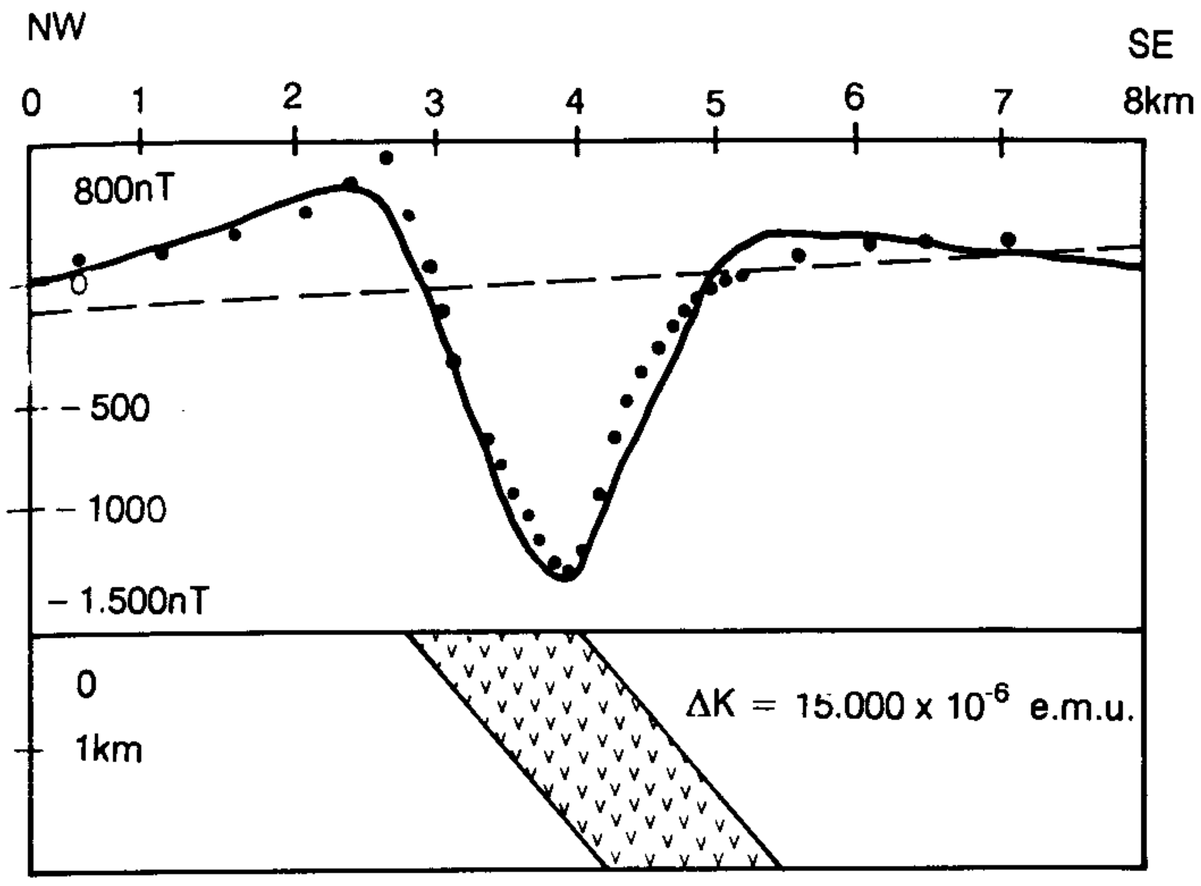
A gamaespectrometria registra e discrimina as radiações gama emitidas pela desintegração dos elementos urânio, tório, e potássio. Para detectar a presença do urânio, mede-se a radiação emitida pelo elemento-filho bismuto 214, do tório, a radiação emitida pelo tálio 208, e do potássio proveniente do isótopo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

Na interpretação dos dados radiométricos, procurou-se delimitar intervalos de radioatividades que melhor representassem as diferentes litologias. Assim, estabeleceram-se os valores radiométricos da tabela II.5.1 para os diferentes temas analisados neste trabalho, apresentados com a interpretação dos respectivos mapas nas figuras II.5.5, II.5.6, II.5.7 e II.5.8.

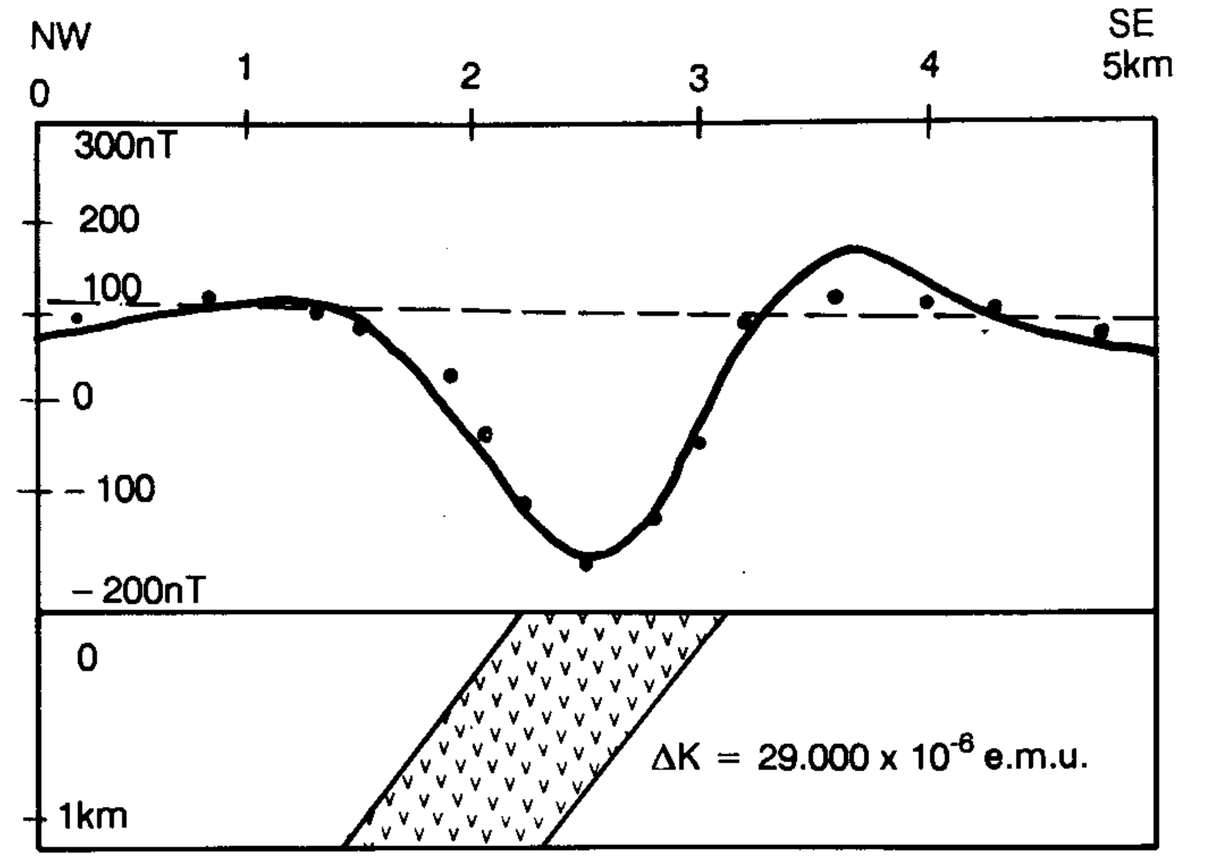
Na interpretação das unidades radiométricas, adotou-se a convenção de utilizar como prefixo a letra R para contagem total, Th para tório, U para urânio, K para potássio, UT para razão U/Th, UK para razão U/K e TK para razão Th/K.

Correlação geológico-geofísica

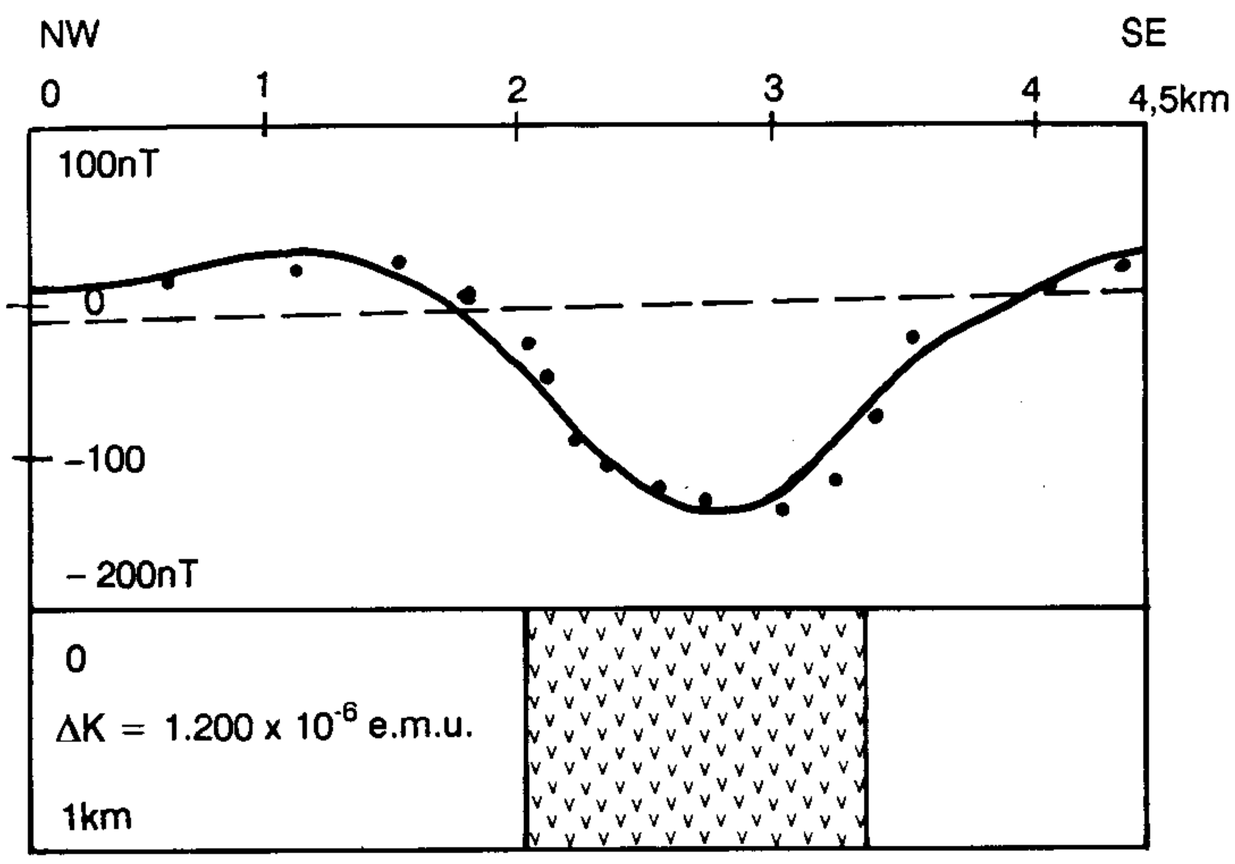
Unidade Inferior: está caracterizada por uma distribuição heterogênea dos níveis radiométricos, que refletem áreas estruturalmente afetadas pelos cisalhamentos e litologicamente diferenciadas pelas migmatizações e granitizações ou em domínios de quartzitos e metabásicas.



A) Perfil 1



B) Perfil 2



C) Perfil 3

D) Perfil 4

Regional

Perfil medido

Perfil calculado

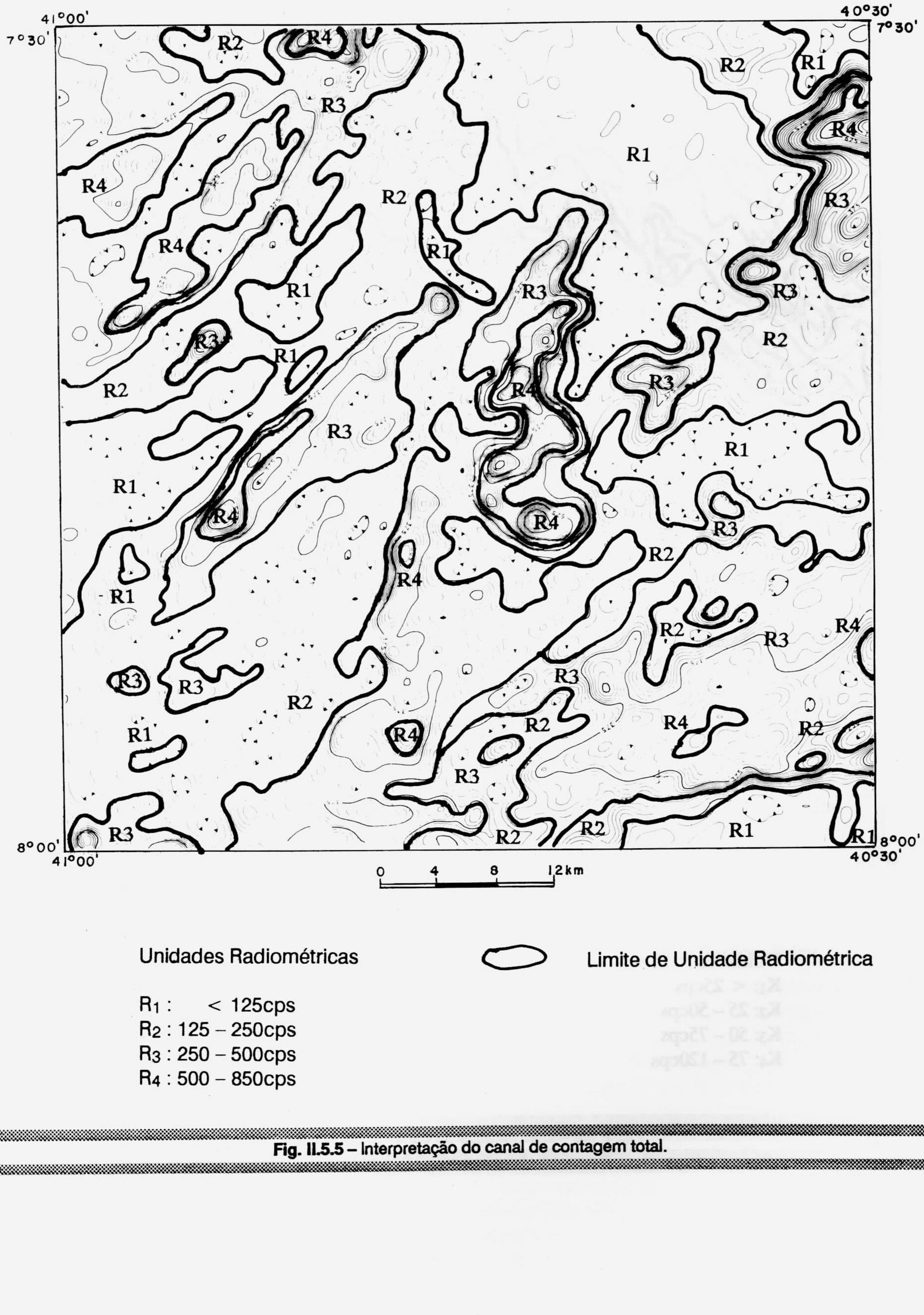
Fig. II.5.4 – Modelamento de anomalias aeromagnéticas.

Os granitóides gnáissicos, no centro-sul e sudeste da folha, não são bem-individualizados pela radiometria, apresentando distribuição irregular, com crescimento do urânio (U_3), tório (Th_3) e potássio (K_4) em áreas restritas, revelando ambiências em que o processo de diferenciação ácida foi mais intenso, ou áreas em que o corpo rochoso é mais aflorante, como é o caso do morro do Caetetu e do Brejinho, no centro-sul da folha, onde o nível radiométrico corresponde a R_4, Th_3 e U_4. As razões são $U/K < 0,1$, $U/K < 0,4$ e $U/Th < 0,25$, com exceção de uma área a norte do morro do Caetetu e a leste da localidade de São João, próxima ao lineamento Pernambuco, onde U/Th é maior que 1,0. O enriquecimento do urânio em relação ao tório nas proximidades de zonas de cisalhamento é correlato com fraturas que permitiram a percolação de soluções uraníferas.

No sudeste, domínio das rochas do Complexo Gnaíssico-Migmatítico, entre Belmonte e Água Fria, ocorre um aumento do potássio(K_4), sem mudanças significativas nos outros canais. A razão U/K cai para 0,05 e Th/K para 0,2. Esse núcleo com enriquecimento do potássio pode indicar uma área onde a migmatização e o hidrotermalismo atuou com maior intensidade.

Tabela II.5.1 – Níveis Radiométricos das Rochas (em cps)

		Estratigrafia	Rochas Dominantes	C. Toltal	Potássio	Urânio	Tório
		Coberturas Sedimentares Fanerozóicas	Arenitos, siltitos e margas	100 – 125	5 – 25	1 – 5	8 – 12
Proterozóico Superior	Sistema de Dobramento Jaguaribeno	Rochas Plutônicas	Microgranito (PSmg)	250 – 500	25 – 70	3 – 6	8 – 12
			Granito (PSγ4D)	200 – 450	25 – 75	5 – 10	12 – 30
			alcalifeldspato-sienito (PSγ4C)	250 – 500	50 – 100	5 – 10	6 – 12
			alcalifeldspato-granito (PSγ3D)	500 – 850	50 – 120	5 – 17	30 – 68
			Biotita granito, alcalifeldspato granito (PSγ3C)	375 – 750	25 – 125	5 – 18	12 – 48
			Granito calcialcalino (PSγ3B) (PSγ2)	250 – 375	50 – 90	2 – 5	10 – 14
Proterozóico Médio		Grupo Cachoeirinha	Metaultrabásicas	35 – 125	10 – 15	1 – 3	4 – 6
			Sericita-cloritaxisto	75 – 250	10 – 25	1 – 5	4 – 12
Arqueano	Infra-Estrutura	Granitóide Gnáissico	Granito Gnaissificado	125 – 500	50 – 75	4 – 15	12 – 30
		Granitóides Simões	Metagranodiorito a ortognaisses	125 – 250	15 – 25	1 – 5	8 – 12
		Complexo Gnáissico Migmatítico	Gnaisses ortoderivados bandados	125 – 500	25 – 105	1 – 7	8 – 20



Unidades Radiométricas

Limite de Unidade Radiométrica

R_1 : < 125cps
R_2 : 125 – 250cps
R_3 : 250 – 500cps
R_4 : 500 – 850cps

Fig. II.5.5 – Interpretação do canal de contagem total.

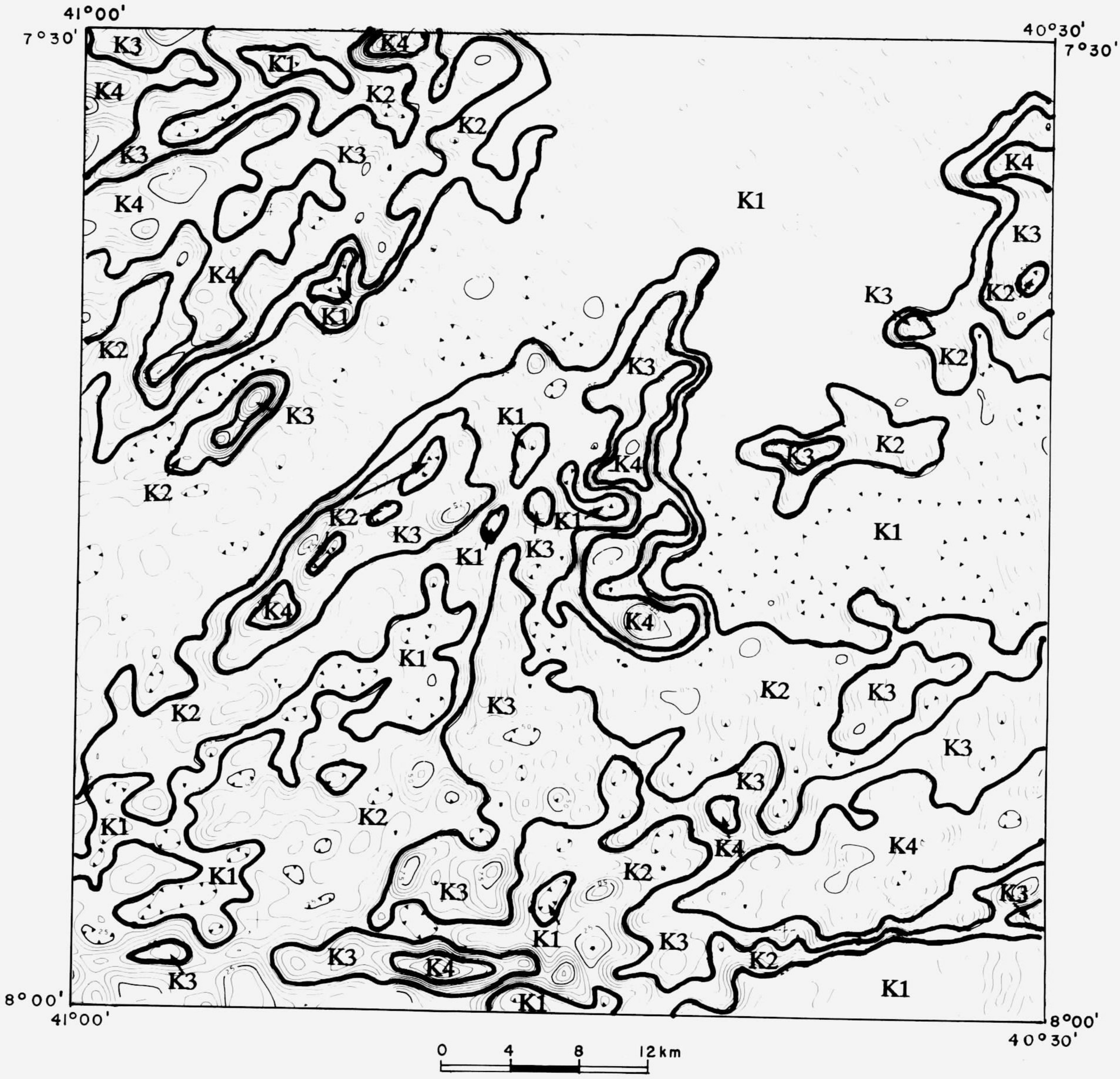


Fig. II.5.6 – Interpretação do canal do potássio.

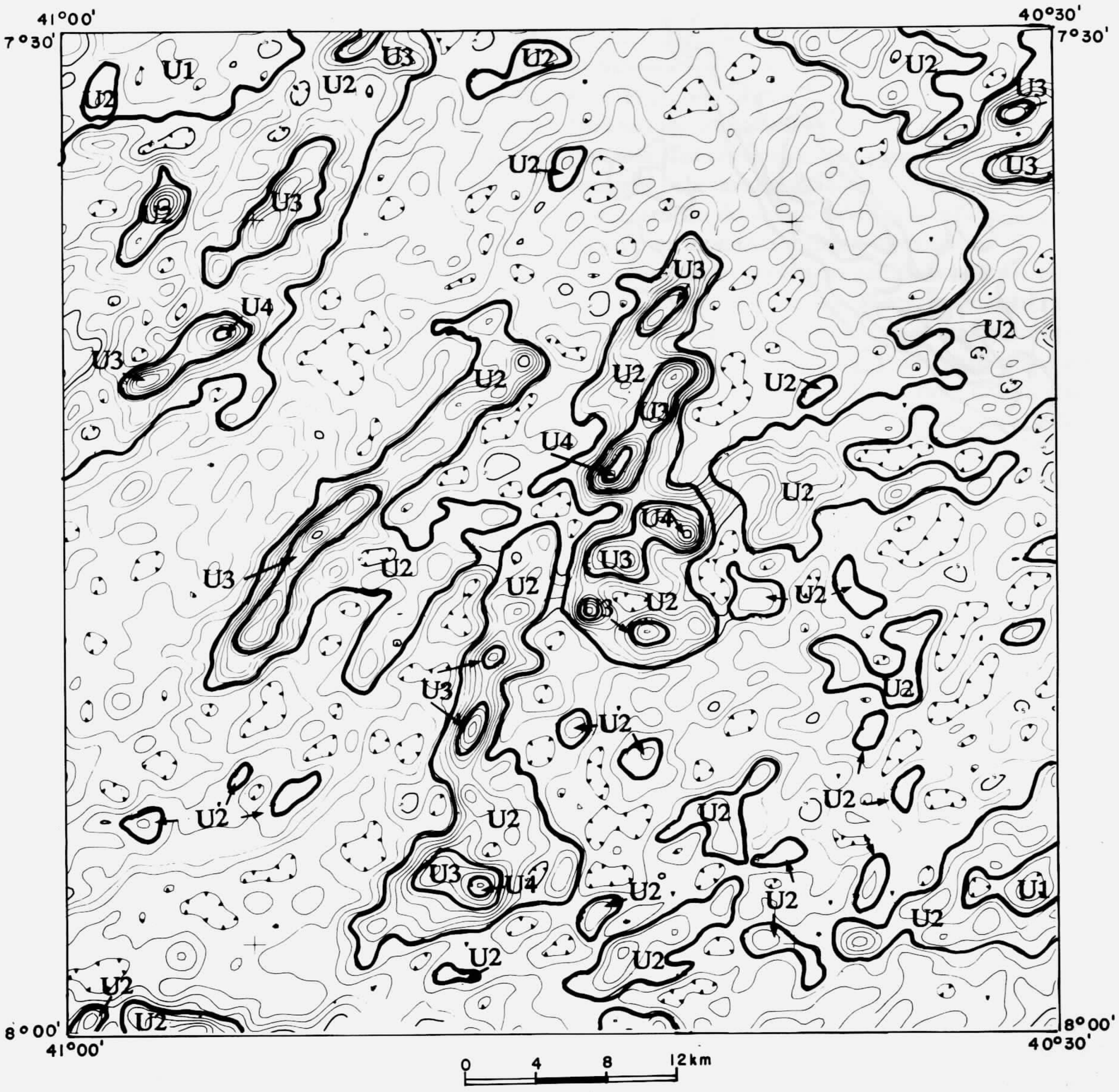
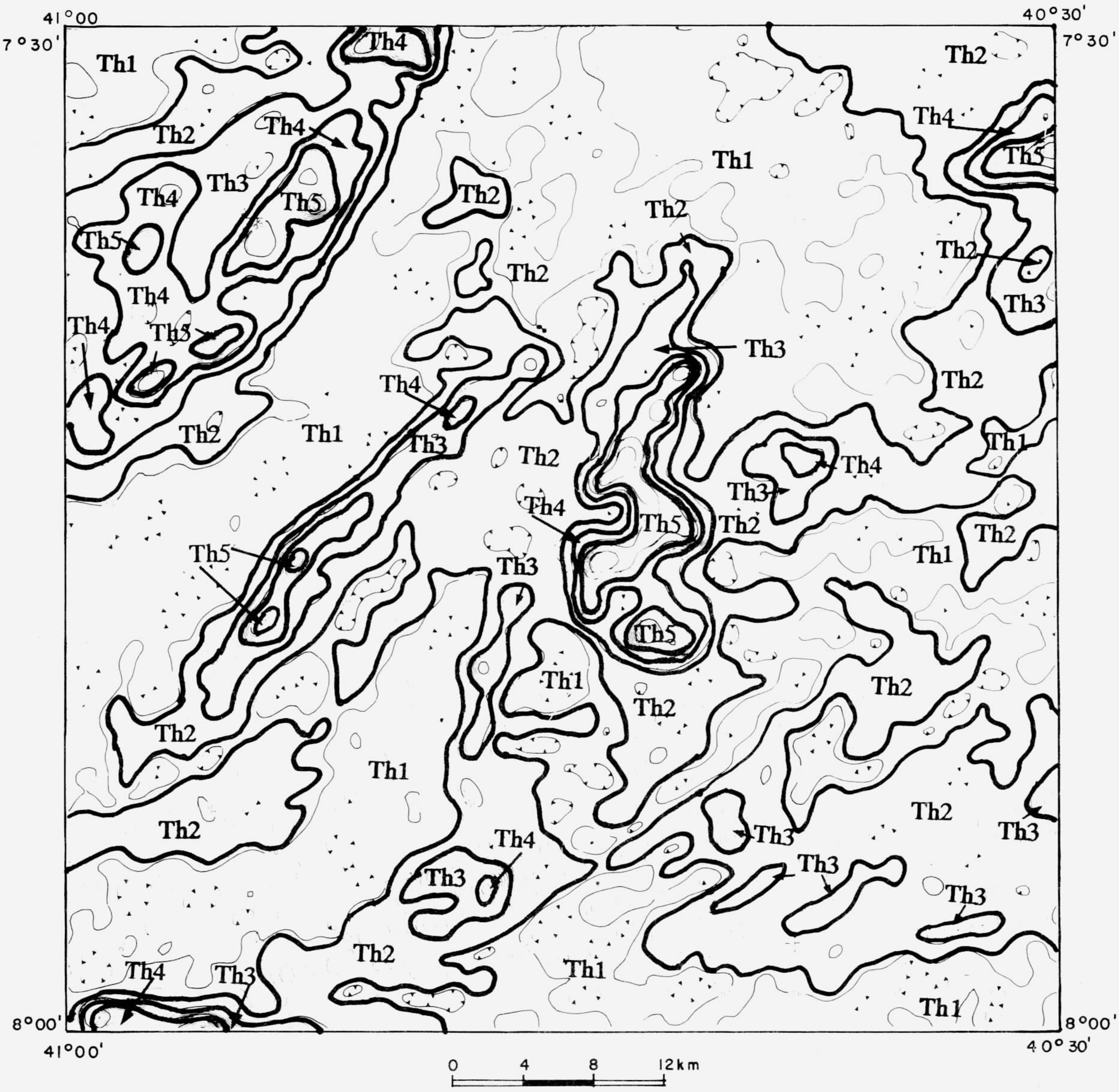


Fig. II.5.7 – Interpretação do canal de urânio.



Unidades Radiométricas

Th_1 : < 12cps
Th_2 : 12 – 20cps
Th_3 : 20 – 30cps
Th_4 : 30 – 40cps
Th_5 : 40 – 68cps

Limite de Unidade Radiométrica

Fig. II.5.8 – Interpretação do canal de tório.

Os quartzitos e metabásicas do Complexo Gnáissico-Migmatítico, no quadrante sudoeste da folha, apresentam baixos níveis de tório (Th_1), urânio (U_1) e potássio (K_1), com alguns núcleos da unidade U_2 acompanhando o *trend* da foliação. As razões são: U/Th < 0,25, U/K < 0,1 e Th/K < 0,2.

No sul-sudoeste, entre as zonas de cisalhamentos do Lineamento Pernambuco, ocorre um enriquecimento do urânio (U_2) e principalmente do tório (Th_4), sem evidências do potássio. Na área, estão mapeadas metabásicas intercaladas no Complexo Gnáissico-Migmatítico, que não justificam o alto nível do tório, sugerindo, portanto, a existência de rochas graníticas filoneanas, não-individualizadas pelo mapeamento geológico.

Granitóide Simões: ocorre no noroeste da folha e tem a forma alongada na direção sudoeste-nordeste. Sua composição tonalítica é o motivo da baixa radioatividade apresentada em todos os canais. As razões U/Th e U/K são menores que 0,25 e Th/K < 0,4.

Grupo Cachoeirinha: é uma faixa alongada de direção nordeste- sudoeste, na porção ocidental da folha, constituída por metapelitos com clorita, sericita e quartzo. Essa composição e a intercalação de metaultrabásicas produzem baixos valores em todos os canais (U_1, Th_1 e K_1), formando uma faixa que delimita esse grupo e os seus contatos com litótipos da unidade Inferior.

Rochas Plutônicas do Proterozóico: os plutões Curral Novo e Araripina (PSγ3B) são litótipos róseos, ricos em K-feldspatos, posicionados como corpos alongados no centro-norte da folha. Apresentam os maiores níveis de radioatividade (R_4), com tório (Th_5), urânio (U_4) e potássio (K_4). A composição alcalina os torna mais evidentes no canal de potássio.

O microgranito (PSmg), no norte da folha, está caracterizado pelos seguintes níveis radiométricos: R_3, Th_1 e U_1. A sua composição alcalina justifica o nível radiométrico apresentado pelo potássio em relação aos outros canais. Tem razão U/K < 0,15 , U/Th entre 0,25 e 0,5.

O granitóide Poço do Boi (PSγ3A), de composição monzogranítica, localizado no noroeste da folha, apresenta níveis radiométricos distintos. Na porção nordeste, corresponde às unidades U_2, Th_2 e K_2. Na porção sudoeste, a radioatividade cresce para K_4, Th_4 e U_3, podendo estar correlacionada com fácies de composição mais alcalina ou com diferenciação ácida mais avançada. A razão U/K é menor que 0,25, crescendo para maior que 0,5 no trecho nordeste da zona de cisalhamento que marca o seu contato noroeste.

O granitóide Riacho do Simões (PSγ4C), um álcalifeldspato-sienito, se destaca no canal do potássio (K_4), com tório (Th_1) e urânio (U_1) baixos. As razões são: U/Th > 0,5, U/K < 0,15 e Th/K < 0,2.

O granito calcialcalino (PSγ2) no sul e o sienogranito (PSγ3D) no leste da folha, não são bem individualizados pela radiometria.

Coberturas Sedimentares Fanerozóicas: os arenitos, siltitos e margas das formações Santana e Exu são bem individualizados por baixos valores radiométricos (CT_1, K_1, U_1 e Th_1). As razões U/K > 1,25 e Th/K > 2,0 indicam um enriquecimento relativo do urânio e do tório em relação ao potássio. Tal correlação geofísica para esses sedimentos é causada pela decomposição e lixiviação do K-feldspato e concentração do urânio nos argilitos e margas e do tório contido na monazita e zircão do arenito.

A correlação geológico-geofísica com os granitóides é compatível na maioria dos casos, marcando bem os seus contatos e definindo porções com maior enriquecimento em radioelementos. Algumas vezes, percebe-se uma nítida diferenciação composicional que deve definir termos mais ou menos ácidos dentro de um mesmo litótipo. Nos domínios do embasamento, a distribuição radiométrica é freqüentemente irregular, típica de terrenos migmatizados com núcleos anatéticos e paleossomas de naturezas distintas.

A aerogamaespectrometria marca também a grande maioria dos alinhamentos estruturais.

5.3.3 Geofísica terrestre

Para suporte das interpretações gravimétrica e magnetométrica, foram feitas medições de suscetibilidade magnética (K) em 97 amostras e cálculo de densidade em 38 litótipos selecionados na área de influência das linhas AB, CD, EF, GH, IJ e LM (figura II.5.1). Os valores referentes às amostras selecionadas encontram-se na tabela II.5.2. Ela foi organizada em ordem crescente de susceptibilidade.

Os valores de K menores que 100×10^{-6} e.m.u. corresponderam a 57% do total das medidas efetuadas, compreendendo diversos litótipos. Cerca de 24% das amostras apresentaram valores acima de 500×10^{-6} e.m.u. e três amostras (JR-103, JR-134 e JR-410A) com valores acima de 5.000×10^{-6} e.m.u., sendo que a última apresentou um valor de 16.400×10^{-6} e.m.u.

Os cálculos das densidades de quatro amostras, situadas na área do embasamento, no extremo-nordeste da folha, forneceram uma média de 2,64g/cm^3 que parece representativa da área. Essas determinações serviram de suporte na interpretação do perfil 4. Amostras de outro grupo, localizadas na área de influência do perfil 1, também tiveram as densidades determinadas para auxiliar na interpretação do perfil Bouguer.

Cinco amostras do granitóide Aγ, de natureza tonalítica, forneceram uma média de 2,73g/cm^3, considerada alta quando comparada às demais litologias da área, e que é justificada pela natureza da rocha, que contém minerais pesados.

A média das 38 amostras (tabela II.5.2) foi de 2,67 g/cm^3, considerada normal e representativa do embasamento gnáissico-migmatítico.

Tabela II.5.2 – Relação de Susceptibilidade Magnética e Densidade de Rochas

Amostra	Susceqtibilidade Magnética x 10 - ^{6} e.m.u.	Densidade	Litótipo
JR-430	0	–	Quartzito
JR-033	3	–	Quartzito
JR-039	3	–	Metarriolito
JR-199	3	–	Moscovita-plagioclásio-quartzo
JR-211	3	2,63	Biotita-gnaisse
JR-045A	6	–	Ortognaisse milonitizado
JR-164	6	–	Quartzito
JR-453	6	–	Arenitos e siltitos
JR-21	10	2,62	Granito deformado
JR-112	10	–	Metabásica/ultrabásica
JR-161	10	–	Biotita-gnaisse milonitizado
JR-417	10	2,62	Microgranito róseo
JR-056	12	–	Ortognaisse milonítico
JR-295	12	–	Granito/gnaisse
JR-368	12	–	Granitóide
JR-149	13	–	Biotita-gnaisse c/anfibolito
JR-185A	13	2,67	Metatonalito
JR-018	16	2,73	Metagranodiorito
JR-102	16	–	Hornblenda-biotita-ortognaisse
JR-187A	16	2,66	Milonito
JR-200	16	2,56	Ortognaisse
JR-218	16	2,63	Granito
JR-321	16	2,68	Granito
JR-359	16	–	Granito
JR-037	19	–	Biotita-gnaisse
JR-270	22	–	Granito milonitizado
JR-323	22	–	Calcissilicática
JR-358	22	–	Biotita-granito
JR-027	–	–	Milonito
JR-091	23	2,73	Micaxisto milonitizado
JR-027	29	–	Milonito
JR-43	29	–	Gnaisse
JR-132	29	–	Anfibolito
JR-047	32	–	Clorita-xisto
JR-071	32	2,75	Microgranito róseo/hornblenda-gnaisse
JR-162	32	–	Biotita augengnaisse
JR-274	41	–	Quartzito
JR-074	44	3,05	Gnaisse granítico/anfibolito
JR-251A	45	–	Rocha máfica
JR-254	45	–	Leucognaisse ou granito deformado
JR-318	45	–	Anfibolito
JR-325A	45	* –	Biotita-gnaisse
JR-14	48	–	Granito
JR-25	48	–	Cloritaxisto
JR-36	48	–	Piroxênio-plagioclásio-anfibolito
JR-181B	48	–	Leucognaisse/talcoxisto
JR-219	57	2,64	Granito
JR-139	61	–	Ortognaisse
JR-035	64	–	Biotita-gnaisse fino
JR-347	64	–	Ortognaisse
JR-952	69	–	Anfibolito
JR-446	73	–	Ortognaisse migmatizado
JR-286	80	–	Anfibolito-gnaisse
JR-85	83	2,65	Ortognaisse

JR-317	90	–	Granitóide porfiróide
JR-82	96	2,69	Metagranodiorito
JR-389	111	–	Granito
JR-215	130	2,64	Granito
JR-225	143	2,65	Granito deformado
JR-057A	153	–	Granito milonitizado
JR-264	153	–	Metagranodiorito
JR-034	156	–	Clorita-anfibolito-xisto
JR-184	159	2,73	Metagranodiorito
JR-16	166	–	Biotita-granito gnaissificado
JR-141	226	2,63	Granito deformado
JR-002	245	2,62	Microgranito
JR-201	245	2,65	Gnaisse de composição granítica
JR-098	254	2,74	Metagranodiorito
JR-419	277	2,63	Granito
JR-107	302	–	Gnaisse
JR-450A	302	–	Gnaisse migmatizado
JR-097	318	2,73	Biotita-tonalito
JR-229	322	2,63	Granito porfiróide
JR-108	350	–	Granito
JR-377	350	2,62	Granito
JR-233	573	2,67	Granito alcalino
JR-114	589	2,72	Anfibolito-clorita-talco
JR-194	591	–	Metagranodiorito
JR-80	637	2,75	Epidoto-biotita-metatonalito
JR-096	637	2,64	Ortognaisse
JR-183	668	2,85	Clorita-moscovita-xisto
JR-54	–	–	Metamonzogranito
JR-88	–	2,63	Biotita-granito foliado
JR-072	668	2,64	Granito orientado
JR-54	669	–	Metamonzogranito
JR-88	684	2,63	Biotita-granito foliado
JR-73	732	2,64	Granito deformado
JR-081	748	2,73	Granito gnáissico
JR-075	939	2,66	Granito deformado
JR-163	1003	–	Máfica/biotita-gnaisse milonitizado
JR-063	1027	–	Metabásica milonitizada
JR-443A	1242	–	Migmatito/granito
JR-243	1306	–	Granito deformado
JR-250	1369	–	Quartzito ferrífero
JR-249	1480	–	Quartzito ferrífero
JR-119	1560	–	Serpentinito
JR-402A	1990	–	Metaultramáfica
JR-103	8.359	–	Quartzito ferrífero
JR-134	8.359	–	Biotita-gnaisse
JR-410A	16.401	2,40	Rocha vulcânica

5.3.3.1 Perfil 1 – gravimetria e magnetometria

Corresponde ao trecho entre as estações 39 e 72km do perfil AB (figura II.5.1).

A primeira anomalia do perfil gravimétrico (trecho **a** do perfil) corresponde a um baixo cuja interpretação delineou um polígono de forma triangular, representando o grupo Cachoeirinha (figura II.5.9).

O conjunto de anomalias (**b, c, d**) representa um alto Bouguer causado pelo corpo tonalítico, atravessado pelo perfil e compreendido entre as estações 54 e 65km. O polígono 2, representando a seção desse corpo, foi delineado com um contraste de densidade de 0,05g/cm^3, indicando uma densidade maior que a das rochas do embasamento. Considerando que a densidade adotada para o embasamento foi de 2,64g/cm^3, refere-se ao corpo tonalítico uma densidade de 2,69g/cm^3. As determinações das amostras de campo (tabela II.5.2) forneceram uma média de 2,73g/cm^3 para esse corpo. A explicação para essa diferença é que outras porções do corpo sejam um pouco menos densas do que os locais de onde foram retiradas as amostras.

O pequeno corpo 4 provoca um rebaixamento do valor Bouguer com uma densidade da ordem de 2,60g/cm^3 e corresponde a um microgranito.

Próximo do extremo-noroeste do perfil, ocorrem corpos de granito de densidade baixa (corpo 3), o que provoca o rebaixamento do valor Bouguer.

O perfil magnetométrico e o modelamento dos diversos corpos são autoexplicativos, pois mostram uma correspondência com a interpretação gravimétrica. Os corpos 5 e 6 da magnetometria, por exemplo, são representados na gravimetria pelo corpo 3. Nenhuma anomalia isolada é digna de registro na magnetometria.

5.3.3.2 Perfil 2 – magnetometria e cintilometria

Corresponde ao trecho do perfil AB compreendido entre as estações 20 e 40km (figura II.5.1).

O relevo magnético do perfil é muito suave, apresentando apenas três anomalias de pequena expressão, e uma de maior amplitude (figura II.5.10).

Na estação 33km, a anomalia corresponde ao contato do Complexo Gnáissico-Migmatítico com o Grupo Cachoeirinha (polígono 1).

As outras anomalias menores, modeladas segundo os polígonos 2 e 3, correspondem a corpos básicos encaixados nos metassedimentos do Grupo Cachoeirinha.

A anomalia mais expressiva, modelada segundo o polígono 4, correlaciona-se às rochas metaultramáficas, presentes no local, com um valor de contraste de susceptibilidade com as encaixantes da ordem de 8.000 x 10^{-6} e.m.u.

O perfil cintilométrico apresenta uma série de anomalias até a estação 28km. A partir daí, o perfil exibe uma mudança muito grande de *background* regional caindo de 90cps para 40cps. O trecho com maior radioatividade, entre as estações 23 e 28,5km, corresponde a afloramentos de alcalifeldspato-granito.

5.3.3.3 Perfil 3 – magnetometria e cintilometria

Compreendido entre as estações 0 e 20km do perfil AB, tem direção aproximadamente norte-sul (figura II.5.1).

Em termos magnetométricos verificamos que na estação 10 ocorre uma mudança brusca no gradiente magnético, causando a anomalia modelada segundo o polígono 3, correspondente ao granitóide Aγ (figura II.5.11).

A anomalia no início do perfil, representada no modelamento pelo polígno 1, corresponde ao contato entre as rochas granitóides e o Complexo Gnáissico-Migmatítico. Já o polígono 2 corresponde à seção do corpo que representa uma zona de cisalhamento.

A anomalia presente na estação 15km relaciona-se aos quartzitos ferríferos ocorrentes no local. A anomalia situada na estação 18km, bem similar à anterior, também possivelmente se deve à presença dos quartzitos, embora não constem da carta geológica afloramentos desse litótipo.

O perfil cintilométrico também apresenta dois níveis distintos de radioatividade, com o limite situado na estação 12km. A partir dessa estação até a 18km, ocorrem anomalias bem expressivas, refletindo terrenos de diferente composição daquela do início do perfil.

5.3.3.4 Perfil 4 – gravimetria, magnetometria e cintilometria

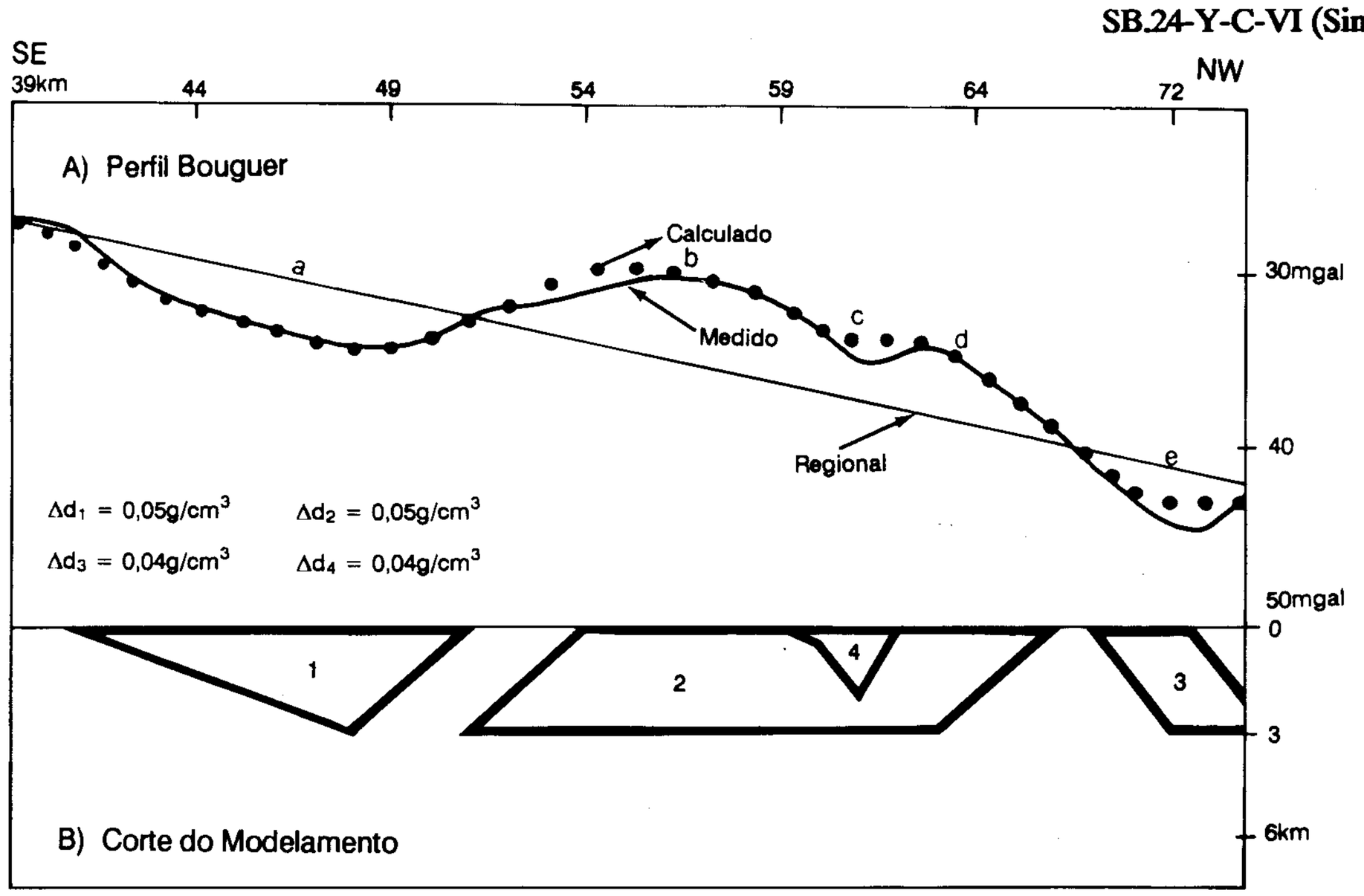
Corresponde a um perfil regional de gravimetria na linha EF entre as estações 5 e 31km (figura II.5.1).

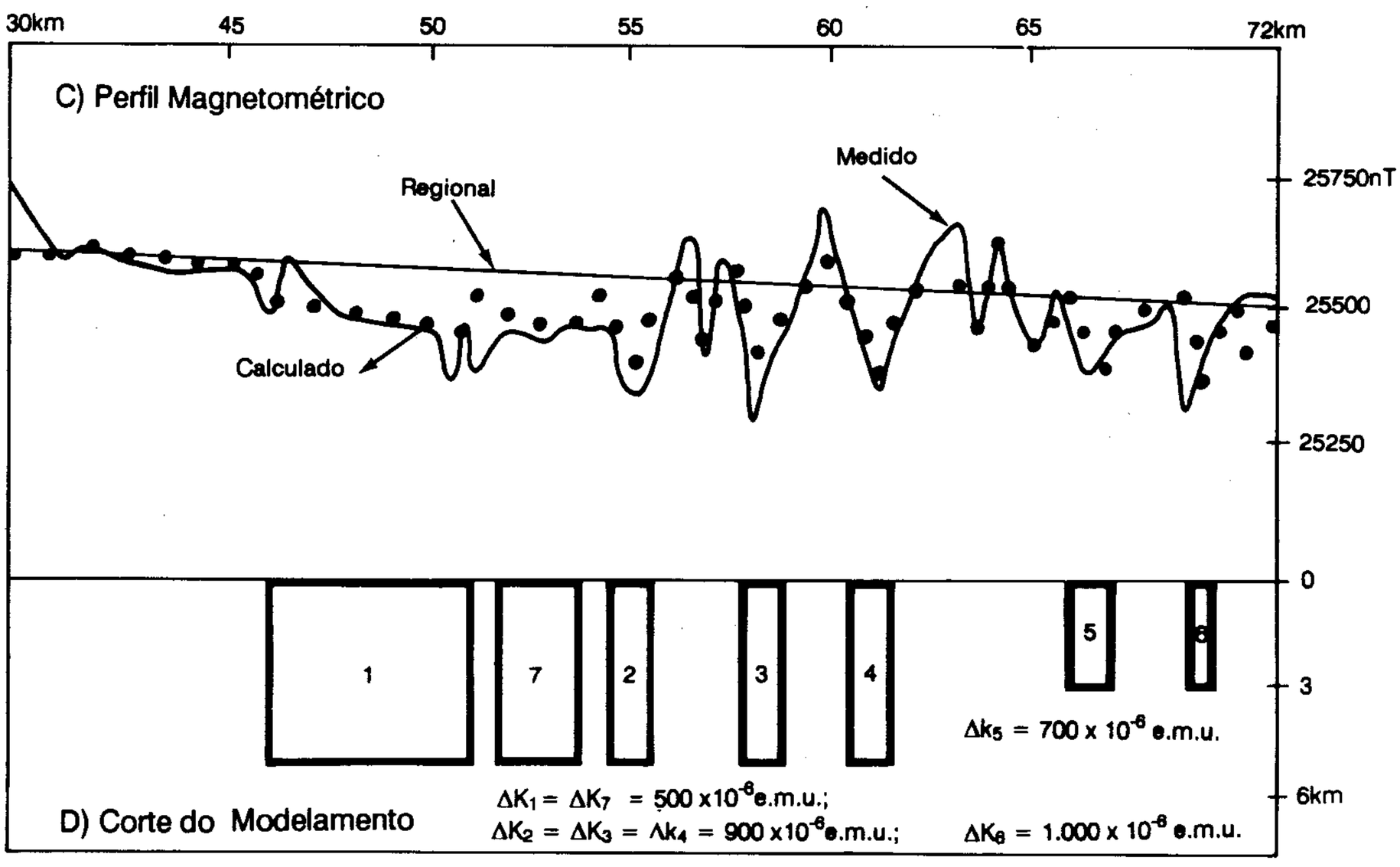
Na interpretação do perfil (figura II.5.12), os polígonos 2, 4 e 5 representam porções mais profundas da bacia do Araripe atravessada pelo perfil, correspondendo aos baixos Bouguer B, D e F. A densidade média do embasamento, na área, de 2,64g/cm^3, foi obtida das amostras JR-211 e JR-201. Por conseguinte, os sedimentos devem ter uma densidade média de 2,44 g/cm^3, já que o contraste de densidade adotado no modelamento foi de -0,20g/cm^3.

A parte mais profunda da bacia no perfil foi indicada em torno da estação 18km, com uma profundidade de 800m.

Um alto Bouguer (trecho C do perfil) foi modelado segundo o polígono 3, com um contraste de densidade elevado (0,07g/cm^3), maior que o do embasamento, no qual se encontra encaixado. Possivelmente, o polígono está associado a uma extensa zona de cisalhamento existente nessa área.

Um outro alto Bouguer (trecho E do perfil) coincide com uma expressiva anomalia magnética, modelada segundo o polígono 2 do perfil magnetométrico, com uma susceptibilidade magnética de 100.000 x 10^{-6} e.m.u., permitindo concluir que se pode tratar de rocha básico-ultrabásica.





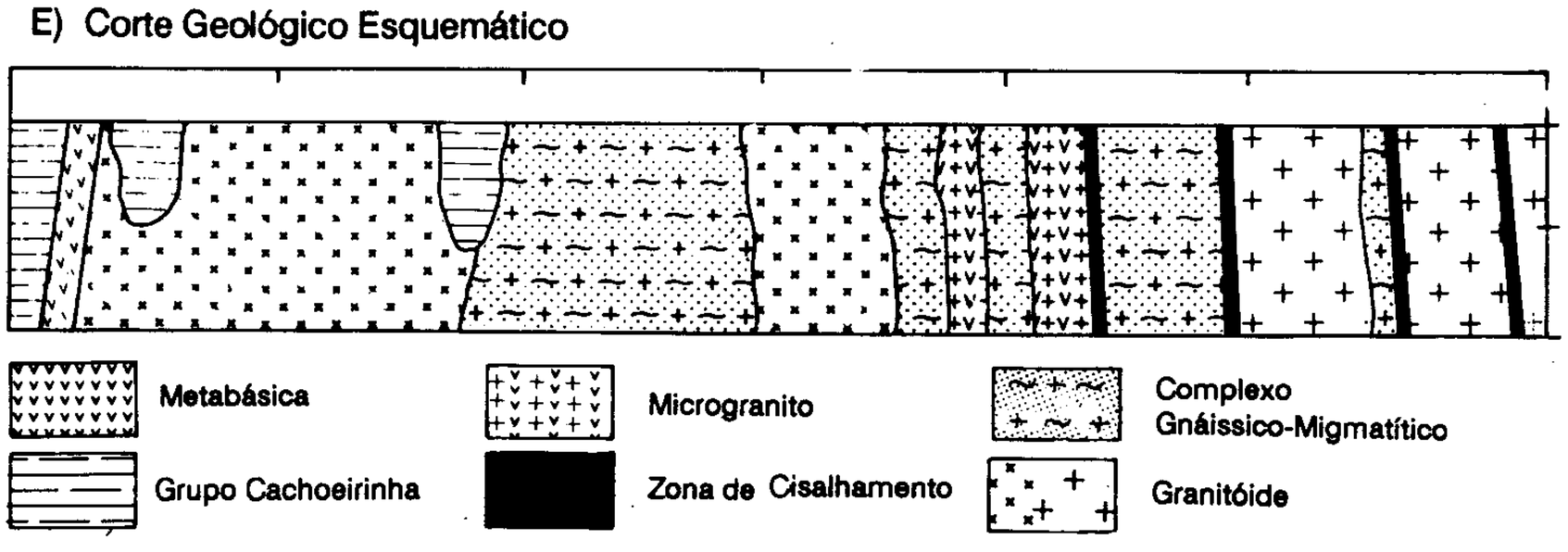
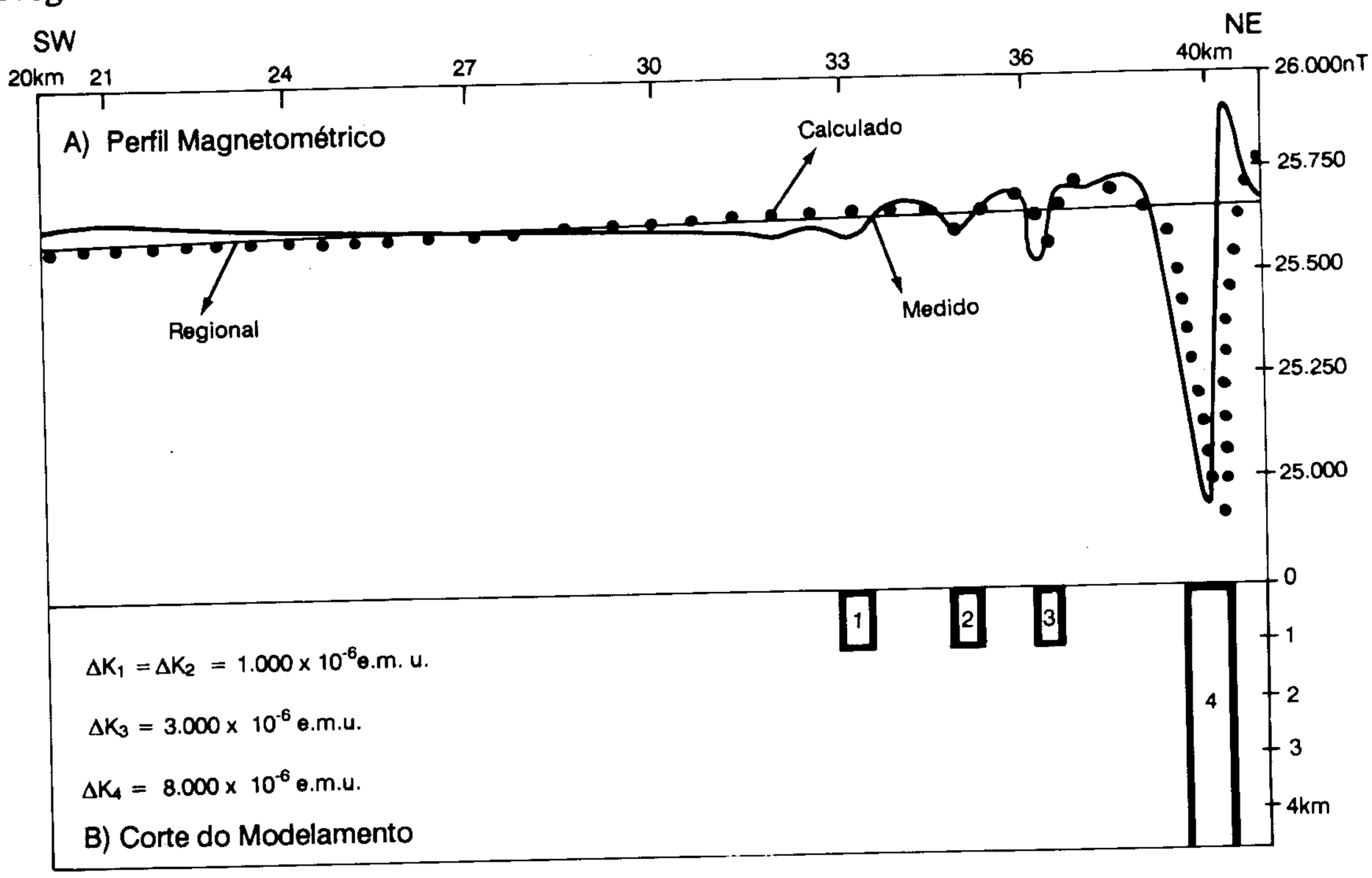
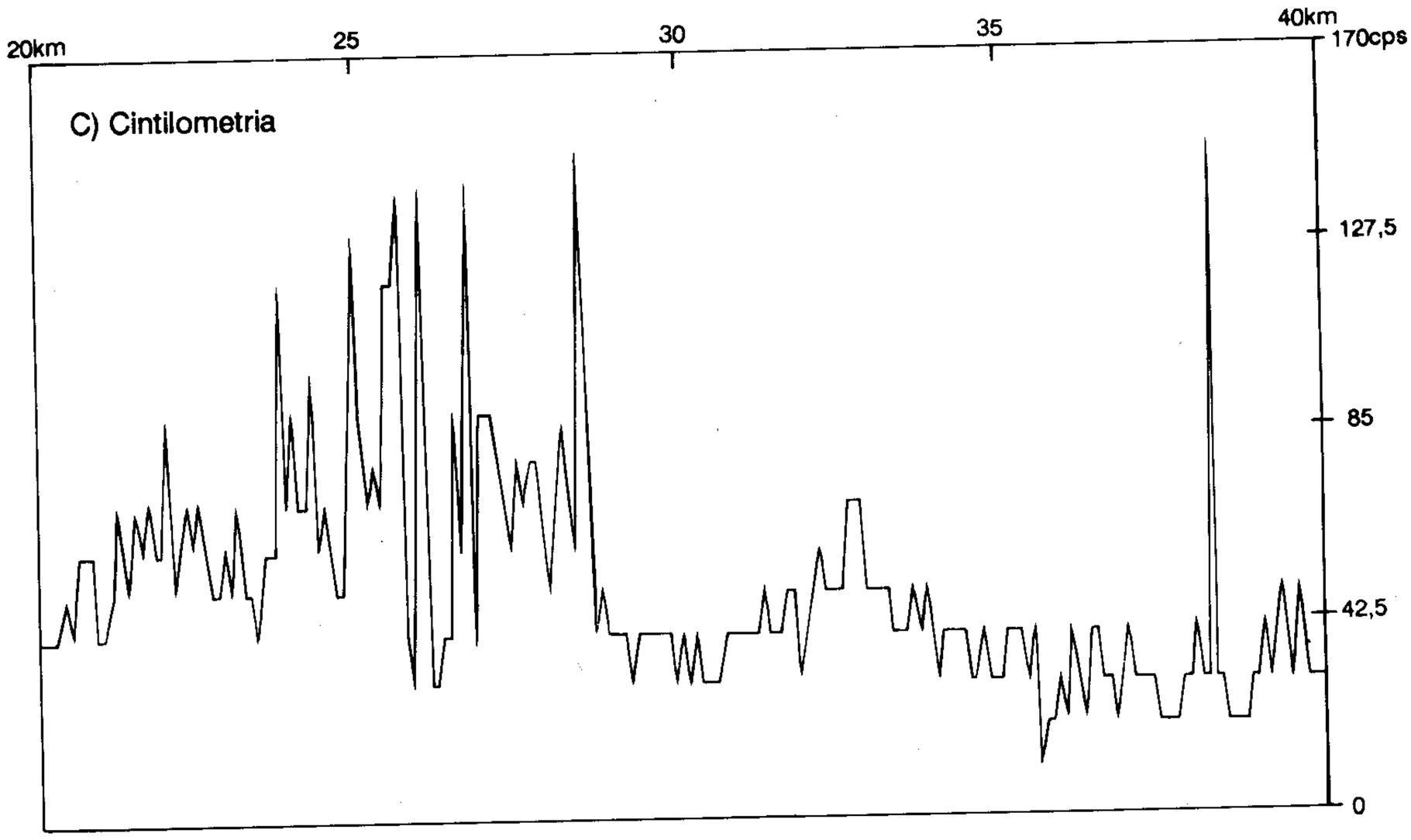


Fig. II.5.9 – Interpretação geofísica integrada – Perfil 1 (estações 39 a 72).





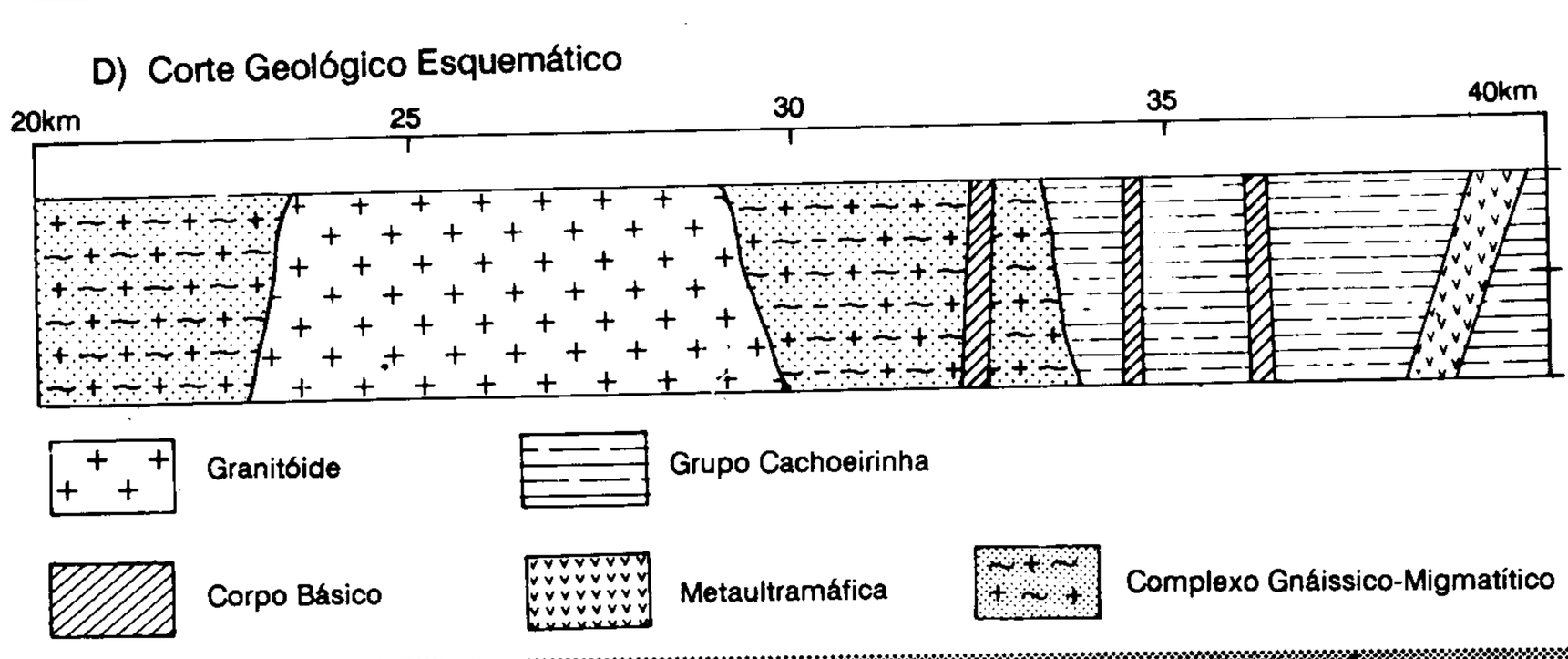
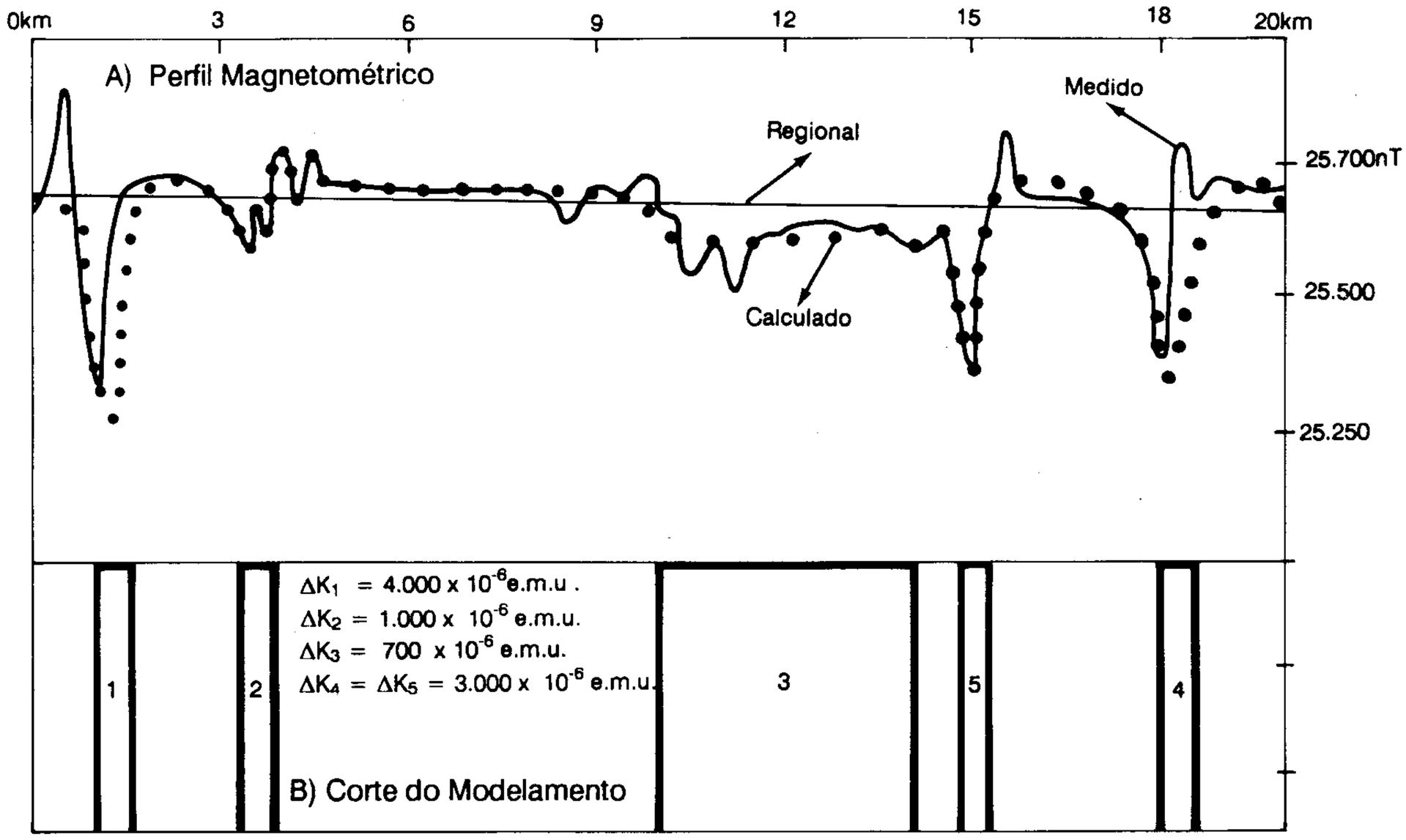
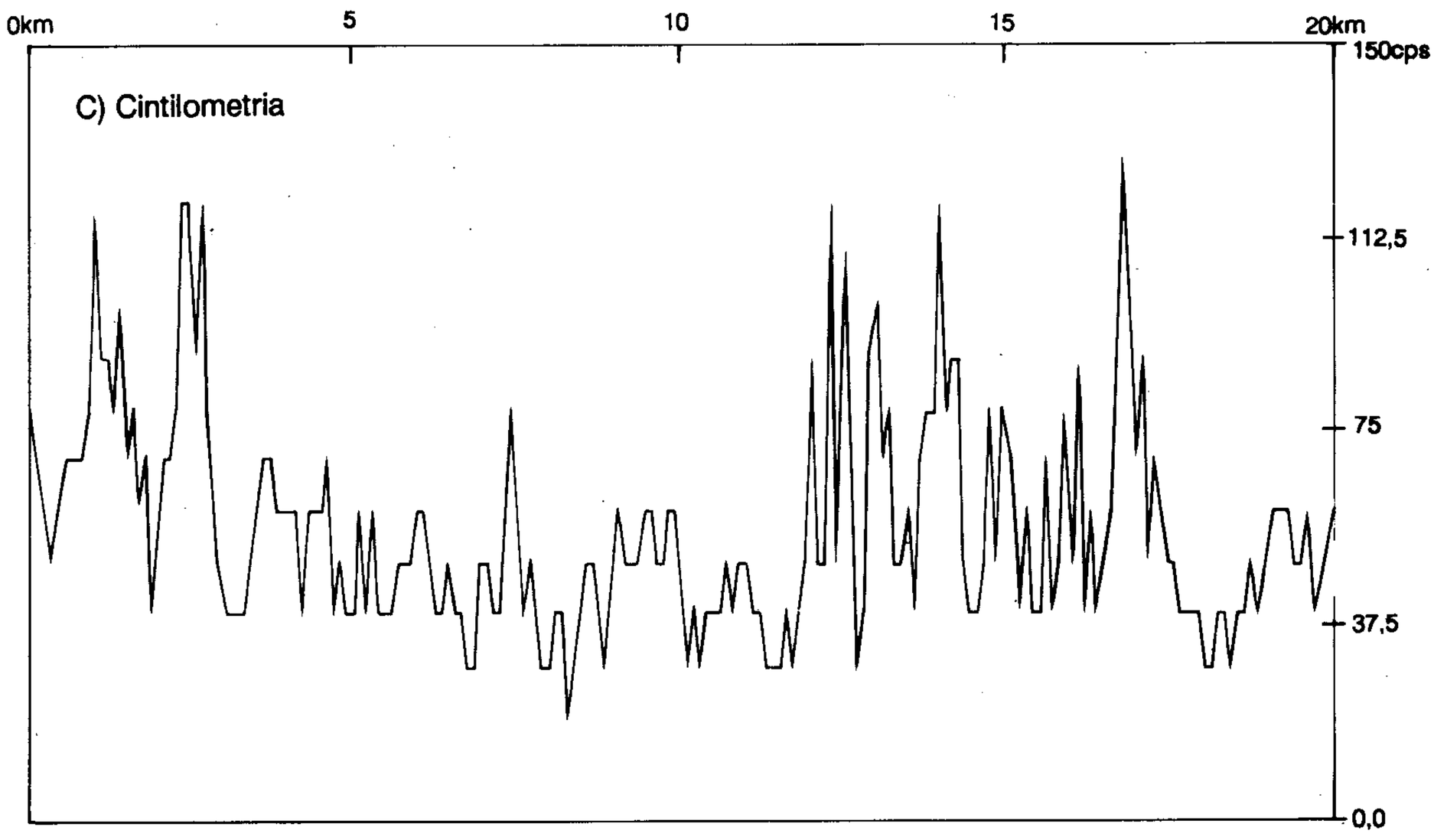


Fig. II.5.10 – Interpretação geofísica integrada – Perfil 2 (estações 20 a 40).





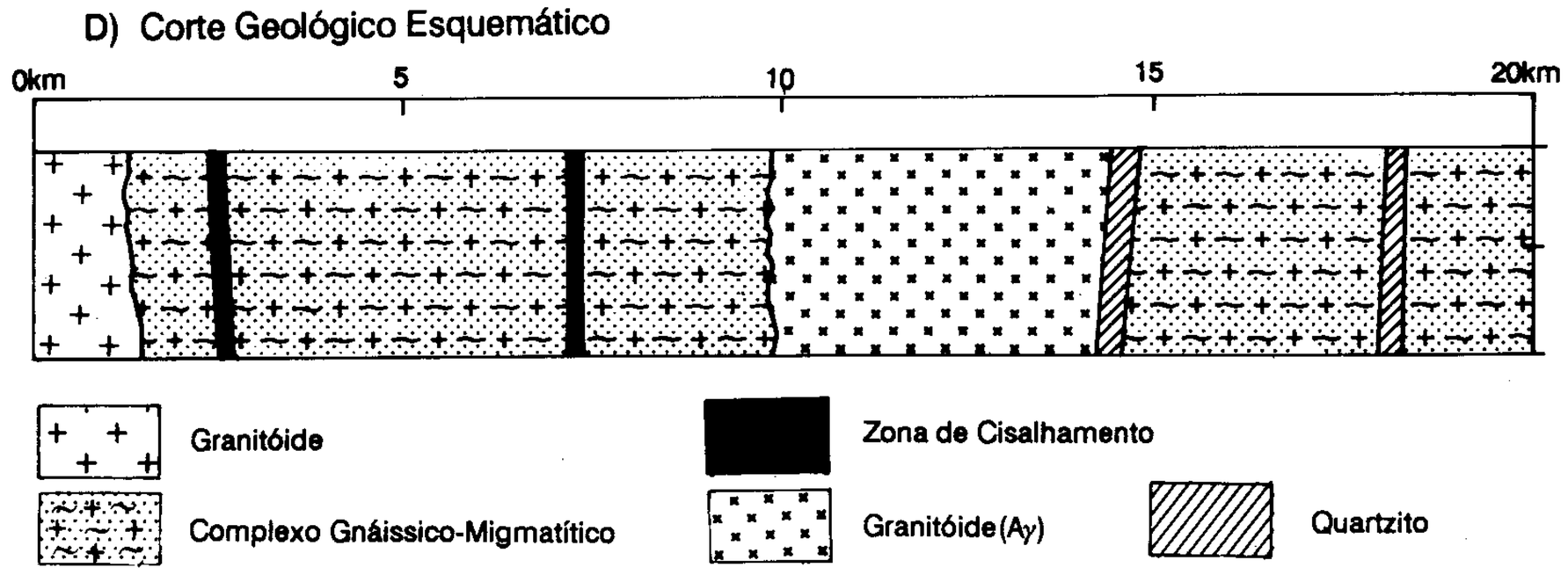


Fig. II.5.11 – Interpretação geofísica integrada – Perfil 3 (estações 0 a 20).

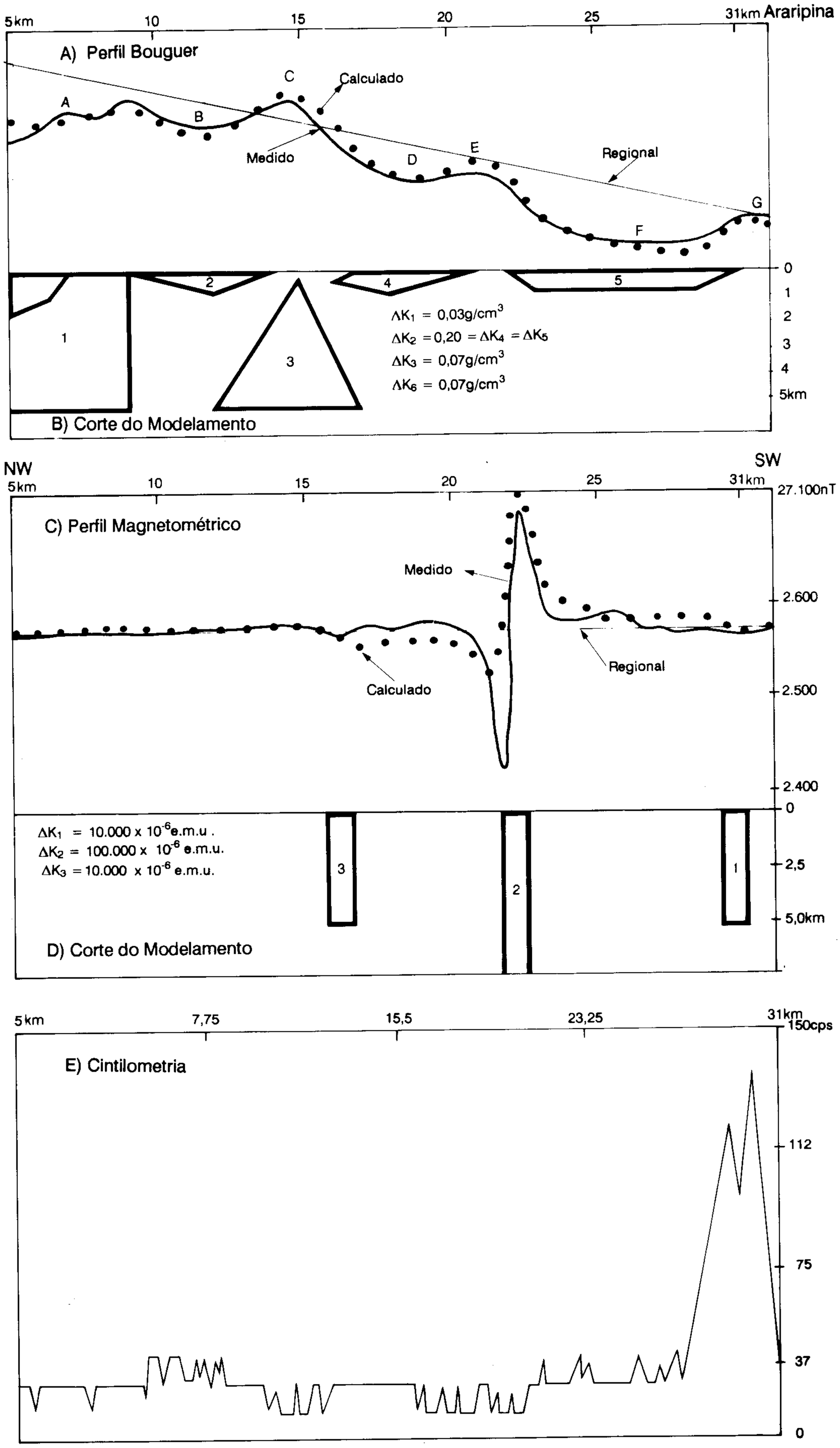


Fig. II.5.12 – Interpretação geofísica integrada – Perfil 4 (estações 5 a 31).

A cintilometria mostra um comportamento radiométrico variando entre 30 e 40cps, representando os arenitos da formação Exu, e sofre uma variação brusca, atingindo valores de 140cps, assinalando o contato com os alcalifeldspato-granitos.

5.3.3.5 Perfil 5 – magnetometria e cintilometria

Corresponde à linha GH, com 16km de comprimento, e se desenvolve de SE para NW (figura II.5.1).

Duas concentrações de anomalias médias se destacam próximas da estação 4 e 14km (figura II.5.13).

Dentre as primeiras, o corpo 3 é o mais significativo e representa a zona de cisalhamento onde minerais magnéticos concentrados elevam o valor de K para 4.000 x 10^{-6} e.m.u. e uma amplitude de 800nT.

O segundo grupo de anomalias, representado pelos corpos 5, 6 e 7, ocorre dentro do granodiorito mapeado a nordeste da estação 12km e é devido a níveis mais básicos desse corpo.

O perfil cintilométrico é monótono, com exceção da anomalia de 120cps que ocorre nas proximidades da estação 6km, e é devida à concentração de elementos radioativos do alcalifeldspato-granito. Como exceção, a zona de cisalhamento reconhecida entre as estações 2 e 3km não acusou elevação do nível de radioatividade, como tem ocorrido em todo o Nordeste.

5.3.3.6 Perfil 6 – magnetometria e cintilometria

Corresponde aos 9km da linha LM e atravessa os terrenos do complexo Gnáissico-Migmatítico e dois corpos de granitóide gnáissico da porção sudeste da folha (figura II.5.1). Os valores do campo magnético decrescem do início do perfil até a estação 4,55km, quando a tendência é invertida e o campo passa a crescer, indicando uma mudança do mergulho do corpo magnético (figura II.5.14). A forma final do corpo 1 lembra uma anticlinal e os mergulhos das camadas na porção sudeste do perfil constam da carta geológica, confirmando o mergulho para sudeste.

Dois corpos de granitóide gnáissico são atravessados pelo perfil entre as estações 3 e 6km, estando portanto colocados nos flancos da anticlinal.

Completa a interpretação a ocorrência de três pequenos corpos magnéticos entre as estações 7 e 8km, na zona de cisalhamento, identificados pelos números 2, 3 e 4. São subaflorantes e os contrastes de suscetibilidade magnética são bastante altos e estão compatíveis com os quartzitos ferríferos, mapeados. Esses corpos são estreitos, tendo em média 200m, indo suas raízes até o corpo 1.

O perfil cintilométrico apresenta um nível de radioatividade mais elevado nos terrenos do complexo Gnáissico-Migmatítico nos primeiros 2km do perfil. O maior valor registrado foi de 120cps, ocorrendo na estação 7,5km e é devido à concentração de minerais radioativos na zona de cisalhamento; outros picos menores, que se mostram no perfil, parecem estar relacionados a zonas de contato do complexo com os granitóides gnáissicos.

5.3.3.7 Perfil 7 – magnetometria e cintilometria

O perfil 7 é o trecho entre as estações 5 e 14km da linha IJ (figura II.5.1). Entre as estações 0 e 5km, o perfil se desenvolve paralelo à estruturação geral dos litótipos, e por essa razão não contribui para a interpretação. Também nesse intervalo a direção do perfil é bem diferente daquela do trecho 5km/14km. Ele atravessa uma expressiva anomalia magnética que se destaca no mapa aeromagnético (figura II.5.3).

Uma interpretação do perfil aeromagnético, próximo do perfil 7, revelou um corpo com 1.200m de largura, o topo próximo da superfície (ver figura II.5.4a). O contraste de suscetibilidade determinado foi de 15.000 x 10^{-6} e.m.u. Nos trabalhos terrestres, o campo magnético não é atenuado, de tal maneira que as anomalias apresentam toda sua intensidade, além de serem compostas por diversas anomalias com menor comprimento de onda como está registrado pelos corpos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 da figura II.5.15. Os valores de K maiores foram de 20.000 x 10^{-6} e.m.u. que são também superiores àquele determinado no perfil aeromagnético. Essa suscetibilidade é do quartzito ferrífero mapeado entre as estações 11,5 e 12,5km. As suscetibilidades menores dos corpos 1 e 2 parecem ter origem nas rochas básico-ultrabásicas que estão em contato com os quartzitos.

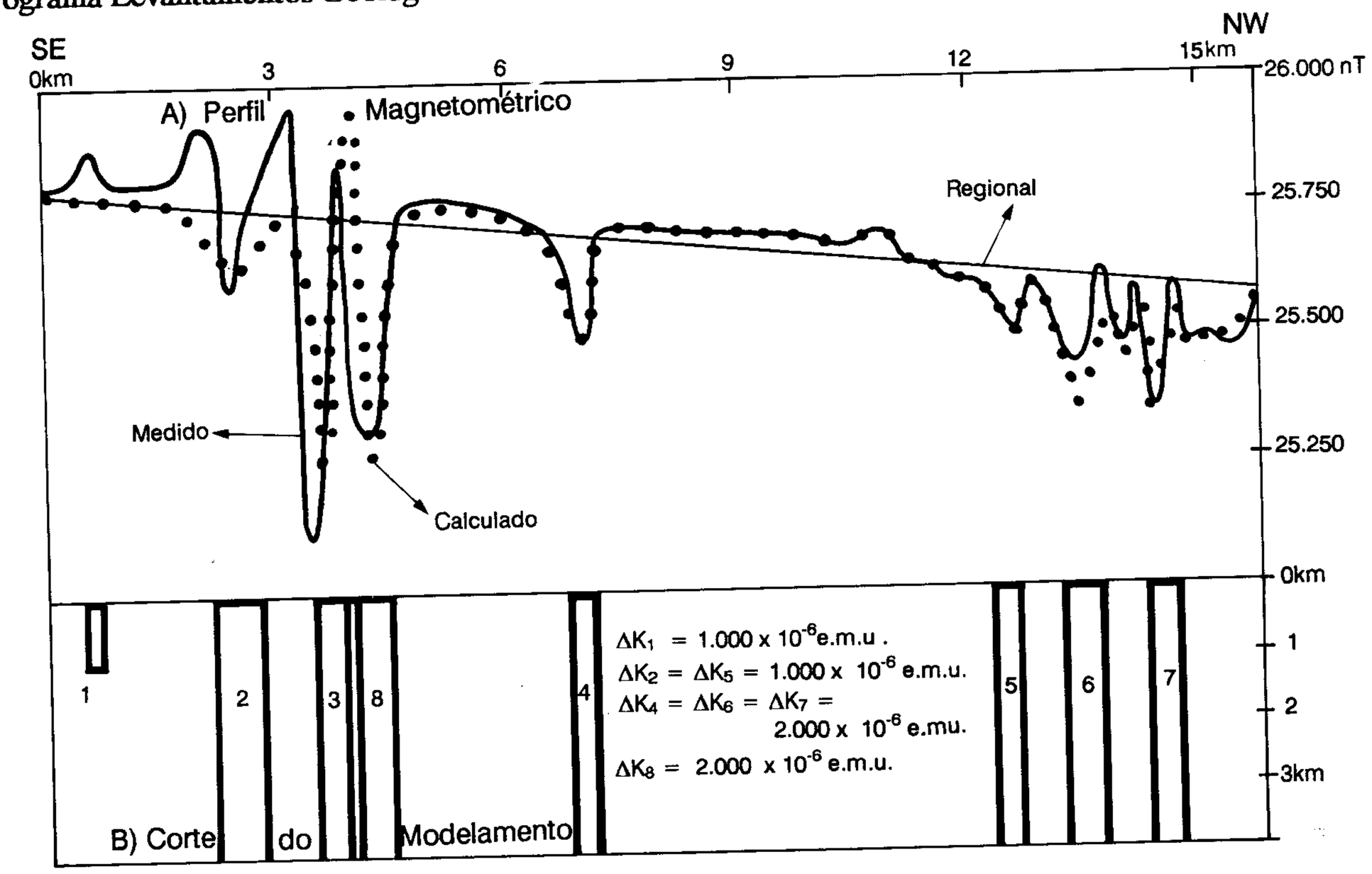
O perfil cintilométrico mapeia muito bem o complexo Gnáissico-Migmatítico entre as estações 5 e 7km, trecho em que o nível de radioatividade fica em torno de 90cps. Quando atinge o granitóide, a média cai para cerca de 65cps, valor que só é modificado na estação 11km. Daí até a estação 12,5km, o nível de radioatividade cai bruscamente para valores da ordem de 20cps, refletindo a ausência de minerais radioativos.

Um pico isolado, próximo da estação 13km, corresponde à concentração de elementos radioativos na zona de cisalhamento, tal como ocorre no perfil 6 (figura II.5.14).

5.3.3.8 Perfil 8 – magnetometria e cintilometria

Esse perfil corresponde ao trecho entre as estações 0 e 5km da linha CD (figura II.5.1). Houve necessidade de subdividir a linha CD, porque ela muda bastante de direção, o que interfere na interpretação quantitativa.

A interpretação mostra os corpos 1 e 2 como os mais importantes e com valores de ΔK superiores a 3.000 x10^{-6} e.m.u., o que identifica litologias mais básicas dentro do Complexo Gnáissico-Migmatítico (figura II.5.16). O corpo 3 também se destaca com K igual a 5.000 x 10^{-6} e.m.u., estando localizado na estação 3km; e representa a metaultrabásica do grupo Cachoeirinha que aflora no local.



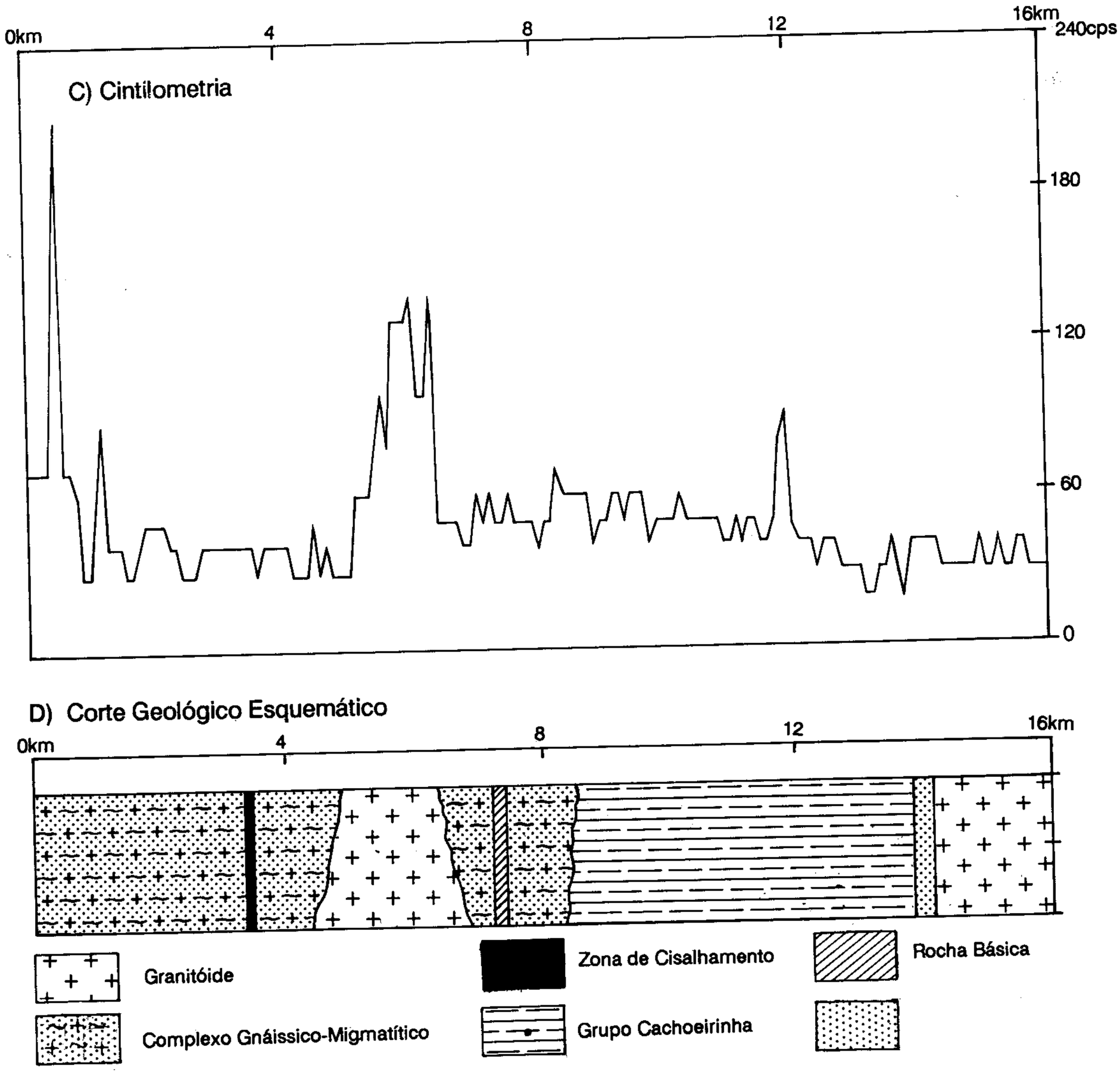
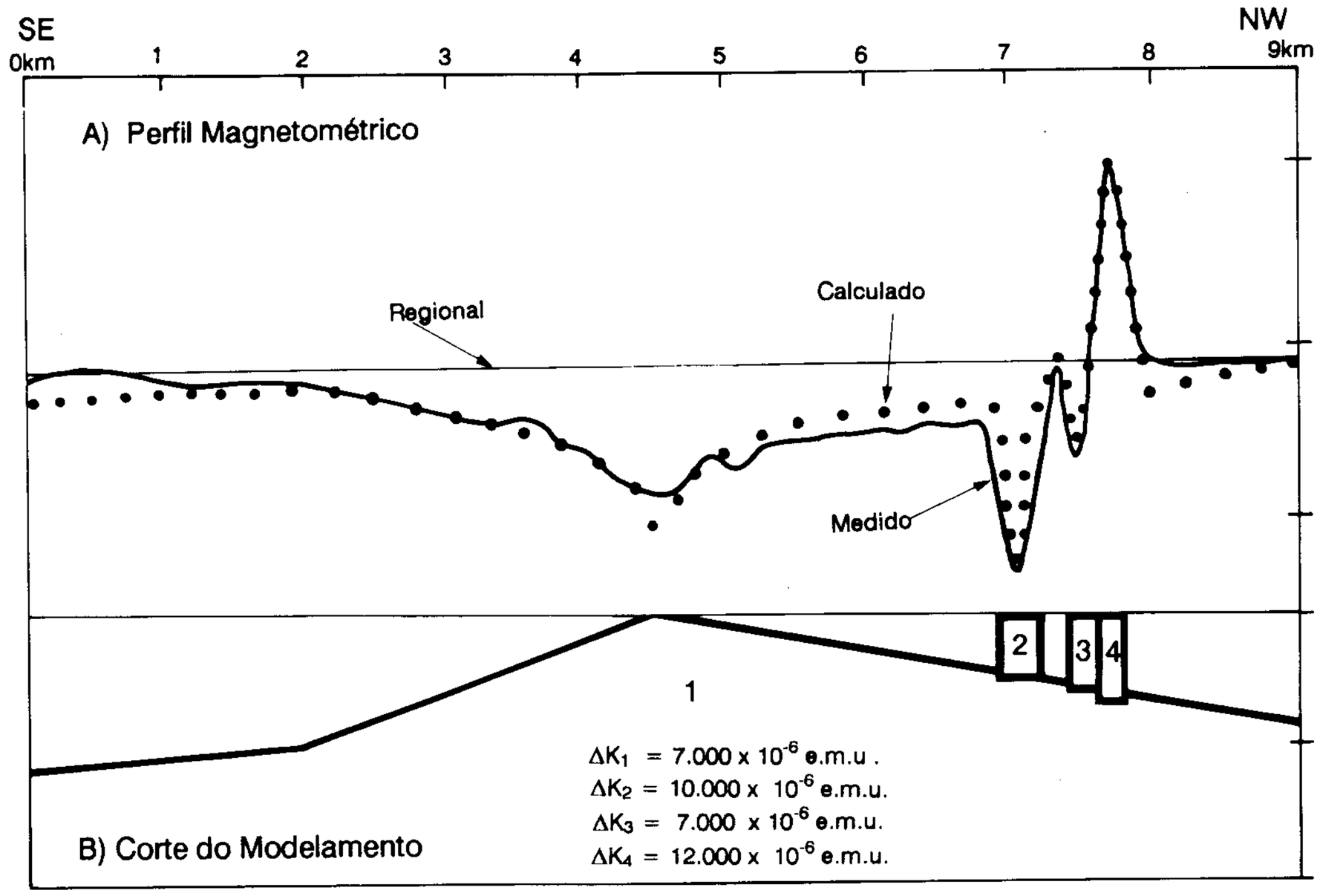
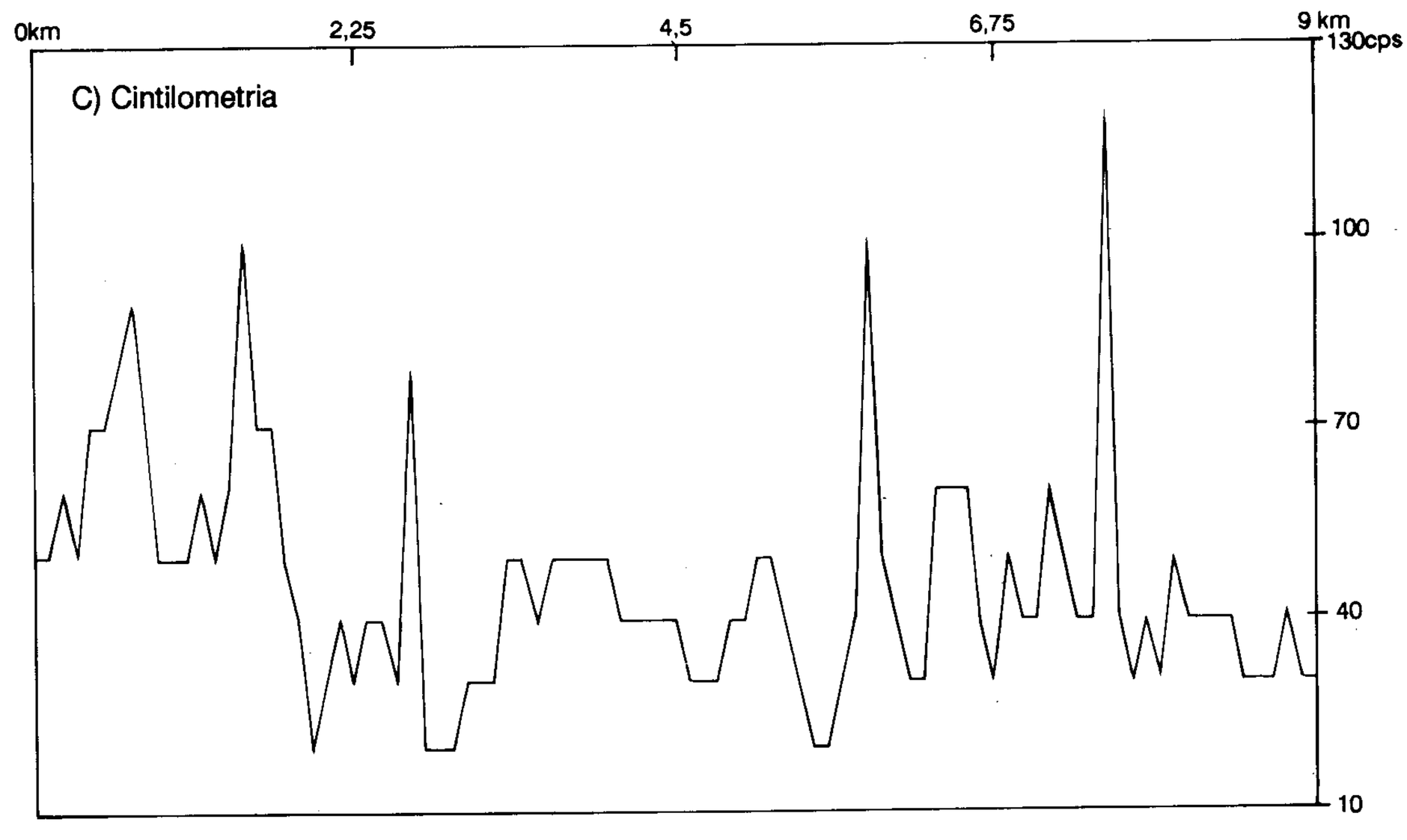


Fig. II.5.13 – Interpretação geofísica integrada – Perfil 5 (estações 0 a 16).





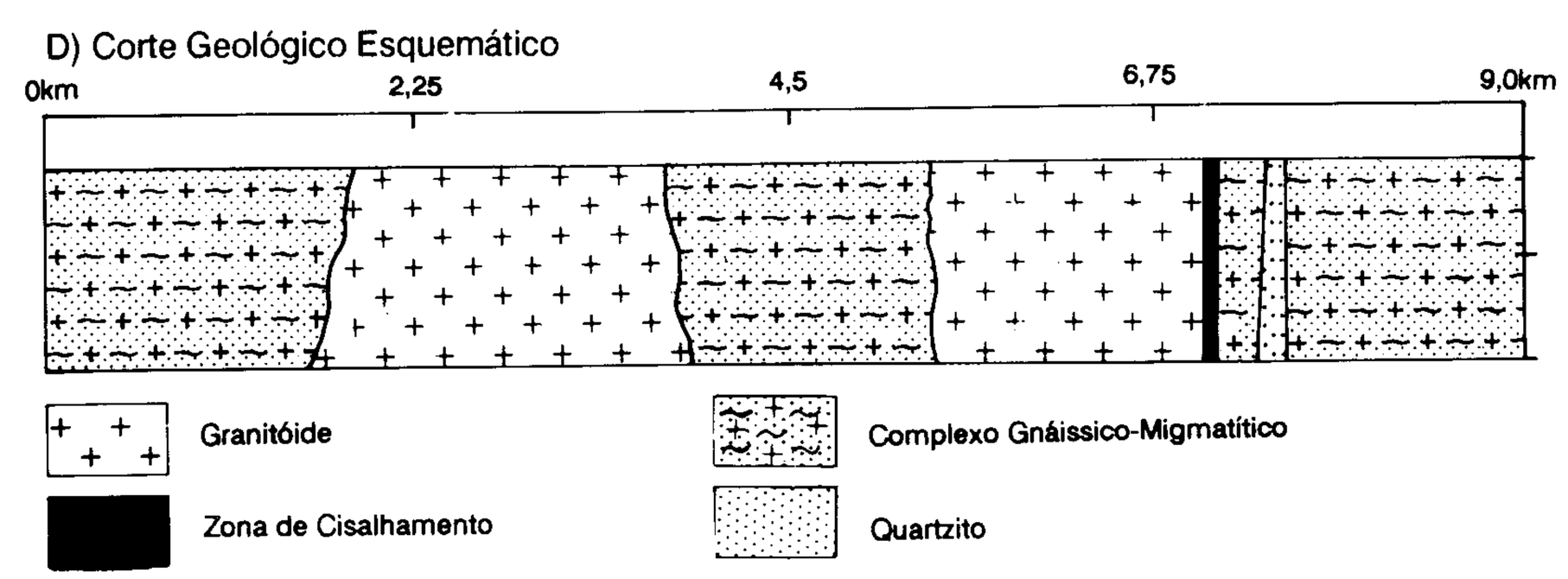


Fig. II.5.14 – Interpretação geofísica integrada – Perfil 6 (estações 0 a 9).

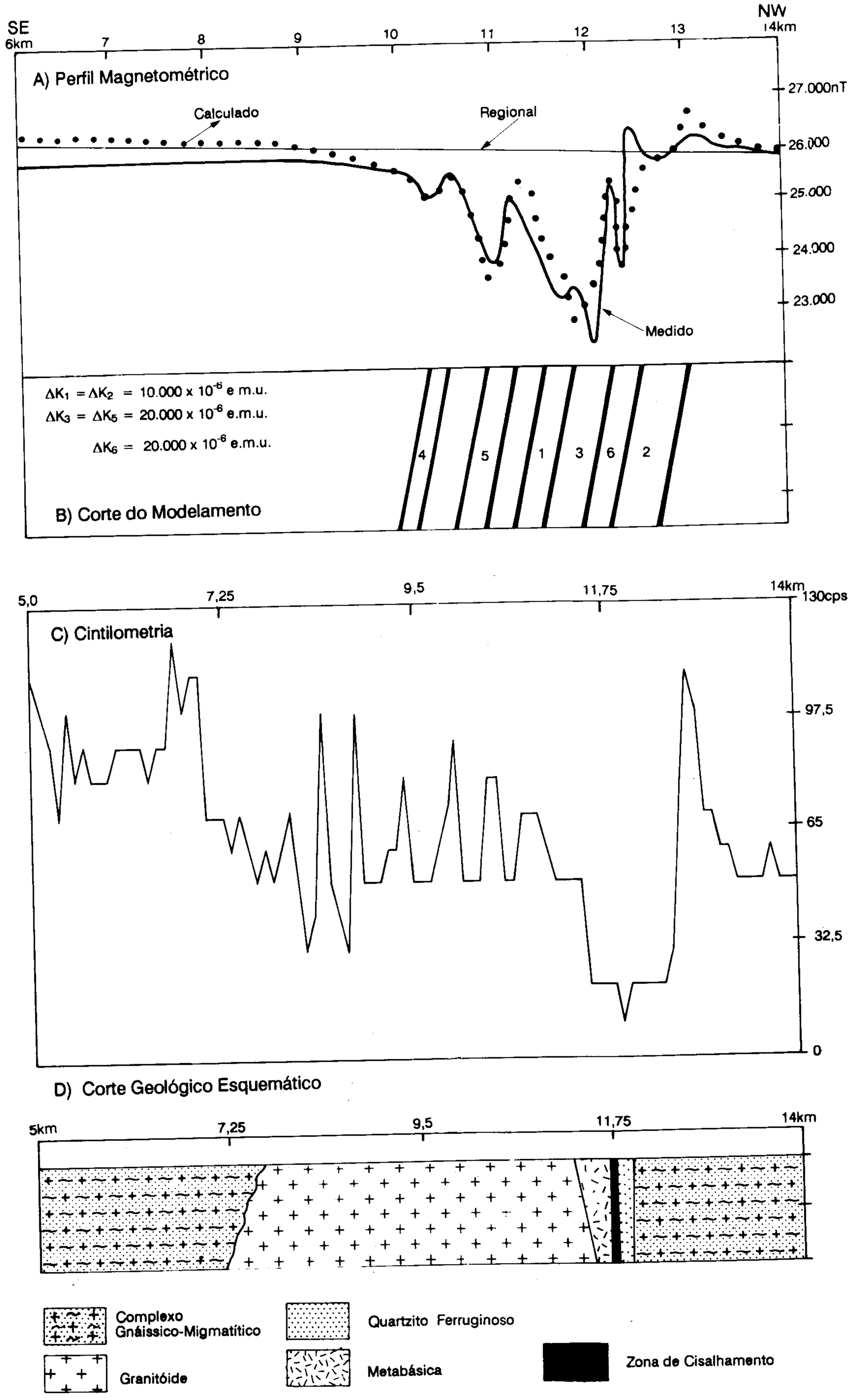
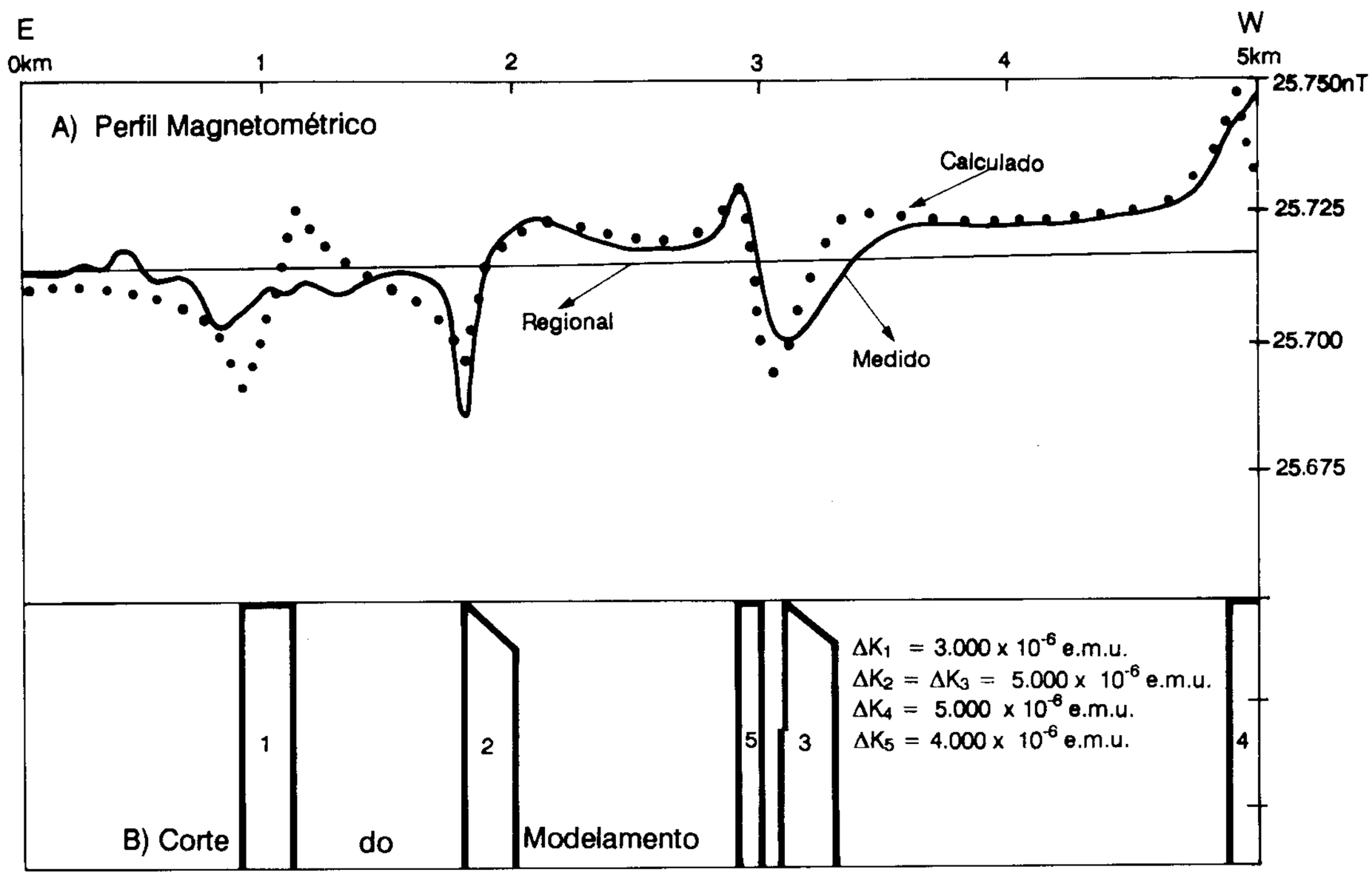
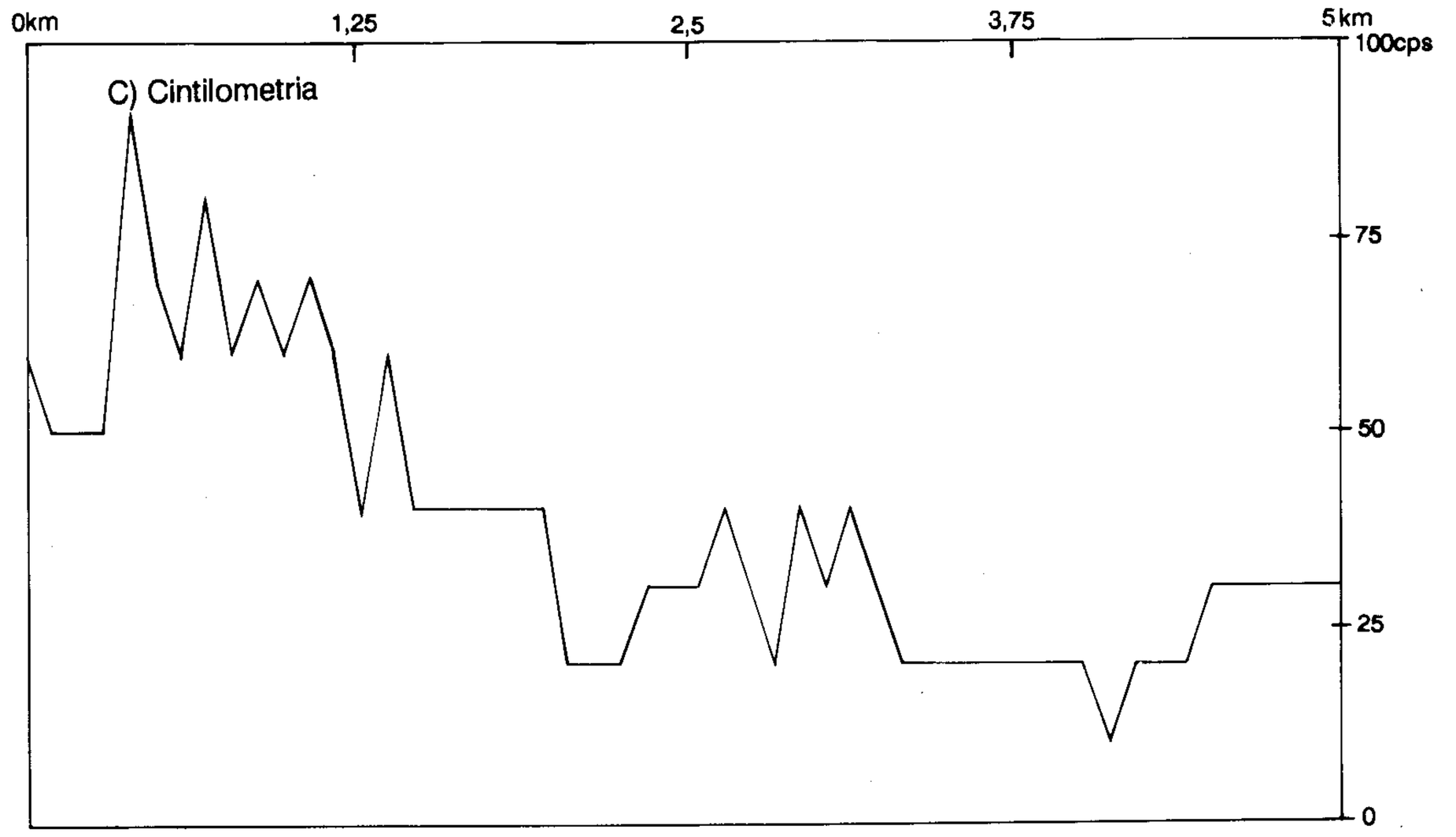


Fig. II.5.15 – Interpretação geofísica integrada – Perfil 7 (estações 5 a 14).





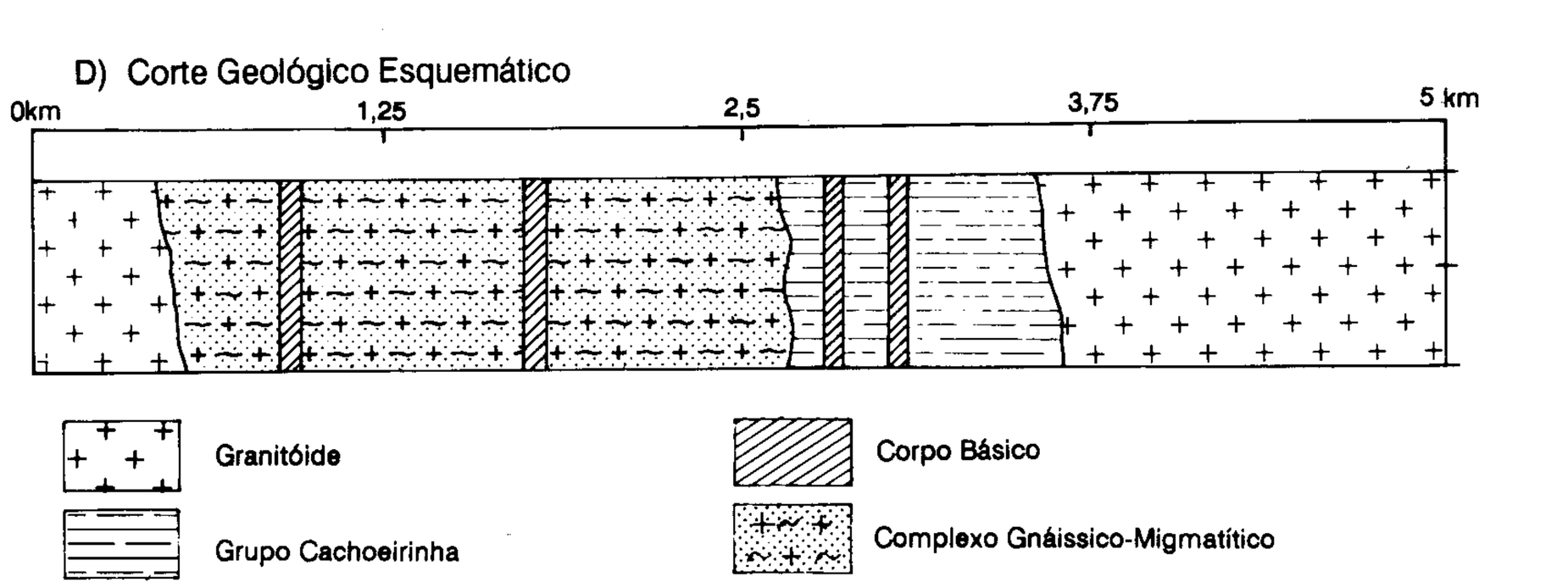


Fig. II.5.16 – Interpretação geofísica integrada – Perfil 8 (estações 0 a 5).

O perfil cintilométrico registra bem esse último corpo com valores da ordem de 20cps, refletindo a diminuição da radioatividade. Dois níveis radiométricos distintos ocorrem sobre o complexo Gnáissico-Migmatítico, entre as estações 0km/1,5km e 1,5km até 3km.

5.3.3.9 Perfil 9 – magnetometria e cintilometria

Este é o trecho compreendido entre as estações 5 e 17km da linha CD (figura II.5.1). O perfil atravessa o grupo Cachoeirinha em quase toda sua extensão e essa unidade é transparente ao método magnético, resultando na ausência de anomalias (figura II.5.17). Com exceção das proximidades da estação 10km, onde ocorre uma anomalia da ordem de 750nT, devido às propriedades magnéticas do horizonte de metaultrabásica mapeado no local. O valor de K determinado de 7.000×10^{-6} e.m.u. está compatível com a litologia.

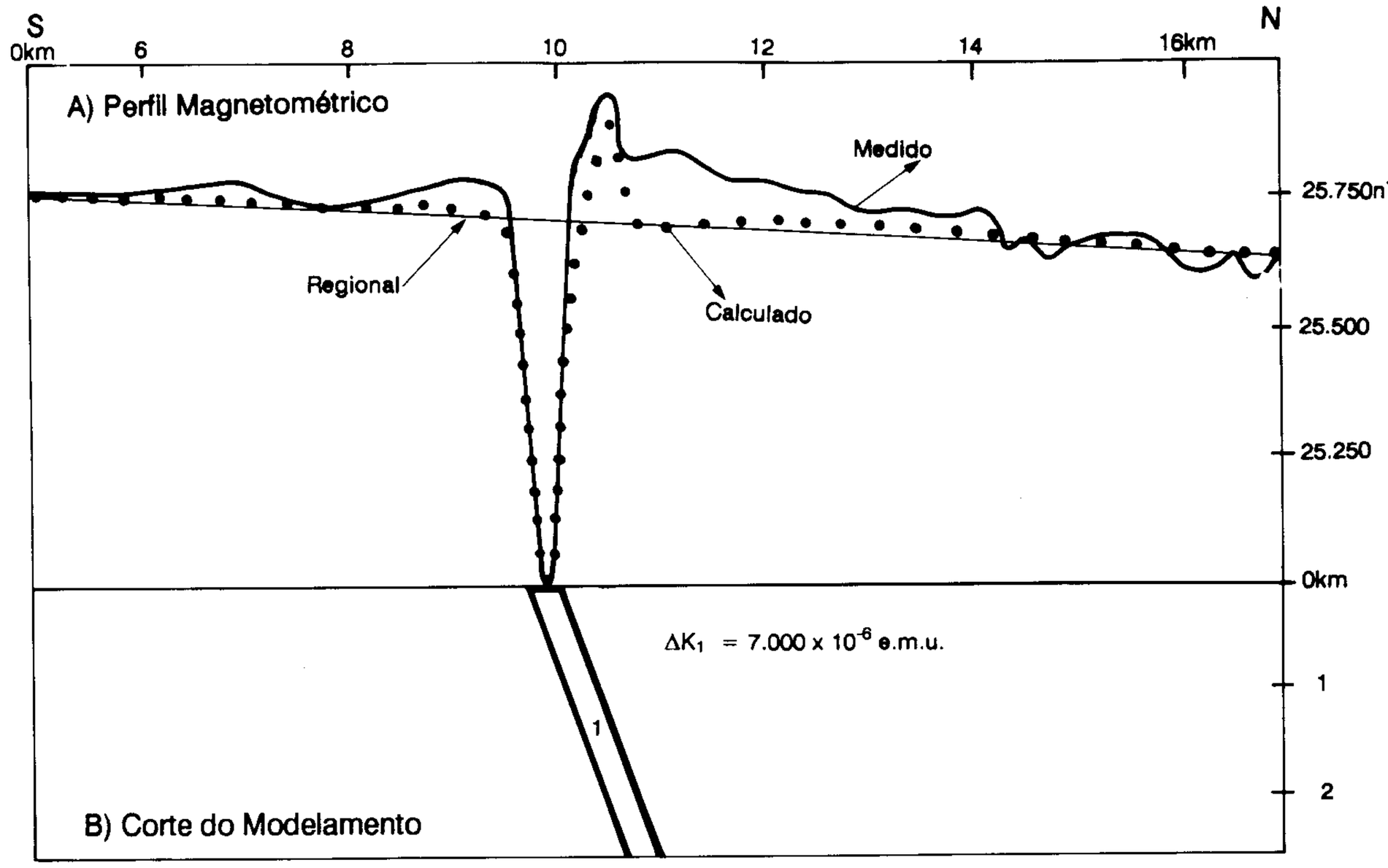
O perfil cintilométrico registra uma queda da radioatividade sobre o corpo anômalo da estação 10km. No final, próximo da estação 17km ocorre o contato com o complexo Gnáissico-Migmatítico e a radioatividade registra uma forte anomalia. Nos demais intervalos, os níveis radioativos oscilam pouco, refletindo a pobreza de elementos radioativos das rochas.

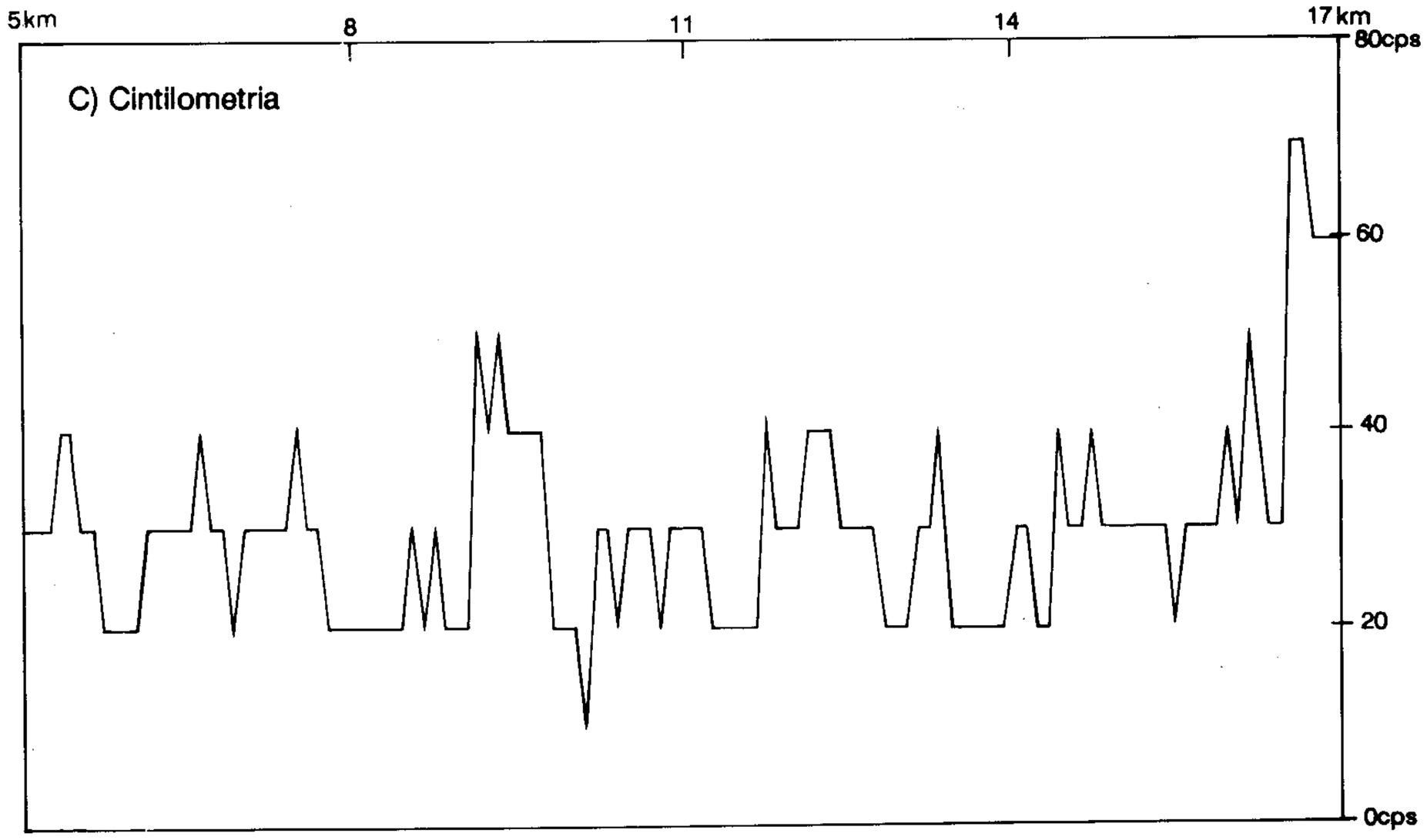
5.4 Contribuição da geofísica à tectônica da área

O perfil Bouguer da figura II.5.9 mostrou a relação dos blocos superficiais da crosta em comparação com o embasamento, revelando a existência de rochas de menor densidade no início e no fim do perfil até uma profundidade aproximada de 3km.

Entre as estações 54 e 65km, os valores Bouguer já se encontram influenciados pelo efeito do corpo de diorito com alta densidade ($2,73 g/cm^3$) e pela proximidade do embasamento que aflora entre as estações 57 e 62km e que tem também uma densidade média alta, da ordem de $2,64 g/cm^3$.

O perfil Bouguer 4 (figura II.5.12), que vai da cidade de Araripina para o extremo-norte da folha, se mostrou bastante conclusivo para a interpretação da bacia sedimentar do Araripe. Auxiliado pelos dados magnéticos, foi possível reconstituir o fundo da bacia, cuja maior profundidade é da ordem de 800m. Dois pequenos altos Bouguer dentro da bacia são devidos a corpos de natureza básico-ultrabásica e não à elevação do embasamento. A comprovação desse fato é feita através da magnetometria, tanto terrestre quanto aérea.





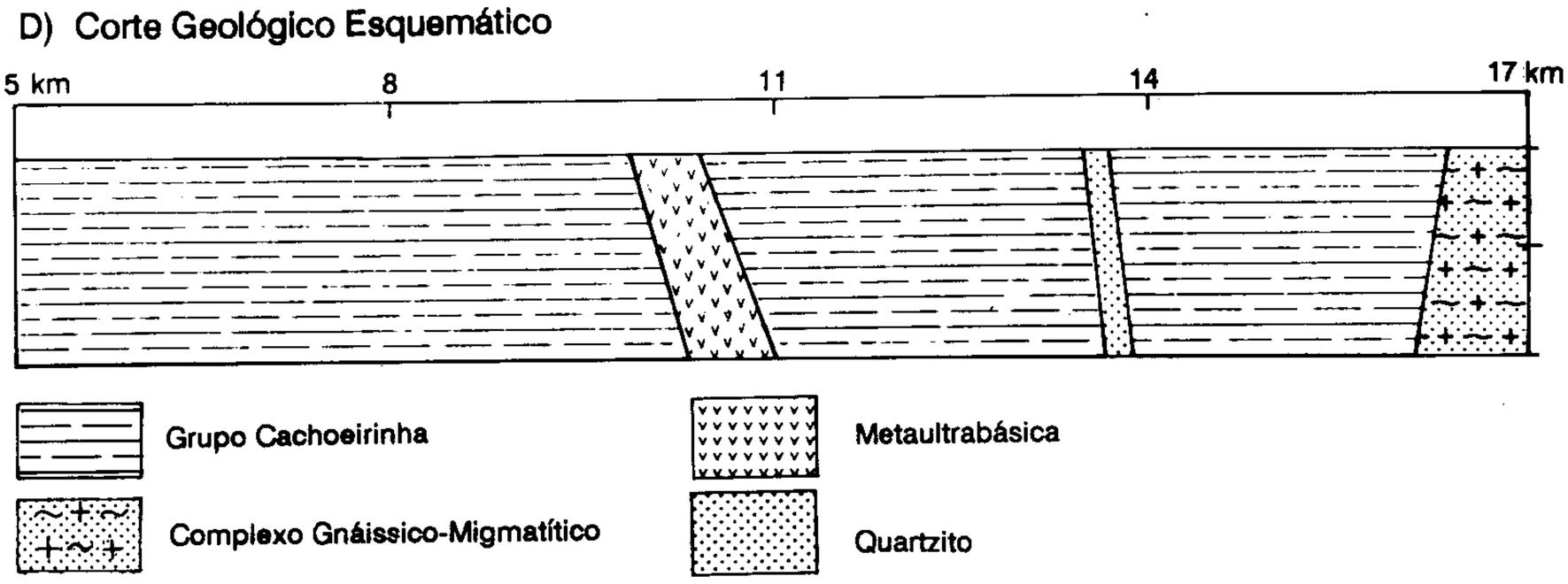


Fig. II.5.17 – Interpretação geofísica – Perfil 9 (estações 5 a 17).

Capítulo 6
Metalogenia

por
Marcelo de Freitas Medeiros

6.1 Considerações preliminares

A preparação da Carta Metalogenético-Previsional consiste da integração dos vários ramos da geologia, realizada segundo as Diretrizes para Elaboração de Cartas Metalogenético-Previsionais na escala 1:100.000 do DNPM/CPRM, elaboradas por Delgado (1987) e ainda em fase de apefeiçoamento. O principal objetivo dessa carta é a delimitação das áreas mineralizadas e de áreas com perspectivas de conter mineralizações, tendo sido utilizados conhecimentos das leis físicas e químicas que controlam as concentrações minerais na natureza.

Para alcançar tal objetivo, faz-se necessária a adoção de 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. Esses dados são assentados em uma base geológica especial, contendo os principais elementos da tectônica, estrutura, litologia e estratigrafia, possibilitando, 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).

A tabela II.6.1 apresenta os recursos minerais cadastrados, suas encaixantes e/ou hospedeiras e os dados econômicos disponíveis. O tratamento metalogenético dos jazimentos minerais e indícios geoquímicos foi efetuado em consonância com a ambiência geológica, daí ter sido elaborada a tabela II.6.2, que apresenta as áreas mineralizadas e aquelas favoráveis à ocorrência de mineralizações, bem como mineralizações e indícios conhecidos e seus metalotectos correspondentes.

6.2 Panorama metalogenético

As informações contidas na tabela II.6.2 revelam para a folha Simões um potencial metalogenético significativo, intrinsecamente associado às distintas unidades litoestratigráficas cartografadas na região. Dessa forma, destacam-se mineralizações comprovadamente relacionadas a rochas básicas e ultrabásicas, possibilidade de tipos associados a ácidas residuais, além de inúmeros depósitos ligados a seqüências sedimentares fanerozóicas. Com base nas ocorrências minerais cadastradas e nos indícios indiretos, foram individualizadas três áreas mineralizadas/previsionais prováveis, oito possíveis e cinco potenciais.

O Complexo Gnáissico-Migmatítico é a unidade mais antiga cartografada na região, com provável idade arqueana e intenso retrabalhamento nos ciclos Transamazônico e Brasiliano. Apresenta-se constituído essencialmente por ortognaisses de composição tonalítica a granodiorítica, por vezes migmatizados, aos quais se associam corpos de rochas máfico-ultramáficas metamorfizadas e leucogranitóides. Inclui também remanescentes de supracrustais individualizados ou não, representados por xistos, quartzitos a moscovita, quartzitos ferríferos e ortoquartzitos.

No âmbito dessa unidade, que ocupa cerca de 40% da área abrangida pela folha, foram delimitadas seis áreas com potencialidade de conter mineralizações de interesse econômico.

As áreas IIa, esta considerada como mineralizada/previsional possível, IIb, IIc e IId, enquadradas como áreas potenciais, apresentam as seguintes características principais:

– Mineralizações de talco (área IIa).

– Indícios geoquímicos de Cr, Ni, Cu e Bi em amostras de sedimentos de corrente.

– Presença de corpos máfico-ultramáficos de dimensões variadas.

– Possível existência de zonas sulfetadas associadas às rochas máfico-ultramáficas.

As áreas IIIa e IIIb, ambas consideradas como áreas mineralizadas/previsionais possíveis, exibem as seguintes características principais:

– Mineralizações de ferro ligadas a horizontes de formações ferríferas e a prováveis associações de rochas máfico-ultramáficas com formações ferríferas.

– Possível presença de zonas sulfetadas relacionadas a rochas máfico-ultramáficas.

– Existência de zonas de alta suscetibilidade magnética.

Tabela II.6.1 – Listagem dos Jazimentos Minerais

Nº de Referência	Substância	Local	Rocha Encaixante/Hospedeira	Dados Econômicos
01	Gipsita	Sítio Cabeceiras-PI	Calcários, margas e argilas de Formação Santana	Rmed: 1.71.650t Rind: 522.154t Rinf: 1.243.225t
02	Gipsita	Sítio Lagoa das Piranhas-PI	Calcários, margas e argilas de Formação Santana	Rinf: 66.500t
03	Gipsita	Sítio Saco da Lagoa-PI	Calcários, margas e argilas de Formação Santana	Rinf: 13.200t
04	Gipsita	Mina do Carão-PI	Calcários, margas e argilas de Formação Santana	Rinf: 11.550t
05	Gipsita	Mina Arrojado-PE	Calcários, margas e argilas de Formação Santana	Rinf: 8.250t
06	Gipsita	Mina Rocharia-PE	Calcários, margas e argilas de Formação Santana	Rmed: 416.000t Rind: 352.223t
07	Gipsita	Mina Valmir Semeão-PE	Calcários, margas e argilas de Formação Santana	Rinf: 176.000t
08	Gipsita	Mina Lagoa Dentro-PE	Calcários, margas e argilas de Formação Santana	Rmed: 2.819.638t Rind: 8.106.937t Rinf: 17.796.491t
09	Gipsita	Mina Milhã-PI	Calcários, margas e argilas de Formação Santana	Rinf: 16.500t
10	Magnetita	Sítio Baixio dos Bernardos-PI	Granitóides migmatizados/R. básico-ultrabásica	Rinf: 13,5 x 10^6 t.min.
11	Talco	Carnaubal-PI	Xistos/R. básico-ultrabásica	Rinf: 52.000t.min.
12	Talco	Sítio Paulo-PI	Xistos/R. básico-ultrabásica	Rinf: 164.000t.min.
13	Talco	Sítio Tamanduá-PI	Gnaisse/Rocha básica	Rinf: 624.000t.min.

Rmed = reserva medida
Rind = reserva indicada
Rinf = reserva inferida
T. min. = tonelagem de minério

Tabela II.6.2 – Discriminação dos Metalotectos

Áreas	Mineralizações Indícios	Metalotectos		
		Comprovados	Prováveis	Possíveis
I (a,b)	Talco (Ni,Co,Cu,Cr,V,Fe)	**SIII** ultrabásico encaixado em xistos do Grupo Cachoeirinha (c/talco).	Zona próxima ao contato com os xistos (Área Ia). Seqüência metavulcanossedimentar do Grupo Cachoeirinha.	Zonas sulfetadas associadas a seqüência metavulcanossedimentar. Filões quartzosos com ouro. Zonas de alterações hidrotermais com ouro e/ou sulfetos.
II (a,b,c,d)	Talco (Bi,Cu,Cr,Ni)	Pequenos corpos ultramáficos talcificados.	Rochas máfico-ultramáficas as sociadas a quartzitos no âmbito do Complexo Gnássico-Migmatítico.	Zonas sulfetadas associadas a rochas máfico-ultramáficas e/ou litótipos do Complexo Gnássico-Migmatítico.
III (a,b)	Ferro	Formação ferrífera	Associação de rochas máfico-ultramáficas com formações ferríferas no âmbito do Complexo Gnássico-Migmatitico.	Zonas sulfetadas associadas a restos de supracrustais do embasamento.
IV (a,b,c,d,e,f,g)	Gipsita (Pb)	Camada de gipsita da Formação Santana.	Formação Santana.	Zonas sulfetadas associadas a litótipos da Formação Santana, abaixo ou lateral à zona evaporítica.
V	Gipsita	Camada de gipsita da Formação Santana.	Formação Santana.	Zonas sulfetadas associadas a litótipos da Formação Santana, abaixo ou lateral à zona evaporítica.

O grupo Cachoeirinha aflora nas porções oeste e central da folha e é constituído por uma sequência metavulcanos-sedimentar, de baixo grau metamórfico. Acha-se representado predominantemente por sericita-cloritaxistos, cloritaxistos e albita-cloritaxistos, originados de rochas vulcânicas de composição ácida a intermédiaria. Encaixado nesses metapelitos, acha-se cartografado um *sill* ultrabásico de dimensões consideráveis.

Ao longo da área de exposição dos litótipos dessa unidade foram delimitadas duas áreas, sendo uma provável e a outra, potencial.

A área Ib tem seus limites contornando o corpo de rocha ultrabásica encaixado nos xistos e foi considerada como área mineralizada/previsional provável, uma vez que contém depósitos de talco e indícios geoquímicos de Cr, Ni, Fe, Cu e Zn.

A área Ia foi enquadrada como potencial e abrange praticamente toda a porção aflorante dos litótipos do grupo Cachoeirinha. Nela foram registrados indícios geoquímicos de Cr, Ni, Co, Fe, Mn, Cu e Pb em amostras de sedimentos de corrente. Não se devendo descartar a possibilidade da existência de zonas sulfetadas associadas à seqüência metavulcanossedimentar, bem como a presença de filões quartzosos com ouro e zonas de alterações hidrotermais com ouro e/ou sulfetos, haja vista sua provável deposição em ambiente de arco magmático.

As rochas sedimentares fanerozóicas, do ponto de vista metalogenético, também merecem destaque no âmbito da folha Simões. O maior interesse se concentra nos litótipos da formação Santana do grupo Chapada do Araripe, que é constituída predominantemente por folhelhos, siltitos, margas e calcário, além de depósitos de gipsita, na sua porção superior. Ao longo de sua área de exposição, foram delimitadas oito áreas mineralizadas/previsionais, sendo duas enquadradas na categoria de prováveis (áreas IVa, IVb), cinco possíveis (áreas IVc, IVd, IVe, IVf, IVg) e uma potencial (área V), onde são conhecidas diversas jazidas, que vêm sendo exploradas já há algum tempo, representando uma atividade econômica de relativo interesse para a região, notadamente nas épocas de estiagem. Além da gipsita, há possibilidade de se vir a encontrar, relacionadas aos litótipos dessa unidade, zonas sulfetadas, principalmente ricas em chumbo, haja vista a existência de indícios geoquímicos de Pb em amostras de sedimentos de corrente coletadas próximo às áreas de exposição.

A seguir, apresentam-se algumas considerações sobre os diversos tipos de rochas granitóides cartografadas no âmbito da folha Simões, consideradas, do ponto de vista metalogenético, de importância secundária, pelos menos no nível do conhecimento atual.

As rochas granitóides distribuem-se por toda a folha; englobam as plutônicas da unidade Inferior e as plutônicas e subvulcânicas do sistema de dobramentos Jaguaribeano. As plutônicas mais antigas compreendem as unidades, o granitóide Simões [A(TB)γ] e o granitóide Gnáissico [A(TB)grgn]. O primeiro apresenta composição tonalítica, metaluminosa, com tendência toleítica a calcialcalina e, segundo La Roche et alii (op. cit.), de ambiente pré-colisão de placas, enquanto o granitóide Gnáissico apresenta composição granodiorítica a adamelítica, metaluminoso e peraluminoso, calcialcalino a alcalino, formado em ambiente sincolisional, tardiorogênico. Ambos são da série magnetita de Ishihara e do tipo I de Chappel & White; o Granitóide Simões apresenta potencial metalogenético para Mo e Cu, tendo apresentado anomalias geoquímicas de Mo no corpo situado a norte da folha. Segundo Lameyre & Bowden (op. cit.), o granitóide Gnáissico poderia apresentar potencialidade para Au, Cu, Mo, Ag, W, Pb e Zn; porém, a sul da folha, observam-se nesses granitóides anomalias geoquímicas de filiações variadas com presença apenas de Cu e Zn.

Os granitóides da faixa de dobramentos Jaguaribeana exibem diferenciação maior que os da unidade Inferior e composição química mais homogênea. Dessa forma, os tipos sintranscorrentes (PSγ3B, PSγ3C e PSγ3D) ocupam uma faixa de composição intermediária a ácida, compreendendo tipos como granodiorito, adamelito e granito. São considerados do tipo I, com forte contaminação crustal, conforme a classificação de Ague & Brimhall (1987), com perspectiva de conterem Fe, Cu, Zn, Pb, Mo, W e Au. Já os granitóides tardi- a pós-transcorrentes (PSγ4C e PSγ4D) apresentam um caráter mais alcalino, com remotas possibilidades de conterem mineralizações de W, Sn, Nb e Mo.

Capítulo 7
Geologia Econômica

por
Hermanilton de Azevedo Gomes

7.1 Panorama mineral da área

A gipsita é o principal bem mineral da área. Neste capítulo serão descritos nove jazimentos minerais, dos quais três constituem minas em atividade, cinco são minas paralisadas e uma, jazida. Também foram estudadas uma ocorrência de magnetita, três ocorrências de talco e dois indícios desse mineral.

A paralisação das minas de gipsita se deve não à exaustão das reservas, mas ao surgimento de outras minas servidas por melhor infra-estrutura viária e mais próximas dos centros consumidores.

Com exceção dos indícios, os demais bens minerais são identificados por um número, tanto na listagem dos jazimentos minerais (tabela II.6.1), como na Carta Metalogenética-Previsional. Nessa carta, o indício tem simbologia específica, sem numeração.

7.2 Gipsita

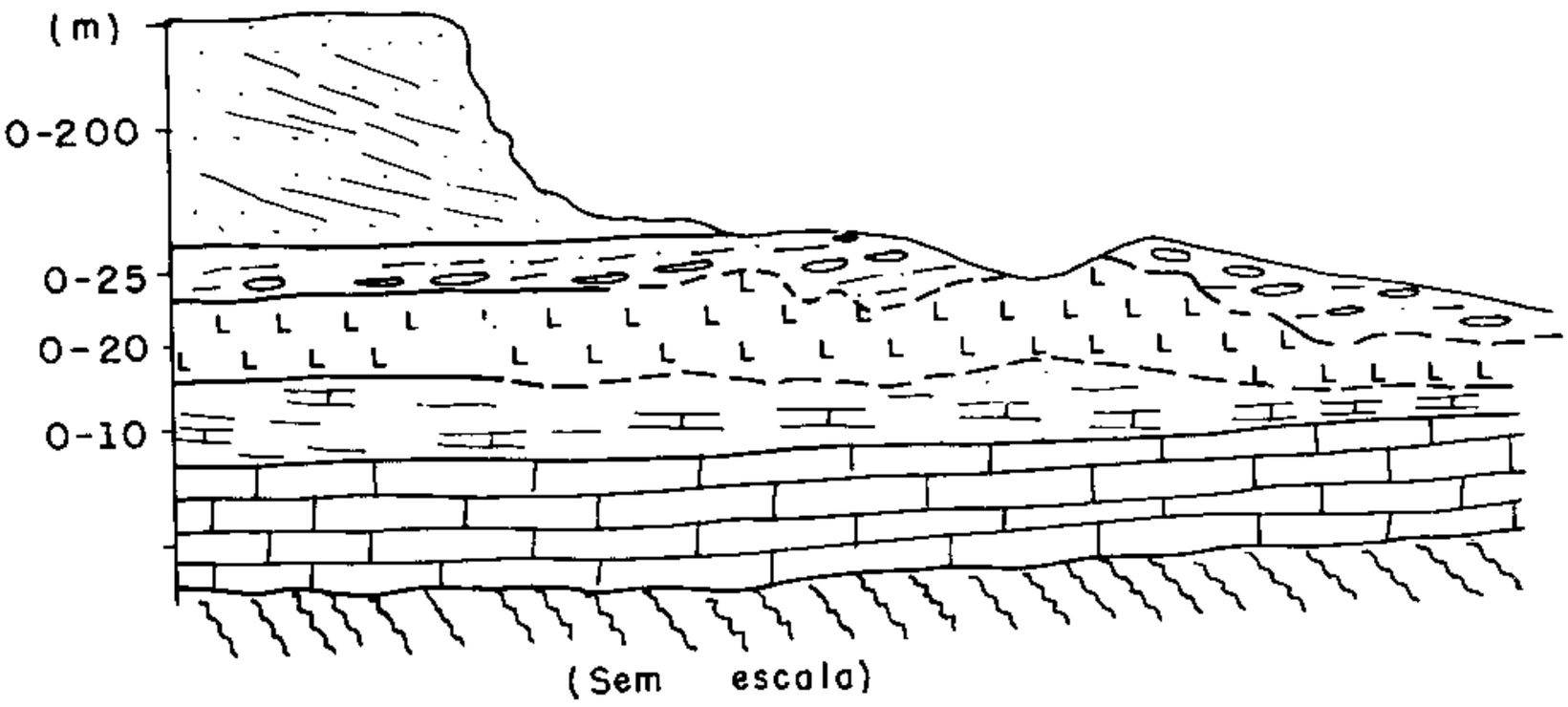
A gipsita constitui o principal recurso mineral da área, estando localizada nos estados de Pernambuco (nºs. 5 a 8) e Piauí (nºs. 1 a 4 e 9). Esse minério apresenta um comportamento mais ou menos similar em todos os depósitos, com pequenas variações locais definidas pela presença maior ou menor de níveis e "buchos" de argilas, constituindo praticamente a única impureza e o principal fator para classificá-la comercialmente como de primeira ou segunda. Esses depósitos evaporíticos estão encaixados em horizontes margosos da Formação Santana, posicionada no Cretáceo Inferior, os quais, em algumas localidades, constituem testemunhos sobre as rochas cristalinas metamorfizadas (figura II.7.1).

A gipsita do sítio Cabeceiras (nº. 1), situada ao sul de Simões, forma uma camada contínua e ondulada com espessura variável entre 3 e 9m, apresentando-se maciça, de cor cinza, com bandas alternadas esbranquiçadas, e cor-de-mel, hábito fibroso, localmente com impurezas de argilas em forma de pequenos "buchos". É capeada por banco de arenito fino estratificado, esbranquiçado, friável e poroso, com espessura variando de 1 a 5m. Esse depósito foi estudado pela empresa Geologia Mineração e Lapidação Ltda.; em agosto de 1980, sendo definidas as reservas: medida – 1.715.650t de minério; indicada – 522.154t; e inferida – 1.243.225t. Análises químicas da gipsita (tabela II.7.1) revelaram suas perspectivas de aplicação na fabricação de cimento, cerveja, inseticidas, tinta, giz, cerâmica. Esse depósito está sendo lavrado a céu aberto, de forma intermitente, cuja produção é explotada a favor de estados vizinhos.

No depósito nº. 2, situado na localidade do sítio Lagoa das Piranhas, ao sul de Simões, a gipsita aflora numa área de 100m x 60m e em outros locais de menor exposição, contíguos, cuja reserva inferida avaliada é superior a 66.500t. O corpo mineralizado tem formato de camada com cerca de 5m de espessura, ondulada, sendo constituído de gipsita e anidrita de colorações esbranquiçada e castanho-clara, com hábito fibroso, apresentando localmente impurezas de lentes argilosas, estando capeado por banco de arenito fino, calcífero, esbranquiçado e pulverulento. Na base da gipsita aflora calcário micrítico creme, em parte laminado, com intercalações de calcedônia creme a castanha. Há indicativos de trabalhos de pesquisa na área.

Os depósitos de nºs. 3, 4, 5 e 9 (tabela II.6.1) constituem minas abandonadas há mais de 20 anos, em sua maioria, cujas frentes de lavras estão parcialmente entulhadas. As camadas de gipsita e anidrita apresentam espessuras variáveis entre 6m (nº. 3), 7m (nº. 4), 5m (nº. 5) e 8m (nº. 9); têm um comportamento morfológico mais ou menos similar, sendo maciças, onduladas e localmente dobradas (nº. 4); o seu minério é bandado, mostrando coloração cinza (nº. 3) e cor-de-mel (nº 9), e alternância de cores branca e creme (nºs. 4 e 5), tendo hábito fibroso e radial. Apresentam capeamento irregular constituído de argila ou calcário placoso creme, com espessura variável de 1 a 5 m.

A mina Rancharia (nº. 6) está situada a SW da vila homônima, em suas proximidades, no município de Araripina (PE). Nessa localidade, a gipsita forma uma camada com cerca de 20m de espessura e ocorre com aspecto bandado, caracterizado pela alternância das cores esbranquiçada e castanho-clara, e hábito fibroso e radial. Os leitos fibrosos são ondulados e dobrados. Esse minério é capeado por um horizonte de argilito contendo



Formação Exu – Arenitos impuros, em parte conglomeráticos, com estratificação cruzada e gradacional.

Marga com interdigitações de arenito calcífero e folhelhos, contendo "seixos" de argila, concreções calcárias e ictiolitos.

Horizonte gipsífero com delgadas lentes argilosas, e, eventualmente, folhelho negro e betuminoso na base.

Margas com interdigitação de folhelhos.

Calcário creme, laminado, com vestígios de esqueletos de peixe.

Embasamento cristalino.

Fig. II.7.1 – Perfil esquemático das formações Exu e Santana mostrando depósito de gipsita.

Tabela II.7.1 – Análises Químicas de Gipsita

Amostra	Am 1	Am 2	Am 3	Am 4	Am 5
Elementos	21,25	21,27	21,13	21,32	20,46
Pedra ao fogo	0,50	0,58	0,02	0,32	0,45
Resíduo insolúvel	0,24	0,06	0,02	0,60	0,54
Óxidos combinados (Al_2O_3, Fe_2O_3)	32,34	32,96	32,836	33,032	32,83
Óxido de cálcio (CaO)	1,30	0,58	0,0796	0,0217	
Óxido de magnésio (MgO)	53,46	55,016	55,08	55,14	55,78
Sulfatos (SO_4)	78,50	80,01	79,715	80,186	
Sulfetos de cálcio					

intercalações de calcário placoso, de coloração creme, e concreções margosas, com espessura variando até 15m, e está sotoposto a folhelhos escuros, betuminosos e fossilíferos, com espessura variando de 1 a 1,5m. Em trabalhos de pesquisa realizados pela Cia. de Cimento Portland Sergipe (Processo nº. 803.994/69), foi levantada uma reserva medida de 416.000t e, indicada de 352.223t, com teor de 93% de $CaSO_4..2H_2O$, sendo programada para uma produção de 6.600t/ano de gipsita, estando no presente em atividade e com lavra a céu aberto.

No depósito nº. 7 está localizada a mina Valmir Simeão, lavrada a céu aberto e com produção mensal irregular da ordem de 5.000t/mês de gipsita. O minério ocorre em bandas alternadas de coloração esbranquiçada e castanho-clara, com hábito fibroso em leitos ondulados, formando uma camada com 10m de espessura, cuja reserva inferida avaliada é superior a 176.000t. É capeado por argila e calcarenitos finos, constituindo um horizonte de espessura variável entre 1 e 5m.

A mina Lagoa de Dentro (nº. 8) representa a maior e mais bem-equipada mina da folha Simões, estando situada próxima ao seu limite leste, no município de Araripina (PE). A gipsita forma uma camada com cerca de 30m de espessura, e apresenta hábito fibroso e radial, estando associada à anidrita. A mina possui duas frentes de lavra, as quais, em pesquisas realizadas pela Cia. Materiais Sulfurosos (Processos: 1058/58 e 5162/58) revelaram as seguintes reservas: Área I (medida – 1.360.137t; indicada – 2.665.091t; e inferida – 15.961.091t) e Área II (medida – 1.459.501t; indicada – 5.441.846t; e inferida 1.835.400t), com teores de 93% e 85% de $CaSO_4..2H_2O$, respectivamente. Ocasionalmente, apresenta intercalações de "buchos" de folhelhos, de forma lenticular, com associações de calcarenitos. Outrossim, apresenta um capeamento de espessura variável de 1 a 10m constituído por calcarenito creme e argila esverdeada calcífera. E, na base, um folhelho negro, laminado, calcífero, betuminoso e fossilífero.

7.3 Magnetita

O depósito de magnetita (nº. 10), situado na localidade Baixio dos Bernardos, no município de Simões (PI), manifesta-se através de concentração de blocos e matacões de rocha básico-ultrabásica densa, magnética, de coloração negra a verde, dispersos numa área de 1.000m x 200m, aparecendo no leito e na margem da estrada local, sendo mais concentrados num morrote situado em suas proximidades. A magnetita constitui agregados ou ocorre disseminada, formando cristais octaédricos milimétricos oxidados associados a quartzo, feldspato e anfibólio. Todo esse conjunto está encaixado na unidade granitóide Gnáissico [A(TB)grgn], e sua reserva inferida explotável foi estimada em 13.500.000t.

7.4 Talco

Todos os três depósitos de talco assinalados na folha Simões (tabela II.6.1) estão situados no município homônimo, dos quais os de nºs. 11 e 12 são contíguos, estando associados a uma mesma lente de rocha máfico-ultramáfica com comprimento aproximado de 15km, segundo NE-SW, e largura de 500m, encaixada na unidade dominantemente xistosa do Grupo Cachoeirinha.

O depósito nº. 11, localizado no sítio Carnaubal, é formado por duas faixas talcíferas (N55°E/65°N), com 300m de comprimento e espessura variando de 1 a 4m, intercaladas em rocha máfico-ultramáfica esverdeada, de granulação fina, cuja reserva inferida do corpo mineralizado foi avaliada em 52.000t. O talco se apresenta maciço, de cor branco-esverdeada, com manchas avermelhadas de oxidação, e hábito placoso, estando associado a anfibólio e clorita. O minério resultou da serpentinização dessas rochas básico-ultrabásicas, as quais se caracterizam pelo seu elevado teor em magnésio e presença de veios milimétricos serpentinizados.

O depósito do sítio São Paulo (nº 12) está representado por uma lente serpentinizada (N35°E/70°N), com dimensões aproximadas de 300m de comprimento por 14m de espessura, cuja reserva inferida foi estimada em 164.000t de minério. O talco apresenta as mesmas características macroscópicas do minério do sítio Carnaubal (nº 11).

O depósito de talco da localidade de Riacho Pau Ferro representa o maior jazimento da folha Simões, sendo formado por uma lente (N40°E/80°NW) com foliação incipiente e dimensões aproximadas de 500m de comprimento por 24m de espessura, cuja reserva inferida está estimada em 624.000t. O minério se apresenta esverdeado e maciço, com hábito fibroso, estando associado a tremolita-actinolita de fibras longas e encurvadas. A rocha hospedeira é máfico-ultramáfica muito fraturada (clivagem de fratura) e com manchas de cor ocre, estando encaixada no Complexo Gnáissico-Migmatítico com paleossoma de biotita-gnaisse.

PARTE III

RESULTADOS

Capítulo 1
Conclusões

por
Antônio Maurílio Vasconcelos, Francisco Edson Mendonça Gomes,
Sérgio João Frizzo e Mário José Metelo

O levantamento geológico sistemático, escala 1:100.000, da Folha Simões, foi executado juntamente com o das folhas Patos, Paulistana, Afrânio e Barra do Bonito. Dessa forma, muitas das conclusões formadas a partir do grande acervo de informações geradas nas diversas etapas do mapeamento possuem abrangência que extrapola os limites da folha- objeto deste trabalho.

Tendo em vista o caráter multidisciplinar dos trabalhos realizados e buscando uma forma mais objetiva de colocar o leitor a par dos mais expressivos avanços obtidos nos diversos campos da pesquisa geológica, optou-se pela divisão do presente capítulo nos subitens: Geologia, Geoquímica, Geofísica e Metalogenia, onde são relacionadas as principais conclusões relativas a cada um desses temas.

1.1 Geologia

a) Significativa elevação do nível de conhecimento geológico, geoquímico, geofísico e metalogenético-previsional da região abrangida pela folha, através da dotação de documentos cartográficos na escala 1:100.000, haja vista que os trabalhos anteriormente ali desenvolvidos restringiam-se a escalas regionais ou estudos-sínteses.

b) Agrupamento dos diversos litótipos aflorantes na área em três unidades litostruturais maiores, com características próprias, bem-definidas. A unidade mais antiga, exibindo complexa estruturação, representa a infra-estrutura arqueana intensamente retrabalhada nos ciclos Transamazônico e Brasiliano, e se acha constituída de rochas metamórficas de alto grau, predominando gnaisses orto- a paraderivados, associados a restos de rochas metabásicas, quartzitos ferríferos, quartzitos micáceos e rochas calcissilicáticas. A unidade seguinte corresponde à supra-estrutura proterozóica e engloba metapelitos, metapsamitos e metavulcânicas do Grupo Cachoeirinha. Intensa atividade magmática brasiliana, com predominância de tipos graníticos, atingiu a área, cortando principalmente rochas da unidade mais antiga. A unidade mais nova corresponde às rochas que compõem a Cobertura Sedimentar Fanerozóica, representada por sedimentos cretáceos da bacia do Araripe (Grupo Chapada do Araripe), que constituem as formações Santana e Exu.

c) Cartografia de um corpo de forma lenticular, com mais de 12km de extensão, de rochas metaultramáficas encaixadas em metamorfitos do grupo Cachoeirinha. Essa unidade reveste-se de grande importância econômica, face à presença de talco, ao registro de valores elevados de Cr e Ni verificado em análises químicas de rocha, e a indicação, através da geoquímica regional, de uma zona anômala em Ca, Co, Cr, V e Mg, nas proximidades desse corpo ultramáfico.

d) As paragêneses minerais identificadas nas descrições de lâminas petrográficas sugerem que as rochas da unidade Inferior atingiram a fácies metamórfica de anfibolito médio a alto, em alguns locais chegando à de anatexia, enquanto as da supra-estrutura, a fácies xisto-verde.

e) Os principais aspectos litológicos e deformacionais identificados no âmbito do Grupo Cachoeirinha mostram-se bastante distintos dos observados nos domínios do Complexo Casa Nova, contrariando, assim, uma possível correlação entre as duas unidades, conforme sugerem alguns trabalhos anteriormente realizados.

f) O agrupamento e posicionamento estratigráfico relativo das rochas plutônicas acham-se fundamentados em suas idades de colocação em relação ao principal evento tectônico que afetou a área, ficando cada grupo caracterizado pela intensidade de deformação experimentada, morfologia dos corpos e relacionamento com as rochas encaixantes. Foram considerados três grupos principais: granitóides pré- a cedo-, sin- e tardi- a pós-deformação transcorrente D_4.

g) Estudos litoquímicos efetuados nos dois grupos de granitóides individualizados no âmbito da unidade Inferior indicaram sua colocação em ambiente tectônico de regime compressivo. O Granitóide Simões [A(TB)γ] caracteriza-se por apresentar uma composição mais básica, do tipo *high*-alumina, enquadrando-se no campo dos tonalitos, de caráter tolcítico, metaluminoso. Enquanto o Granitóide Gnáissico [A(TB)grgn] apresenta uma composição com tendência mais intermediária, do tipo *low*-alumina, variando de granodiorito a adamelito, de caráter calcialcalino a alcalino, meta- a peraluminoso, o Granitóide Simões

[A(TB)γ] mostra-se potencialmente favorável à mineralização do tipo Mo-Cu.

h) Os granitóides relacionados ao regime de deformação transcorrente têm comportamento químico muito semelhante entre si, exceção dos microgranitos (PSmg), francamente leucocráticos de tendência peralcalina, enquadrando-se nos domínios calcialcalino a alcalino, meta- a peraluminosos. Acham-se dispostos em zona de superposição de ambientos compressivos e distensivos, muito embora todos os granitos sintranscorrentes posicionem-se no campo compressional (diagrama AFM).

i) Do ponto de vista deformacional, a característica mais marcante na área é a acentudada linearidade segundo duas direções preferenciais (E-W e NE-SW), relacionada à tectônica brasiliana e imposta pelo desenvolvimento de extensas zonas de cisalhamento transcorrente, das quais o lineamento Pernambuco é o maior representante.

j) A organização espacial dos elementos planares e lineares, bem como o estilo e intensidade das deformações brasilianas, sugerem a compartimentação da área em dois domínios estruturais. O primeiro domínio corresponde à faixa E-W localizada na porção sul da folha, onde as estruturas associadas à tectônica cisalhante transcorrente se impuseram tão intensamente, que as estruturas preexistentes encontram-se quase que totalmente obliteradas. Caracteriza-se pela grande incidência de zonas de cisalhamento transcorrente, aproximadamente paralelas entre si e estreitamente espaçadas, e por uma foliação geralmente verticalizada e representada por um bandamento milonítico, notadamente nas zonas de maior deformação. O outro domínio exibe uma geometria sigmoidal de grandes blocos crustais limitados por zonas de cisalhamento transcorrente, que intercepetam assintoticamente o lineamento Pernambuco, e a presença de vários corpos granitóides relacionados à tectônica transcorrente. Nesse domínio, os registros de uma tectônica pré-transcorrência acham-se melhor preservados.

l) O Lineamento Pernambuco, elemento de destaque no panorama geológico da região, corresponde a uma zona milonítica com largura superior a 12km e extensão que transcende os limites da área estudada. As observações levadas a efeito neste trabalho discordam da existência de grandes deslocamentos de blocos situados de um lado e de outro do cisalhamento, conforme sugerido por alguns autores, concordando, no entanto, com os modelos de zonas de cisalhamento dúctil, onde a variação do *strain* é contínua na escala de afloramento, isto é, sem rupturas e deslocamentos significativos.

m) Foram reconhecidos três grandes eventos geológicos que influenciaram sobremaneira a estruturação do segmento crustal ora investigado. O primeiro evento acha-se registrado somente nas rochas da Unidade Inferior e corresponde à fase de deformação D_n, identificada por um bandamento gnáissico e/ou foliação (S_n). O segundo evento desenvolveu-se em três fases, que, embora distintas, compõem um quadro de evolução estrutural progressiva, sob um regime tectônico dominantemente tangencial. Essas deformações afetaram tanto o embasamento quanto as supracrustais do Complexo Casa Nova. O último evento agrupa as estruturas relacionadas à tectônica que culminou com os extensos cisalhamentos transcorrentes e também evoluiu segundo três fases, provavelmente contínuas no tempo.

1.2 Geoquímica

1) A julgar pelos resultados obtidos, as técnicas de amostragem e análise empregadas foram satisfatórias, permitindo o fornecimento de subsídios à cartografia geológica e à avaliação metalogenética.

2) Os resultados analíticos de concentrados de bateia foram mais efetivos do que os de sedimentos de corrente, para assinalar dispersões relacionadas a mineralizações daqueles elementos de minerais resistatos.

3) As variâncias de amostragem nas análises, elevadas, não comprometeram a confiabilidade dos resultados obtidos, principalmente por que são mais enfatizadas as associações entre os elementos afins e a coerência da distribuição espacial dos resultados anômalos do que as anomalias isoladas.

4) As zonas anômalas assinalada mostram com boa resolução as variações mineralógicas das rochas predominantes na área, permitindo até a caracterização dos corpos, especialmente os de natureza ácida, através dos sedimentos de corrente.

5) Foram delineadas três áreas cujo contexto geoquímico-geológico apresenta interesse metalogenético para minerais de pegmatitos: duas pequenas áreas no limite sudeste da folha (regiões de Água Fria e Lagoa da Manga), com resultados elevados especialmente para estanho e nióbio em concentrados de bateia; e no riacho do Baixio, onde uma amostra de sedimento de corrente apresentou o elevado resultado de 100ppm de Sn.

1.3 Geofísica

O mapa aeromagnético permitiu estabelecer seis distintas unidades magnéticas, caracterizando domínios geológicos diferentes, quer quanto às estruturas, quer quanto à distribuição da magnetita nas rochas. Modelamento de anomalias magnéticas permitiu interpretar forma e profundidade de alguns corpos geológicos.

A análise da radioatividade nos canais de contagem total, de tório, urânio e potássio mostrou algumas controvérsias entre os tipos litológicos mapeados e o correspondente nível radioativo, mormente nos granitos, sugerindo a existência de corpos graníticos, não-detectados no mapeamento geológico. No sul da folha, a geofísica sugere a existência de granitos filoneanos milonitizados em zonas de cisalhamento.

Os dois perfis Bouguer executados na área foram de muita utilidade para o entendimento da tectônica. Um

deles esclarece as relações entre os blocos de densidade média maior ou menor que 2,64, destacando-se o proeminente alto Bouguer devido ao diorito da porção noroeste da folha. Um outro perfil Bouguer de número 4 (figura II.5.12), no domínio dos sedimentos da bacia do Araripe, registra em subsuperfície que o embasamento é intrusionado por dois corpos básico-ultrabásicos. Um na forma de cone e outro, tabular (dique).

1.4 Metalogenia

Pelos estudos realizados, a folha Simões desmostra uma potencialidade metalogenética significativa, com mineralizações relacionadas a rochas básicas, ultrabásicas e sedimentares, confirmadas, e outras, prováveis, associadas a rochas ácido-residuais.

A Carta Metalogenética-Previsional contém a individualização e caracterização de 12 áreas mineralizadas, classificadas com *status* variando de provável a possível. Destas, quatro possuem mineralizações associadas a corpos básico-ultrabásicos, associados a litótipos do Complexo Gnáissico-Migmatítico e do Grupo Cachoeirinha; e oito, contendo jazimentos de gipsita em sedimentos da Formação Santana da bacia do Araripe. Na categoria de potencial, são sugeridas quatro áreas, cujos indícios indiretos, anomalias geoquímicas e/ou geofísicas, permitiram considerá-las com alguma possibilidade de conter mineralizações de interesse econômico.

Capítulo 2
Recomendações

por
Antônio Maurílio Vasconcelos, Francisco Edson Mendonça Gomes,
Sérgio João Frizzo e Mário José Metelo

A análise dos resultados alcançados, sumariamente relacionados no capítulo anterior, suscitou algumas recomendações, tanto de ordem técnica, quanto operacional, visando à elucidação de problemas geológicos não completamente definidos, comprovação de hipóteses formuladas e ajustes à nova sistemática de execução de mapeamentos geológicos, quando da implantação do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB.

2.1 Geologia

a) O levantamento geológico das folhas vizinhas do Projeto Riacho do Pontal, em continuidade ao programa ora iniciado, faz-se necessária, objetivando uma melhor definição da evolução geológica dessa porção da região Nordeste do Brasil. Deve-se atentar para a compravação ou não das hipóteses sugeridas para a solução de problemas de ordem tectônica, tais como a correlação entre as supracrustais das faixas de dobramentos Jaguaribeana e Riacho do Pontal.

b) É de fundamental importância para a interpretação geotectônica e até mesmo para a geologia econômica, através da definição precisa das épocas metalogenéticas, a realização de um programa específico de geocronologia, aproveitando o conhecimento prévio das litologias regionais, suas relações estruturais e características petrográficas, petrogenéticas e metamórficas. Os métodos a serem adotados serão definidos, de acordo com os litótipos envolvidos e objetivos propostos.

c) Sugerem-se estudos mais detalhados da região abrangida pelos litótipos da seqüência vulcanossedimentar que constitui o Grupo Cachoeirinha, com ênfase à geoquímica, litoquímica, petrografia e geocronologia, objetivando a individualização dos níveis de origem vulcânica e sua perfeita caracterização, tendo em vista que seqüências com idênticas características, aflorantes na região de Aurora(CE), apresentam potencialidade no tocante a sulfetos de metais básicos. Saliente-se, ainda, que o levantamento geológico, objeto deste trabalho, cartografou um corpo de rochas ultramáficas associado aos metapelitos dessa unidade, ao qual se relacionam valores geoquimicamente anômalos para Cr, Ni, Fe, V, Cu e Zn.

d) A porção da área coberta por sedimentos do Grupo Chapada do Araripe apresenta boa potencialidade metalogenética no que se refere a gipsita e mineralizações de Pb e Zn, conforme demonstrado em alguns trabalhos prévios. Tendo em vista a época e o modo de execução desses trabalhos, vinculados aos conceitos tradicionais de formações estratigráficas empilhadas, recomenda-se pesquisar essa área, com base na nova metodologia de mapeamento geológico, visando ao estabelecimento da estratigrafia dinâmica, calcada em análises, de fácies e de bacia.

2.2 Geoquímica

a) A amostragem e análise laboratorial (mineralógica e geoquímica) de concentrados de bateia devem ser adensadas nos levantamentos geológicos em áreas de clima semi-árido, por fornecerem inequívocas indicações de ambientes mineralizados em minerais resistentes ao ciclo intempérico.

b) Investigações sistemáticas de cunho científico devem contemplar o comportamento geoquímico dos elementos nesse ambiente climático, com o intuito de caracterizar modelos de dispersão aplicáveis em trabalhos regionais e de detalhe.

c) Programas de amostragem e análises em nível de semidetalhe devem ser elaborados e desenvolvidos nas três áreas selecionadas (referidas no capítulo anterior, subitem 1.2), visando a uma avaliação mais efetiva e segura de suas vocações metalogenéticas. A pesquisa de outros métodos, com intuito de melhor definir a dispersão de alguns elementos, principalmente o estanho, é desejável.

d) É recomendada uma verificação *follow-up* em porções da zona anômala Cu-Bi, no extremo-sudoeste da folha, com vistas a defini-la em termos de proveniência e de seu potencial.

2.3 Geofísica

No início das atividades, foi realizada uma interpretação preliminar dos dados aeromagnéticos e radiométricos, selecionando alvos para trabalhos de campo; no entanto, por motivos diversos, as informações geofísicas não foram corretamente utilizadas no desenvolvimento dos trabalhos. Diante disto, recomenda-se uma melhor utilização dos dados geofísicos em trabalhos futuros. Também os mapas de radiação dos canais de tório, urânio, potássio e razões U/Th, U/K e Th/K somente foram gerados quando já concluídos os trabalhos de campo; torna-se necessária a sua geração, ainda na fase de planejamento das campanhas.

Sugere-se ainda maior participação de um geofísico nos trabalhos de campo, inclusive para avaliar e interpretar os dados de geofísica terrestre.

As medidas de suscetibilidade magnética e coleta de amostras para cálculo de densidade devem ser realizadas por outros técnicos devidamente treinados, visto que as amostras coletadas nos afloramentos, pelos geólogos, normalmente visam a problemas específicos e muitas vezes não representam corretamente as propriedades geofísicas das rochas.

Por fim, perfis de gravimetria devem ser executados no sudoeste da Folha Simões e em áreas contíguas (Ouricuri e Cruz de Malta), objetivando a complementação do mapa Bouguer regional, que começou a ser elaborado a partir dos serviços executados nas folhas Patos, Paulistana, Santa Filomena, Afrânio e Barra do Bonito.

Capítulo 3
Informações Geradas

por
José Alberto Ribeiro

Os levantamentos propiciaram os dados reproduzidos *no Apêndice 1 do presente texto explicativo* e documentos listados a seguir, que se encontram disponíveis nos escritórios do DNPM e CPRM.

3.1 Texto explicativo ilustrado.

3.2 Documentos anexos ao texto explicativo

Carta geológica – Escala 1:100.000;
Carta metalogenético-Previsional – Escala 1:100.000;

3.3 Documentos disponíveis em arquivo eletrônico

Cadastro geoquímico, com dados de campo e analíticos de todas as amostras com análise química;
Fichas de afloramento;
Fichas de análises petrográfica (seção delgada);
Fichas de reconhecimento mineralógico;
Fichas de cadastramento de recursos minerais.

3.4 Documentos disponíveis no DNPM

Carta de afloramentos – Escala 1:100.000;
Carta geoquímica – Escala 1:100.000;
Cartas de pontos de amostragem de sedimento de corrente, concentrado de bateia e rocha;
Carta de contorno magnético do campo total – Escala 1:100.000;
Cartas radiométricas de contorno do canal de contagem total – Escala 1:100.000;
Cartas radiométricas de contorno do canal de urânio – Escala 1:100.000;
Cartas radiométricas de contorno do canal de tório – Escala 1:100.000;
Cartas radiométricas de contorno do canal de potássio – Escala 1:100.000;
Cartas radiométricas de contorno das razões U/Th – Escala 1:100.000;
Cartas radiométricas de contorno das razões U/K – Escala 1:100.000;
Cartas radiométricas de contorno das razões Th/K – Escala 1:100.000;
Carta de interpretação radiométrica (contagem total) – Escala 1:100.000;
Carta de interpretação radiométrica (urânio) – Escala 1:100.000;
Carta de interpretação radiométrica (tório) – Escala 1:100.000;
Carta de interpretação radiométrica (potássio) – Escala 1:100.000;
Carta de interpretação magnética – Escala 1:100.000.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. F. M. de. O cráton do Paramirim e suas relações com o São Francisco. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1, Salvador, 1981. *Anais do* ... Salvador, SBG, Núcleo da Bahia, 1981. 207p. il. pp. 1-9.

ALMEIDA, F. F. M. de. O cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências,* 7(4): 349-364, dez. 1977.

ALMEIDA, F. F. M. de. O cráton do São Francisco e suas faixas marginais de dobramentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, Ouro Preto, 1976. *Resumo dos trabalhos*. Belo Horizonte, SBG, 1976. 437p.

ALMEIDA, F. F. M. de. *Origem e evolução da plataforma brasileira*. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 1967. 36p. il. (Boletim, 241).

ALMEIDA, F. F. M. de et alii. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPóSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 7, Campina Grande, 1977. *Anais do* ... Campina Grande, SBG, 1977. 449p. il. pp. 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.

ALMEIDA, F. F. M. de; LEONARDOS, O. H.; VALENÇA, J. *Review on granitic rocks of Northeast South America.* Recife, IUGS/UNESCO Symposium, 1967. 41p.

ANGELIM, L. A. de A. (Org). Levantamentos geológicos básicos do Brasil; carta geológica, carta metalogenético-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. *Projeto riacho do Pontal, folha Patos*. Relatório de consultoria. Fortaleza, CPRM, 1988. Relatório interno.

BARBOSA, A. L. M. *Síntese da evolução geotectônica da América do Sul. Ouro Preto,* BIC,1966.

BARBOSA, O. *Contribuição à metalogenia do Projeto Aurora*. Rio de Janeiro, CPRM, 1978. Relatório interno.

BARBOSA, O. et alii. *Geologia econômica de parte da região do médio São Francisco.* Nordeste do Brasil. Petrópolis, PROSPEC/SUDENE, 1964. 68p. il.

BARBOSA, O. et alii. *Geologia econômica de parte do médio São Francisco, região nordeste do Brasil*. Rio de Janeiro, DNPM/CPRM, 1970. (Boletim, 140).

BARD, J. P. *Microtexture des roches magmatiques et métamorphiques*. New York, Masson, 1980. 191p. il.

BARKER, D. S. Magmatism and tectonism. In: *Igneous Rocks*. New Jersey, Prentice-Hall, 1983, 417 p. il. pp. 332-353.

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.

BERTHÉ, D.; CHOUKROUNE, P.; JEGOUZO, P. Orthogneiss, mylonite and non coaxial deformation of granites: the example of the South Armorican Shear Zone. *Journal of Structural Geology, 1*(1):31-42, 1979.

BEURLEN, K. Geologia da chapada do Araripe. *Anais da Acad. Bras. Ciências*, Rio de Janeiro, *34*(8):365-370, 1962.

BEURLEN, A. J.; SIAL, A. N.; BRITO NEVES, B. B. de. Considerações sobre a geologia da área entre Piancó e Catingueira-PB. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife, 1978. *Anais do*... Recife, SBG, 1978. pp. 58-68.

BLANKENNAGEL, R. K. Geological report on the eastern margin of the Maranhão basin. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, 1952. 27p. (Relatório DEXPRO, 291).

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. 501p. il. cap. 9, pp. 359-421.

BRAUN, O. P. G. & BAPTISTA, M. B. O denominado "cráton do São Francisco", a sua "faixa Araçuaí" e a evolução estrutural do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1, Salvador, 1981. *Anais do* ... Salvador, SBG, Núcleo da Bahia, 1981. 207p. il. pp. 180-198.

BRITO NEVES, B. B. de. *Regionalização geotectônica do pré-cambriano nordestino*. São Paulo, USP, Inst. Geoc., 1975. 198 p. Tese de doutorado.

BRITO NEVES, B. B. de. Tectonic regimes in the proterozoic of Brasil. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 12, João Pessoa, 1986. *Atas do*... Recife, SBG – Núcleo do Nordeste, 1986. pp. 235-251.

BRITO NEVES, B. B. de; BEURLEN, H.; SANTOS, E. J. dos. Characteristics and mineralizations of the Borborema province, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências, 12* (1-3): 234-239, mar./set. 1982.

BRITO NEVES, B. B. de et alii. The Pernambuco-Alagoas massif Northeast Brazil. *Revista Brasileira de Geociências, 12* (1-3): 240-250, mar./set. 1982.

BROWN, G. C. The changing pattern of batholith emplacement during earth history. In: ATHERTON, M. P. & TARNEY, J. *Origin of granite batholits geochemical evidence*. Shiva Publ., 1981.

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 POR L'EDUCATION, LA SCIENCE ET LA CULTURE–UNESCO. Carte Metallogénique de L'Europe, 1968-1970. Escale 1:2.500.000,

CALDASSO, A. L. da S. et alii. *Projeto sudeste do Piauí I*; parte das folhas São Raimundo Nonato, SC.23-X-D e Bom Jesus SC.23-X-C. Relatório final integrado. Recife, DNPM/CPRM, 1973. 75p. il.

CALDASSO, A. L. da S. et alii. *Projeto sudeste do Piauí II*; parte das folhas São João do Piauí, SC.23-X-B e Paulistana, SC.24-V-A. Relatório final integrado. Recife, DNPM/CPRM, 1973. 103p. il.

CASTRO, A. Structural pattern and ascent model in the Central Extremadura batholith, Hercynian belt, Spain. *Journal of Structural Geology, 8*(6): 633-645, 1986.

CASTRO, A. On granitoide emplacement and related structures. *Geologische Rundschau, 76*(1):101-124, 1987.

CASTRO, A. Emplacement fractures in granite plutons(Central Extremadura batholith, Spain) *Geologische Rundschau, 73*(3):869-880, 1984.

CHAPPEL, B. W. & WHITE, A. J. R. Two contrasting granite types. *Pacific geol., 8*:173-174, 1974.

COBBOLD, P. R. & GAPAIS, D. Shear criteria in rocks: an introductory review. *Journal of Structutral Geology, 9*(5/6):521-523, 1987.

COBBOLD, P. R. & QUINQUIS, H. Development of shealth folds in shear regimes. *J. Struct. Geol., 2*:119-126, 1980.

CORDANI, U. G. & BRITO NEVES, B. B. de. The geologic evolution of South America during the archean and early proterozoic. *Revista Brasileira de Geociências, 12*(1-3):78-88, mar./set. 1982.

CORDANI, U. G. Considerações sobre o "cráton do Paramirim" e indicação de um modelo de evolução geológica da América do Sul, com base na acreção continental, In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1, Salvador, 1981, *Anais do*... Salvador, SBG, Núcleo da Bahia, 1981. 207p. il. parte 2. p. 51-62.

COWARD, M. P. Major shear zones in the precambrian crust; examples from NW Scotland and southern Africa and their significance. In: KRONER, A. & GREILING, R. *Precambrian tectonics illustrated*. Stuttgart, IUGS, 1984. 235p. il.

DANTAS, J. R. A. *Mapa geológico do estado de Pernambuco*. Texto explicativo. Recife, DNPM, 1980. 112p. il. 2 mapas. (BRASIL. DNPM. Geologia, 1).

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*: 35-149, 1983.

DELGADO, I. de M. *Diretrizes para representação litológica em mapas "metalogenético-previsionais" na escala de 1:100.000*. Salvador, DNPM/CPRM, 1987. 50 p. Relatório interno.

DELGADO, I. de M. *Projeto cobre Curaçá. Geologia econômica do distrito aurífero do rio Curaçá, Bahia, Brasil*. Salvador, DNPM/CPRM, 1975. 9v. il. v. 1. Relatório final.

DELGADO, I. de M. & SOUZA, J. D. de. Controles regionais e locais das mineralizaçes de cobre do vale do Curaçá e suas implicações práticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, Ouro Preto, 1976. *Anais do* ... Ouro Preto, SBG, 1976. v. 3 pp. 59-70.

DIDIER, J. Contribution of enclave studies to the understanding of origin and evolution of granitic magmas. *Geologische Rundschau, 76* (1):41-50; 1987.

EBERT, H. Baustil und regional metamorphose in prekambrischean grudegebirge brasiliens. *Tschermacks Min. U. Petr. Mitt.*, Viena, *8*(1):48-81, 1962.

EL BOUSEILY, A. M. & EL SOKKARY, A. A. The ralation between Rb, Ba and Sr in granitic rocks. *Chemical geology, 16*:207-219, 1975.

ESPANHA. Ministerio de Industria. Plan Nacional de la Mineria. *Programa Nacional de Investigación Minera;* mapa metalogenético. s.l., 1972. 157 p. il.

FERREIRA, V. P. & SIAL, A. N. The peralkalic magmatism in the precambrian Cachoeirinha-Salgueiro Foldsbelt, Northeast Brazil: geochemical aspects. *Revista Brasileira de Geociências*, *16*(1):73 - 85, mar. 1986.

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. pp. 1145-1153.

FRANÇA, F. A. B. de. *Os grupos Salgueiro e Cachoeirinha*, uma revisão. s.l., Projeto RADAMBRASIL, s.d. 9p. (Relatório interno, RADAMBRASIL, 288-6).

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 GEOQUÍMICA, 1, Porto Alegre, 1987, *Anais do* ... Porto Alegre, SBGq, 1987. 2v. il. v. 1 pp. 483-494.

GALBRAITH, J. *Reconhecimento geoquímico regional por sedimentos ativos na região nordeste da Bahia*. Salvador, UFBA – Inst. Geoc., 1972. 58p. Relatório avulso.

GARRET, R. G. The determination of sampling and analytical errors in exploration geochemistry. *Economic Geology, 64*: 568-574, 1969.

GAVA, A.; MONTES, A. S. L.; OLIVEIRA, E. P. Granitos alcalinos do sudeste do Piauí, caracterização geológica, petrográfica e geoquímica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33. Rio de Janeiro, 1984. *Anais do* ... Rio de Janeiro, S.B.G., 1984. 12 v. il. v. 6 pp. 2267-2786.

GILLIGAN, L. B. Part 1: *Mine data sheets to accompany metallogenic map Camberra 1:250.000 sheet*. s.l. Geological Survey of New South Wales, 1975, 297p.

GOMES, F. E. M. Geologia dos depósitos de cobre na região de Aurora-CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais do*... Rio de Janeiro, SBG, 1984. v. 8. pp. 3614-3627.

GOMES, J. R. de C. et alii. Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. Folhas SB.24/25, Jaguaribe/Natal; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. 740p. p. 32-176. (Levantamento de Recursos Minerais, 23).

GROVES, D. I. & HUDSON, D. R. The nature and origin of archean strata-bound volcanic-associated nickel-iron-copper sulphide deposits. In: WOLF, K. H. – *Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits*. Amsterdam, Elsevier, 1981. 10v. il. v. 9 cap. 6. pp. 305-403.

GRAY, D. R. Cleavages in deformed psammitic rocks from southeastastern Australia. Their nature and origin. *Geological Society of America Bulletin, 89* (4):577-590, 1978.

GUILD, P. W. *Preliminary metallogenic map of North America: a numerical listing of deposits*. s.l., Geological Survey, 1981. 12p. (Geological Survey Circular, 858-A).

HACKSPACHER, P. C. & OLIVEIRA, D. C. de. A evolução estrutural das zonas de cisalhamento Portalegre e Santa Mônica-RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais do*... Rio de Janeiro, SBG, 1984. pp. 1679-1692.

HARALYI, N. L. L. & HASUI, Y. The gravimetric information and the archean-proterozoic structural Framework of Eastern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências, 12* (1-3): 160-166, mar./set., 1982.

HARLAND, W. B. Tectonic transpression in Caledonian Spitsbergen. *Geol. Mag., 108* (1) 27-42, 1971.

HUGHES, C. J. Igneous, rock series. In: *Igneous Petrology*. New York, Elsevier, 1982. pp. 251-270.

INDA, H. A. V. & BARBOSA, J. F. *Texto explicativo para o mapa geológico do estado da Bahia, escala 1:1.000.000*. Salvador, SME/CPM, 1978.

INDA, H. A. V. et alii. O cráton do São Francisco e a faixa de dobramentos Araçuaí. In: SCHOBBENHAUS, C et alii (Coord.) – *Geologia do Brasil*; texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais. Esc. 1:2.500.000. Brasília, DNPM, 1984. cap. 5, pp. 194-248.

IRVINE, T. N. & BARAGAR, W. R. A. A guide to the chemical classification on the common volcanic rocks. *Jour. of Earth Sc., 5* (8): 523-548, 1971.

ISHIHARA, S. The magnetite series and ilmenite series granitic rock. *Mining Geology*, Tokio, *27*: 293-305, 1977.

JARDIM DE SÁ, E. F. Evolução orogênica monocíclica vs. policíclica: (I) argumentos estratigráficos e geocronológicos no proterozóico da província Borborema. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 1, Salvador, 1987. *Boletim de Resumos*. Salvador, UFBA, Curso de Pós-Graduação em Geologia, 1987. pp. 9-11.

JARDIM DE SÁ, E. F. Geologia da região do Seridó: reavaliação de dados. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 9, Natal, 1984. *Atas do*... Natal S.B.G., 1984. 437p. il. Boletim, 9. pp. 278-296.

JARDIM DE SÁ, E. F. *Projeto riacho do Pontal*. Relatório de Consultoria. Recife, CPRM, 1987. 13p. Relatório Interno.

JARDIM DE SÁ, E. F. *Reconhecimento geológico na região do riacho do Pontal e a sul da barragem de Sobradinho*. Recife, CPRM, 1986. 11 p. Relatório de Consultoria.

JARDIM DE SÁ, E. F.; ARCHANJO, C. J.; LEGRAND, J. M. Structural and metamorphic history of part of the high-grade terrain in Curaça Valley, Bahia, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências, 12*(1-3):251-262, mar./set. 1982.

JARDIM DE SÁ, E. F. & HACKSPACHER, P. C. Reconhecimento estrutural na borda noroeste do cráton do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Balneário de Camboriú, 1980. *Anais do* ... Balneário de Camboriú, S.B.G., 1980. 5v. il. v. 5. pp.1719-1731.

JARDIM DE SÁ, E. F.; LEGRAND, J. M.; HACKSPACHER, P. C. Contraste de estilos estruturais e metamórficos na faixa dobrada sergipana. *Revista Brasileira de Geociências, 11* (2):128-137, jun. 1981.

JARDIM DE SÁ, E. F.; LEGRAND, J. M.; McREATH, J. Estratigrafia das rochas granitóides na região do Seridó (RN-PB) com base em critérios estruturais. *Revista Brasileira de Geociências, 11*(1): 50-57, mar. 1981.

JARDIM DE SÁ, E. F. et alii. Granitogênese brasiliana no Seridó: o maciço de Acari (RN). *Revista Brasileira de Geociências, 16* (2):95-105, mar. 1986.

KALSBEEK, A. E. & LEAKE, B. E. The chemistry and origin of some basement amphibolites between Ivigtut and Frederikshab, southwest Greenland. *Bull. Gronl. Geol. Unders, 80*: 5-36, 1970.

KEGEL, W. *A estrutura geológica do nordeste do Brasil*. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 1965. 47p. il. (Boletim, 227).

KEGEL, W. *Contribuição para o estudo do devoniano da bacia do Paranaíba*. Rio de Janeiro, DNPM, 1953. 48p. (Div. Geol. Mineral, 141).

KEGEL, W. *Estudos geológicos no estado do Piauí.* Teresina, s. ed., 1952. 10p.

KEGEL, W. Os lineamentos da estrutura geológica do nordeste. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, Rio de Janeiro, *33*:25, 1965.

KELLER, E. A. et alii. Tectonic geomorphology of the San Andreas fault. Zone in the southern Indio Hills, Coachella Valley, California. *Geol. Soc. Am. Bull., 93* (1):43-56, 1982.

KREYSING, K. et alii. *Salinização das águas subterrâneas do centro do polígono das secas do Nordeste brasileiro.* Recife, SUDENE, 1973. 69p. il. (BRASIL, SUDENE, Hidrogeologia, 46).

LACASSIN, R. Etude des mecanismes de deformation dans le versant nord de la Nappe du mont Rose (Alpes Suisses) et relation avec grands chevauchements. Montpellier, Univ. Scie. Techn. Languedoc, 1984. 221 p. il. Tese de doutorado.

LANA, M. da C. & MILANI, E. J. A microplaca do nordeste brasileiro – um elemento dinâmico do rifteamento cretácico inferior. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Goiânia, 1986. *Anais do ...* Goiânia, SBG, 1986. v. 3. pp. 1131-1144.

LA ROCHE, H. de et alii. A classification of volcanic and plutonic rocks using $R_1x R_2$ diagram and major-element analyses – its relationship with current nomenclature. *Chemical geology, 29*: 183-210, 1980.

LEAKE, B. E. The chemical distinction between ortho and paraamphibolites. *Jour. Petrol., 5*: 238-254, 1964.

LEAL, A. J. *Inventário hidrogeológico do nordeste; folha 19 Aracaju-NO.* Recife, SUDENE, 1970. 242p. il. (BRASIL. SUDENE. Hidrogeologia, 33).

LE BÀS, M. J. et alii. Chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journ. Petrol., 27* (3):745-750, jun., 1986.

LIMA, E. de A. M. & LEITE, J. F. *Projeto estudo global dos recursos minerais da bacia sedimentar do Parnaíba*; integração geológico-metalogenética. Relatório final da etapa III. Texto. Recife, CPRM, 1978. v. 1.

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. pp. 506-537.

LOCZY, L. de. Aspectos geotectônicos da África ocidental a leste do golfo da Guiné com referência às conexões estruturais e litológicas entre Brasil e África. *Revista Brasileira de Geociências, 14*(1):47-53, mar. 1984.

LOISELLE, M. C. & WONES, D. R. Characteristics of anorogenic granites. *Abst. Geol. Soc. Am. An. Gen. Meeting*, 539, 1979.

MACEDO, M. H. de F.; SÁ, J. M.; KAWASHITA, K. A idade da faixa Orós: dados preliminares. *Revista Brasileira de Geociências. 18*(3):362-368, set. 1988.

MALAVIEILLE, J. Kinematics of compressional and extensional ductile shearing deformation in a metamorphic core complex of the northeastern basin and hange. *Journal Structural Geology, 9* (516):541-554, 1987.

MALAVIEILLE, J.; LACASSIN, R.; MATTAUER, M. Signification tectonique des linéations d allongement dans les Alpes occidentales. *Bull. Soc. Géol. France, 7* (5):895-906, 1984.

MARRE, J. *Methodes d'analyse structrale des granitoides.* Orléans, BRGM, 1982. 128p. il.

MASCARENHAS, J. de F. O embasamento precambriano no estado da Bahia e sua gênese. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1, Salvador, 1981. *Anais do ...* Salvador, S.B.G. Núcleo da Bahia, 1981. 207p. il. parte 2, pp. 32-38.

MASCARENHAS, J. de F. et alii. Província São Francisco. In: ALMEIDA, F. F. M. de & HASUI, Y. (Coord.). *O pré-cambriano do Brasil.* São Paulo, Edgard Blucher, 1984. cap. 4, pp. 46-122.

MASCARENHAS, J. de F. & SÁ, J. H. da S. Geological and metallogenic patterns in the archean and early proterozoic of Bahia State, Eastern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências, 12*(1-3): 193-214, mar./set. 1982.

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.; COLLOT, B.; DRIESSCHE, J. V. D. Alpine model for the internal metamorphic zones of the North American Cordillera. *Geology, 11*(1):11-15, 1983.

MATTAUER, M.; FAURE, M.; MALAVIELLE, J. Transverse lineation and large-scale structures related to Alpine obduction in Corisca. *J. Struct. Geol., 3*: 401-409, 1981.

MATTEUR, R. A. & MERCIER, J. L. Microtectonique et grande tectonique. *Mém. Soc. Geol.*, France, *10*: 141-161, 1980

McCOURT, S. Shear zones bounding the central zone of the Limpopo Mobile Belt, Southern Africa. *Journal of Structural Geology, 9* (2):127-137, 1987.

McREATH, I & JARDIM DE SÁ, E. F. Datações geocronológicas em rochas policíclicas: interpretação alternativa para os dados no Seridó (RN-PB). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 9, Natal, 1979. *Atas do...* Natal, SBG, 1979. pp. 84-88.

MELLO, A. A. de. *Características geológicas e metalotectônicas dos cinturões móveis do nordeste oriental.* Recife, s. ed., 1979. Palestra proferida durante a IV semana de Geologia.

MELLO, A. A. de & ASSUNÇÃO, P. R. S. O cinturão móvel transversal – especulações sobre uma possível evolução à luz da tectônica global. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais do ...* Rio de Janeiro, SBG, 1984. v. 7. pp. 3348-3370.

MELO, O. O. & BJORKLUND, A. Estudo geoquímico orientativo desenvolvido em área de ocorrência de rochas metaultrabásicas cromitíferas, Pedra Branca-CE. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 11, Natal. 1984. *Anais do ...* Natal, SBG, 1979. il. pp. 436-451.

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. 72p. Relatório final de pesquisa – CNPq.

MESNER, J. C. & WOOLDRIDGE, L. C. Estratigrafia das bacias paleozóicas e cretáceas do Maranhão. *Bol. Tec. PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, 7(2):137-164, abr./jun, 1964.

MIDDLEMOST, E. A. K. *Magmas and magnetic rocks; an introduction to igneous petrology*. London, Longman, 1985. 266p. il.

MORAES, J. F. S. de; SANTOS, J. de S. A.; MASCARENHAS, J. de C. *Projeto Santana*. Relatório final da etapa I. Recife, DNPM/CPRM, 1976. 8v.

MORAES, L. J. de et alii. *Estudo geológico da região da barragem de Sobradinho, estado da Bahia*. Rio de Janeiro, DNPM, 1965. 51p. il. (Boletim, 229).

MOTTA, A. C. Die anvenduring von magnetik und gravimetric in prospektion auf kupfergrze in der gegend von Curaçá Provinz Bahia, Brasilien. Leoben, Austria, 1974. Tese de doutorado

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. 207p. il. pp. 17-33.

MUNIS, M. de B. *Quantificação dos depósitos de gipsita do Araripe* (área Casa de Pedra-Ouricuri-Pernambuco). Recife, SUDENE, 1972. 45 p. il. (Geologia Econômica, 9).

MUNIS, M. de B. & SANTO, E. J. Prospecto cobre, chumbo e zinco na faixa Cachoeirinha-Salgueiro. Recife, CPRM, 1980. Relatório interno.

NALDRETT, A. J. & ARNDT, N. T. *Volcanogenic nickel deposits and some guide for esploration*. New York, AINE, 1975.

NEVES, S. P. Petrologia e geoquímica dos stocks graníticos de Serrita-Pernambuco. *Revista Brasileira de Geociências, 16*(1):86-94, mar. 1986.

NICOLAS, A.; BOUCHEZ, J. I.; BOUDIER, F.; MERCIER, J. C. Textures, structures and fabrics due to solid state flow in some European lherzolites. *Tectonophysics, 12*:55-68, 1972.

OLIVEIRA, A. A. *Projeto mapas metalogenéticos e de previsão de recursos minerais, folha SB.24-Y-C; Picos, escala 1:250.000*. Fortaleza, DNPM/CPRM, 1984. 2v. il. v. 1.

ORLOVA, A. V. & SHATALOV, C. T. *Principes methodiques de l' etáblissement des Cartes Metallogeniques et des Cartes de Prevision des Regions Minieres*. Trad. M. Markovic. Paris, BRGM, 1960. 24p.

ORVILLE, P. M. A model metamorphic differentiation origin of thin-layered amphibolites. *Am. Jour. Sci., 267*: 64-86, 1969.

PASSCHIER, C. W. & SIMPSON, C. Porphyroclast systems as kinematie indicators. *Journal of Structural Geology. 8* (8): 831-843, 1986.

PEARCE, J. A. Statistical analysis of major element patterns in basalts. *Jour. Petrol., 17*: 15-43, 1976.

PEARCE, J. A. & CANN, J. R. Tectonic setting of basic volcanic rocks determinated using trace element analyses. *Earth and Planetary Science Letters, 19*: 290-300, 1973.

PEARCE, J. A. et alii. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology, 25* (4):956-983, 1984.

PEARCE, T. H. et alii. The TiO_2-K_2O-P_2O_5 diagram: a method of discriminating between oceanic and non-oceanic basalts. *Earth and Planetary Science Letters*, Amsterdam, *24*: 419-426, 1975.

PECCERILLO, A. & TAYLOR, S. R. Geochemistry of eocene calcalkaline volcanic rocks, from Kastamonu area, northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology, 58* (1):63-81, 1976.

PEREIRA, L. C. B. *Estudos geoquímicos, biogeoquímicose geobotânicos sobre corpo ultramáfico cromitífero, Andorinha – Bahia*. Salvador, 1978. 103p. Tese de mestrado – Inst. Geoc. UFBA.

PITCHER, W. S. *Granite type and tectonic environment*. s.n.t.

PLATT, J. P. Progressive refolding in ductile shear zones. *Journal of Structural Geology, 5*(6):619-622, 1983.

PLUMMER, F. B. Estados do Maranhão e Piauí. *Relat. Cons. Nac. Petróleo,* Rio de Janeiro, *1946*: 87-134, 1948.

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. 740 p. il. p.p 301-348. (Levantamento de Recursos Naturais, 23).

RAMSAY, J. G. *Folding and fracturing of rocks*. s. l., McGraw-Hill, 1967. 568p.

RAMSAY, J. G. Shear zone geometry: a review. *Journal of Structural Geology, 2* (1/2):81-99, 1980.

RIDLEY, J. Parallel stretching lineations and fold axes oblique to a shear displacement direction a model and observations. *Journal of Structural Geology, 8*(6):647-653, 1986.

ROUTHIER, P. *Les Gisements metallifères*. Paris, Masson, 1963. v. 1 e 2.

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.

SADOWSKI, G. R. Estado da arte do tema: geologia estrutural de grandes falhamentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais do...* Rio de Janeiro SBG, 1984. pp. 1767-1793.

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, Edgard Blucher, 1984. 378p. il. pp. 123-186.

SANTOS, E. J. dos & CALDASSO, A. L. da S. Síntese dos conhecimentos e ensaios interpretativos da área do riacho do Pontal, nordeste do Brasil. In: REUNIÃO PREPARATÓRIA PARA O SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, Salvador, 1977. *Anais do...* Salvador. SME/CPM, 1978. 466 p. il. pp. 399-426. (Publicação Especial, 3).

SANTOS, E. J. dos & SILVA FILHO, M. A. da. Ensaio interpretativo sobre a evolução da geossinclinal de Propriá, nordeste do Brasil. *Rev. Min. Met., 367*: 3-22, 1975.

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;* texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000. Brasília, DNPM, 1984. 501p. il. cap. 4. pp. 131-189.

SIAL, A. N. et alii. *Geoquímica de dois stocks granodioríticos de Serrita (PE): e elementos maiores.* Recife, UFPE, Dept. Geol., 1981. pp. 27-52.

SIAL, A. N. et alii. Petrologia e geoquímica do batólito de Bodocó e *stocks* de Serrita, Pernambuco. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 10, Recife, 1981. *Atas do* ... Recife, SBG, 1981. pp. 388-401.

SIAL, A. N. Granite – types in Northeast Brazil: Current Knowledge. *Revista Brasileira de Geociências, 16*(1):54-72, mar. 1986.

SIAL, A. N. & McREATH, I. Petrologia ígnea. Os fundamentos e as ferramentas de estudo. Salvador S.B.G./CNPq/BUREAU, 1984. v. 1.

SIBSON, R. M. Fault rocks an fault mechanisms. *J. Geol. Soc. Lond., 133*:191-213, 1977.

SILVA FILHO, M. A. da. A faixa de dobramentos Piancó: síntese do conhecimento e novas considerações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais do* ... Rio de Janeiro, S.B.G., 1984. 12 v. il. v. 7. pp. 3337-3343.

SILVA FILHO, M. A. da. *Projeto Cachoeirinha.* Relatório final. Texto. Recife, DNPM/CPRM, 1985. v. 1.

SIMPSON, C. Determination of movement sense in mylonites. *Journal of Geological Education, 34*: 246-261, 1986.

SIMPSON, C. & SCHIMID, S. M. An evaluation of criteria to deduce the sense of movement in sheared rocks. *Geol. Soc. Am. Bull., 94*: 1281-1288, 1983.

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, SBG, 1984. v. 2. pp. 3458-3470.

SIQUEIRA, L. P. de & DALTON DE SOUZA, J. *Legenda parcial para uso nas cartas metalogenéticas 1:250.000.* Dados e metalogênese. Salvador, CPRM, 1982. 13p. Relatório interno.

SIQUEIRA FILHO, J. de. *Geologia da folha de Jutaí-Pernambuco.* Recife, SUDENE, 1967. 52p. il. (Série Geológica Regional, 7).

SMALL, H. L. *Geologia e suprimento de água subterrânea do Piauí e parte do Ceará.* Rio de Janeiro, IFOCS, 1914. 146p. (Série I. D., Publ., 32).

SMALL, H. L. *Geologia e suprimento de água subterrânea no Ceará e parte do Piauhy.* Rio de Janeiro, IFOCS, 1913. 80p. (Série I. D., Publ., 25).

SOFNER, B. *Contribuição à estratigrafia do pré-cambriano na região do médio São Francisco, entre Sento Sé e Juazeiro.* Nordeste do Brasil. Recife, SUDENE, 1971. 55p. (Missão Geológica Alemã no Recife).

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. 741p. il. pp. 349-484. (Levantamento de Recursos Naturais, 23).

SOUZA, J. D. de et alii. *Projeto Colomi.* Relatório final. Texto e mapas. Salvador, CPRM, 1979. v. 1.

STANTON, R. L. *Ore Petrology.* New York, McGraw-Hill, 1972. 713p. il.

STRECKEISEN, A. To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews, 12:* 1-33, 1976.

SUSZCZYNSKI, E. F. *Mapa metalogenético do Brasil*; notícia explicativa da legenda. Brasília, DNPM, 1973. 17 p.

TAGLIANI, T. R.; HARTMANN, M. B.; ABREU, P. A. A.; FERNANDES, P. C. de O. Estudo da deformação em metavulcanitos ácidos da serra do Sapo, cordilheira de Espinhaço meridional, MG. *Revista Brasileira de Geociências, 18* (1): 63-68, mar. 1988.

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. p. 13-28. (Mining Geology Special Issue, 8).

TAUSON, L. V. The geochemistry of precambrian Bedrock. *Journal of Geochemical Exploration, 21*: 487-501, 1984.

TORQUATO, J. R. & CORDANI, U. G. Brazil-África Geological links. *Earth-Science Reviews, 17*: 155-176, 1981.

VEIGA, P. M. de O. *Geologia da quadrícula Juazeiro do Norte (E-082), folha Crato, Ceará.* Recife, SUDENE, Div. Geologia, 1986. 45p. (Geologia Regional, 1).

VEIGA, P. M. de O. *Geologia da quadrícula Ouricuri, região de Araripe-Pernambuco.* Recife, SUDENE, Div. Geologia, 1986. 56p. il. (Geologia Regional, 9).

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, maio-jun., 1977.

WERNICK, E. O magmatismo granitóide das regiões de dobramento Nordeste e Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências, 9* (2): 122-139, jun. 1979.

WERNICK, T. R.; HORMANN, P. K.; ARTUR, A. C.; EULER, H. Aspectos petrológicos do complexo granítico Socorro (SP/MG): dados analíticos e discussão preliminar. *Revista Brasileira de Geociências, 14*(1):23-29, mar. 1984.

WINKLER, H. G. *Petrogênese das rochas metamórficas.* Petrogenesis of metamorphic rocks. 4. ed. Tradução de Carlos Burger Junior. Porto Alegre, Edgard Blucher/URGS, 1977. 254p. il.

WRIGHT, J. B. A simple alkalinity ratio and its application to questions of non-orogenic granite genesis. *Geol. Marg., 106* (4): 370-384, 1969.

APÊNDICES

SÚMULA DE DADOS DE PRODUÇÃO

1. Afloramentos descritos

. 446

2. Análise petrográfica

Seção delgada 105

3. Análise Mineralógica

Reconhecimento mineralógico de pesados 1

4. Geoquímica (prospecção e litogeoquímica)

4.1 Amostragem

Sedimentos de corrente 338
Concentrado de bateia 51
Rocha 45

4.2 Determinações Analíticas

Espectrografia de emissão (30 elementos-padrão) 444
Espectrografia de absorção atômica 2.563
Fluorescência de raios X 140
Eletrodo de íon específico 28
Quantitativa de óxidos 588
Quantitativa completa de calcário 25

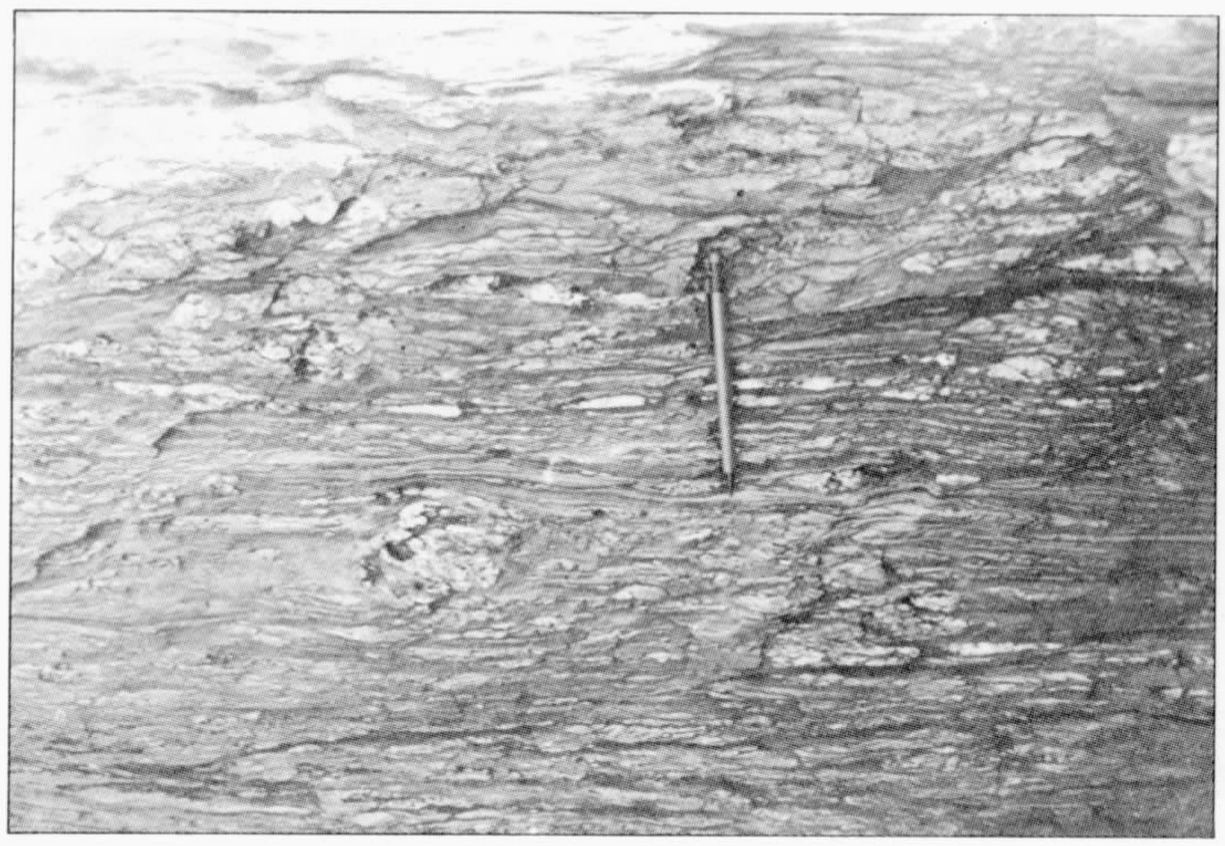
5. Geofísica Terrestre (km)

Gravimetria 67
Magnetometria 155
Cintilometria 155

ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS

1

2



3

4

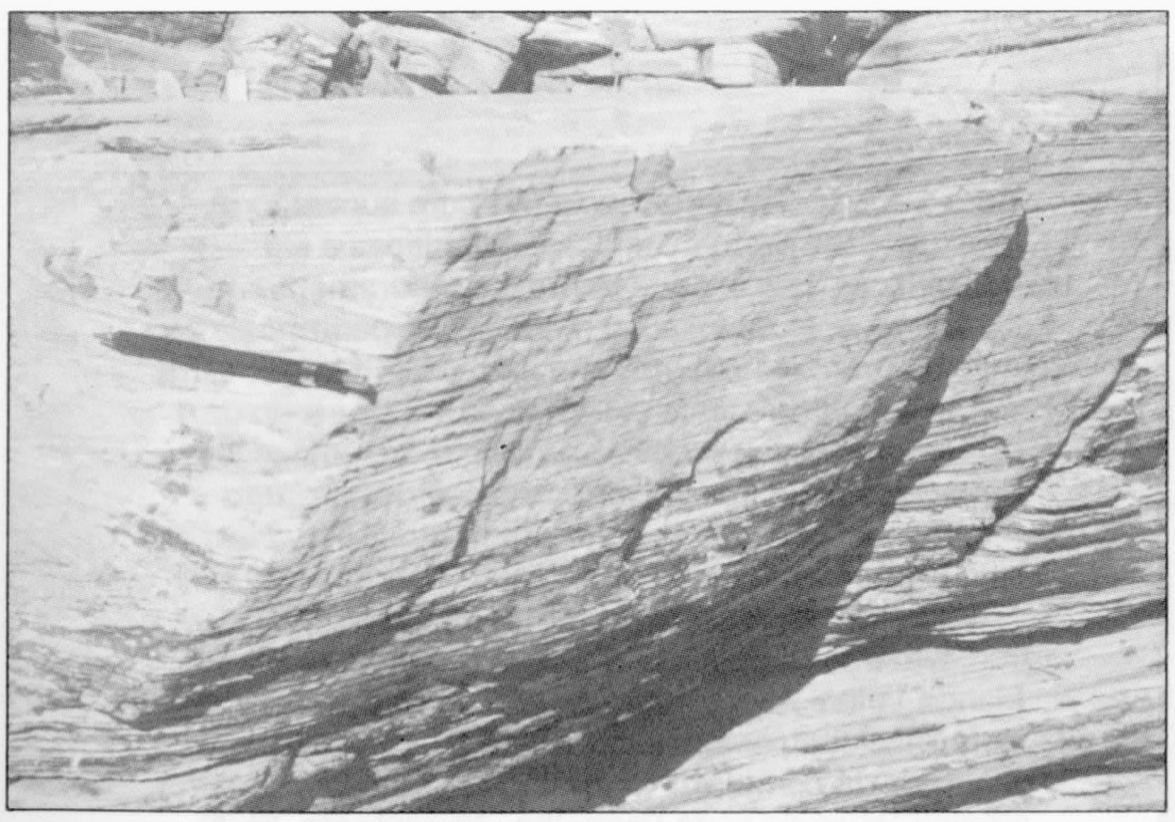
5

Foto 1 – Estágios deformacionais com sucessão de "bandas" protomiloníticas, miloníticas e até ultramiloníticas. Local: serra Vermelha. Afloramento JR-41. **Foto 2** – Aspecto da foliação milonítica superimposta às rochas do granitóide Serra Vermelha ($PS\gamma_2$). Local: serra Vermelha. Afloramento JR-46. **Foto 3** – Lineação de estiramento paralela aos eixos de microcrenulações relacionadas à fase D_4, em metapelitos do grupo Cachoeirinha. Local: rio Itaim. Afloramento JR-12. **Foto 4** – Plano horizontal. Biotita-gnaisse com bandamento (S_n) pronunciado, afetado por dobras isoclinais (F_2), parcialmente migmatizado. Local: próximo ao morro Manga Velha. Afloramento JR-252. **Foto 5** – Aspecto deformacional, destacando a fase D_4, na seqüência gnáissica do complexo Gnáissico-Migmatítico. Local: proximidades da serra Vermelha. Afloramento JR-29.

6

7

8



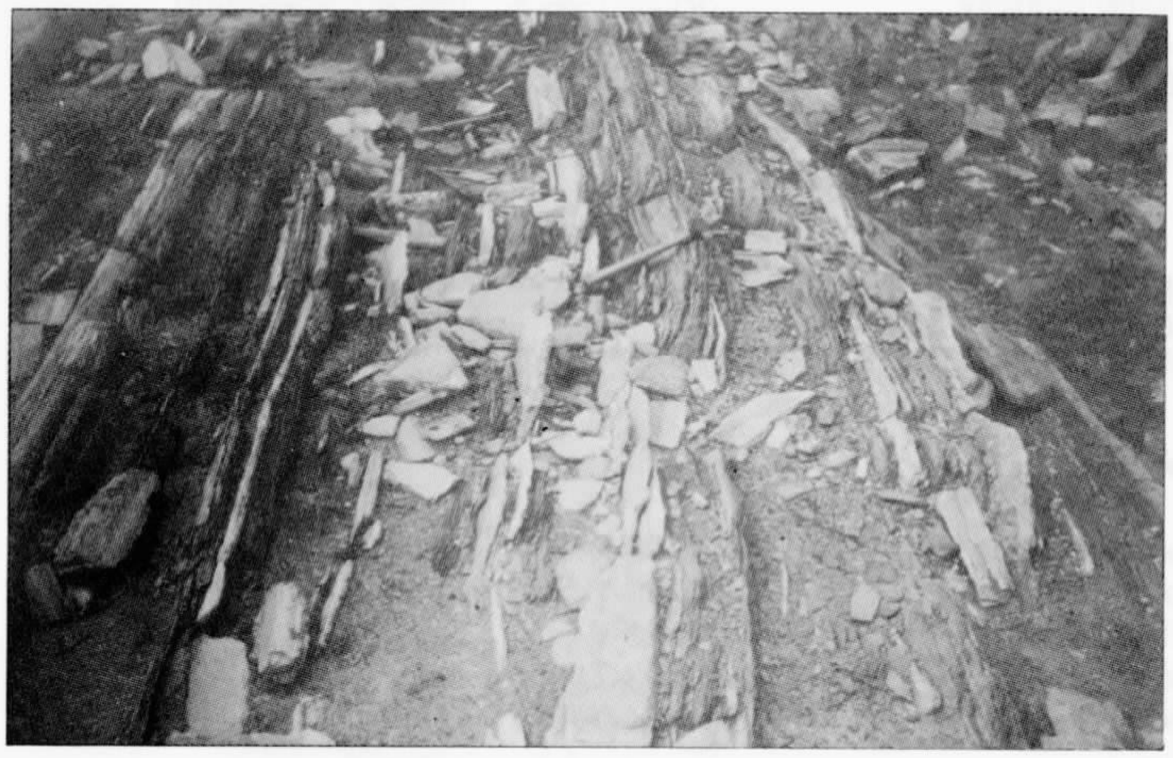
9

10

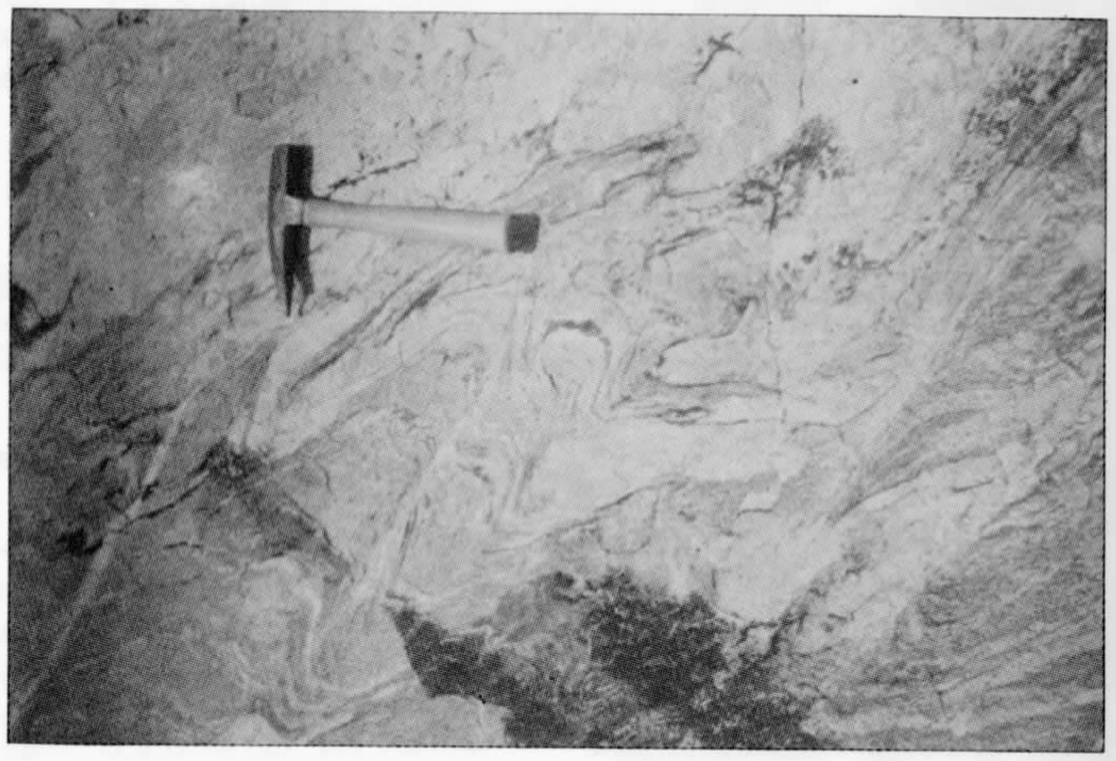
Foto 6 – Estilo de dobras F_4 em rochas migmatizadas do complexo Gnáissico-Migmatítico. Local: Poço das Mulheres. Afloramento JR-384. **Foto 7** – Contato intrusivo entre ortognaisse granítico com foliação S_{1-2}, truncando o bandamento gnáissico (S_n) desenvolvido em biotita-gnaisse do complexo Gnáissico-Migmatítico. Local: proximidades de Belmonte. Afloramento JR-154. **Foto 8** – Padrão de interferência tipo "bumerengue" resultante de superposição de dobras D_4/D_n, desenhado por veios quartzofeldspáticos em gnaisses de composição tonalítica. Local: proximidades de Cantinho. Afloramento JR-360. **Foto 9** – Seção em duas direções mostrando estilo de dobras F_2. A foliação S_2, plano axial dessas dobras, é desenvolvida em gnaisses quartzofeldspáticos do complexo Gnáissico-Migmatítico. Local. Curral Novo. Afloramento JR-31. **Foto 10** – Estilo de dobras F_2 em biotita-hornblenda-gnaisses do complexo Gnáissico-Migmatítico. Local: Curral Novo. Afloramento JR-31.

11

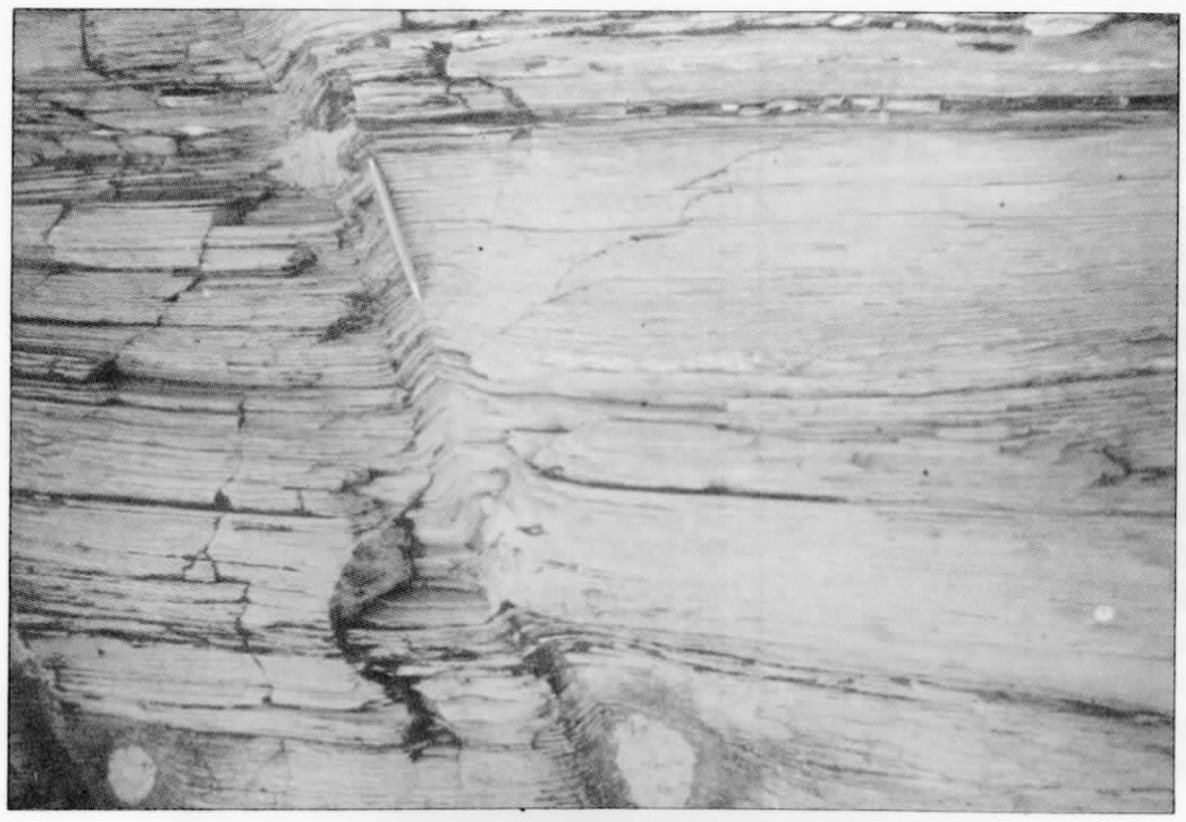
12



13



14



15

16

Foto 11 – Ortognaisses quartzofeldspáticos em zonas de alto **strain** da deformação tangencial (D_{1-2}), mostrando fenômeno de truncamento da foliação. Local: Curral Novo. Afloramento: JR-31. **Foto 12** – Boudinagem de foliação em ortognaisses quartzofeldspáticos, indicando forte extensão na direção N-S (sul à direita da foto), durante a deformação tangencial D_{1-2}. Local: Curral Novo. Afloramento JR-31. **Foto 13** – Foliação milonítica verticalizada desenvolvida em gnaisses do complexo Gnáissico-Migmatítico. Local: proximidades da serra Vermelha. Afloramento JR-40. **Foto 14** – Relação neossoma/paleossoma, com desenvolvimento de complexo padrão de dobramentos, em migmatitos do complexo Gnáissico Migmatítico. Local: sítio Riacho. Afloramento JR-252. **Foto 15** – Feições de **kink bands** relacionados à deformações do sistema rúptil, em metapelitos do grupo Cachoeirinha. Local: Nova Situação. Afloramento JR-374. **Foto 16** – Megaenclaves de ortognaisses de composição tonalítica em granitóides sindeformação transcorrente D_4. Local: Poço do Angico. Afloramento JR-227.

Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil
(período 1985 – 1991)

Folhas em Execução

NA.19-X-C	-[1]	SB.22-Z-D	Araguaína [4]	SE.24-Y-C-VI	Colatina [1]
NA.19-X-D	-[1]	SC.22-X-B	Conceição do Araguaia [4]	SF.23-X-B-I	Mariana [1]
NA.19-Y-B	Rio Aiari [1]	SB.23-V-A	Rio Cajuapará [4]	SF.23-X-D-I	Rio Pomba [1]
NA.19-Y-D	Iauarete [1]	SB.24-V-D-V	Mombaça [1]	SF.24-V-A-II	Afonso Cláudio [1]
NA.19-Z-A	Rio Icana [1]	SB.24-Y-B-II	Catarina [1]	SF.24-V-A-III	Domingos Martins [1]
NA.19-Z-B	Cucuí [1]	SC.22-X-A	Redenção [4]	SF.24-V-A-V	Cachoeiro Itapemirim [1]
NA.19-Z-C	Rio Uaupés [1]	SC.22-Z-C	Xinguara [4]	SF.24-V-A-VI	Piuma [1]
NA.19-Z-D	Pico da Neblina [1]	SC.24-X-D-V	Arapiraca [1]	SG.22-X-C-III.4	Campo Largo [7]
NA.20-X-C-III	Paredão [1]	SD.21-Y-C-II	Pontes e Lacerda [1]	SG.22-X-C-VI.2	Contenda [7]
NA.20-X-C-VI	Serra do Ajarani [1]	SD.22-Z-C-VI	Itaguaru [1]	SG.22-X-D-I.1	Rio Branco do Sul [7]
SA.19-V-B	-[1]	SD.22-Z-D-IV	Jaraguá [1]	SG.22-X-D-I.3	Curitiba [7]
SA.19-X-A	Rio Curicuriari [1]	SD.22-Z-D-V	Pirenópolis [1]	SG.22-X-D-I.4	Piraquara [7]
SA.19-X-B	São Gabriel da Cachoeira [1]	SD-23-Z-D-II	Monte Azul [3]	SG.22-X-D-IV.1	Araucária [7]
SA.23-V-D/	Turiaçu/ [4]	SD.23-Z-D-V	Rio Pardo de Minas [3]	SG.22-X-D-IV.2	São José dos Pinhais [7]
SA.23-Y-B	Pinheiro [4]	SE.22-X-A-III	Itaberaí [1]	SG.22-X-D-IV.3	Mandirituba [7]
SA.23-X-C/	Cururupu/ [4]	SE.22-X-A-VI	Nazário [1]	SG.22-Z-D-I.2/	Botuverá/ [1]
SA.23-Z-A	São Luís [4]	SE.22-X-B-I	Nerópolis [1]	SG.22-Z-D-II.1	Brusque [1]
SA.23-Z-C	Itapecuru-Mirim [4]	SE.22-X-B-II	Anápolis [1]	SG.22-Z-D-V	Florianópolis [1]
SB.22-X-C	Serra Pelada [4]	SE.22-X-B-IV	Goiânia [1]	SH.22-V-C-IV	Santa Maria [3]
SB.22-X-D	Marabá [4]	SE.22-X-B-V	Leopoldo Bulhões [1]	SH.22-Y-A-I.4	Passo do Salsinho [1]
SB.22-Y-B	São Félix do Xingu [4]	SE.22-X-B-VI	Caraíba [1]	SH.22-Y-C-II	Piratini [1]
SB.22-Z-B	Xambioá [4]	SE.24-Y-C-V	Baixo Guandu [1]		

Folhas Concluídas

Impressas

NB.20-Z-B-V	- [1]	SC.20-V-C-VI	Mutumparaná [1]	SD.23-X-D	Bom Jesus da Lapa [2]
NB.20-Z-B-VI	- [1]	SC.20-V-D-I	Jaciparaná [1]	SD.23-Y-C	Brasília [2]
NB.20-Z-D-II	Rio Quino [1]	SC.24-V-A-II	Paulistana [1]	SD.23-Y-D	Buritis [2]
NB.20-Z-D-III	- [1]	SC.24-V-A-III	Santa Filomena [1]	SD.23-Z-D-IV	Janaúba [3]
NB.20-Z-D-V	Vila Pereira [1]	SC.24-V-A-IV	Barra do Bonito [1]	SD.24-V-A-II	Utinga [1]
NB-20-Z-D-VI	Rio Viruquim [1]	SC.24-V-A-V	Afrânio [1]	SD.24.V-A-V	Lençóis [1]
NB.21-Y-A-IV	- [1]	SC.24-V-A-VI	Riacho do Caboclo [1]	SD.24-V-C	Livramento do Brumado [2]
NB.21-Y-C-I	- [1]	SC.24-V-B-IV	Cristália [1]	SD.24-V-C-II	Mucugê [1]
NB.21-Y-C-IV	- [1]	SC.24-V-C-III	Petrolina [1]	SD.24-Y-A	Vitória da Conquista [2]
SA.22-Y-D	Altamira [4]	SC.24-V-D	Uauá [2]	SE.22-V-B	Iporá [2]
SA.23-Y-D	Santa Inês [4]	SC.24-V-D-I	Itamotinga [1]	SE.22-X-A	S. Luís de Montes Belos [2]
SB.22-Z-A	Serra dos Carajás [4]	SC.24-X-C-V	Santa Brígida [1]	SE.22-X-B	Goiânia [2]
SB.23-V-B	Vitorino Freire [4]	SC.24-X-C-VI	Piranhas [1]	SE.22-X-D	Morrinhos [2]
SB.23-V-C	Imperatriz [4]	SC.24-Y-B	Senhor do Bonfim [2]	SE.23-V-B	São Romão [2]
SB.24-X-B/D	Areia Branca/Mossoró [2]	SC.24-Y-B-VI	Euclides da Cunha [3]	SE.23-Z-B	Guanhães 2
SB.24-Y-C-V	Patos [1]	SC.24-Y-C	Jacobina [2]	SE.23-Z-C	Belo Horizonte [2]
SB.24-Y-C-VI	Simões [1]	SC.24-Y-D	Serrinha [2]	SE.23-Z-D	Ipatinga [2]
SB.24-Z-B-II	Currais Novos [3]	SC.24-Z-A-II	Jeremoabo [1]	SF.23-V-D-V.4	São Gonçalo do Sapucaí [1]
SB.24-Z-B-V	Jardim do Seridó [3]	SC.24-Z-A-III	Carira [1]	SF.23-X-B-II	Ponte Nova
SB.24-Z-C	Serra Talhada [2]	SC.25-V-A-II	Vitória de Sto. Antão [1]	SF.23-X-B-IV	Rio Espera [1]
SB.24-Z-C-VI	Afogados da Ingazeira [1]	SD.21-Z-A	Rosário do Oeste [2]	SF.23-X-C-III	Barbacena [1]
SB.24-Z-D-IV	Monteiro [1]	SD.21-Z-C	Cuiabá [2]	SF.23-X-C-IV	Lima Duarte [1]
SB.25-V-C	Natal [2]	SD.22-X-D	Porangatu [2]	SF.23-Y-B-II.2	Heliodora [1]
SB.25-V-C-IV	João Câmara [1]	SD.22-Z-B	Uruaçu [2]	SG.22-Z-B	Joinvile [2]
SB.25-Y-C-V	Limoeiro [1]	SD.22-Z-C	Ceres [2]	SH.22-Y-A	Cachoeira do Sul [2]
SC.20-V-B-V	Porto Velho [1]	SD.22-Z-D	Goianésia [2]		
SC.20-V-C-V	Abunã [1]	SD.23-X-B	Ibotirama [2]		

Em editoração

SB.24-Z-D-I	Patos [1]	SC.24-Y-D-IV	Mundo Novo [1]	SD.24-Y-B-V	Ibicaraí [1]
SB.24-Z-D-II	Juazeirinho [1]	SC.24-Y-D-V	Pintadas [1]	SD.24-Y-B-VI	Itabuna [1]
SC.24-Y-D-II	Gavião [1]	SC.24-Y-D-VI	Serrinha [1]		

[1] Levantamento Geológico/Geoquímico/Metalogenético na escala 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	Mangaqua [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 G[illegible]M	– Bibliografia
META	– Ocorrências Minerais
AFLO	– Descrição de Afloramento
PETR	– Análises Petrográficas
SIGEO	– Projetos de Geologia, Geoquímica, Geofísica
SISON	– Dados de Sondagem
DOTE	– Acervo Bibliográfico da CPRM
PROJ	– Carteira de Projetos da CPRM

Locais de [illegible]cesso: (*) DNPM: Brasília e Distrito Regional; (**)Bra[illegible]a e Distritos Regionais e CPRM: Rio de Janeiro

CARTA METALOGENÉTICA / PREVISIONAL
FOLHA SIMÕES, SB.24-Y-C-VI
ESCALA 1:100.000 – DNPM, 1991

MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA
SECRETARIA NACIONAL DE MINAS E METALURGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

SIMÕES

SB.24-Y-C-VI

CONVENÇÕES METALOGENÉTICAS

CARACTERES DOS JAZIMENTOS

SUBSTÂNCIA MINERAL

Fe – ferro gp – gipsita tl – talco

QUIMISMO

Não-sublinhado: óxidos, hidróxidos e metais nativos (Ex.: Fe, Au)

Sublinhado duplo: carbonatos, fosfatos, sulfatos, halóides, tungstatos (Ex.: Mg, K)

Sublinhado simples: sulfetos, arsenietos, sulfossais (Ex.: Pb, Zn)

Sublinhados com traços: silicatos (Ex.: Zr)

ASSOCIAÇÃO MINERALÓGICA (mineral – minério sublinhado)

gp : gipsita + anidrita + argila + quartzo
tl : talco + tremolita + actinolita ± clorita ± serpentinita
mg: magnetita + anfibólio ± quartzo ± feldspato

MORFOLOGIA (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
- 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 granitoides
- ligados a pegmatitos
- filonianos-hidrotermais
- metamórfico-metassomáticos

INDÍCIOS INDIRETOS DE MINERALIZAÇÕES

INDÍCIOS GEOQUÍMICOS

Valores em destaque em ppm Ex.: Sn (20)

Zonas Anômalas

em sedimento de corrente para bismuto (Bi), chumbo (Pb), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), ferro (Fe), lântanio (La), níquel (Ni), vanádio (V), ítrio (Y). Obs.: Os símbolos entre parênteses em algumas zonas são de elementos menos representativos.

Estações Anômalas

em sedimento de corrente para bário (Ba), berílio (Be), boro (B), bismuto (Bi), chumbo (Pb), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), estanho (Sn), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), nióbio (Nb), níquel (Ni), vanádio (V), zinco (Zn) e ítrio (Y).

em concentrado de bateia para chumbo (Pb), estanho (Sn), lantânio (La), Manganês (Mn), nióbio (Nb) e ítrio (Y).

em amostra de rocha para cromo/níquel (Cr/Ni), ferro (Fe) e talco (tl).

INDÍCIOS GEOFÍSICOS

Zonas de anomalia radiométrica de contagem total, geralmente relacionadas a corpos granitoides (valores 350 cps).

Contorno de zonas de susceptibilidade magnética anômala.

DADOS ECONÔMICOS

TAMANHO: pequeno; médio; grande

SITUAÇÃO ATUAL: mina; jazida; ativo; garimpo (lavra rudimentar); depósito; inativo; intermitente

CATEGORIAS

SUBSTÂNCIA	PEQUENO	MÉDIO	GRANDE	UNIDADE
Gipsita	$< 10^6$	$5 \times 10^6 >$		toneladas
Talco	$< 10^6$	$10^7 >$		toneladas
Magnetita	$< 5 \times 10^7$	$5 \times 10^8 >$		toneladas

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 geologico 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

ÁREAS Ia,b – Mineralização de talco e indícios de uma zona anômala em Ni, Co, Cu, Cr, V e Fe, comprovadamente relacionada a um corpo ("sill") de rocha ultrabásica situado no oeste da área, encaixado em metamorfitos do grupo Cachoeirinha. Prováveis mineralizações próximo às zonas de contato entre os metamorfitos e o corpo básico. Possível presença de zonas sulfetadas associadas a metavulcânicas do grupo Cachoeirinha. Com base nos indícios geoquímicos, é possível ocorrer filões quartzosos com mineralizações de ouro e zonas de alterações hidrotermais com ouro e/ou sulfetos.
ÁREAS IIa,b,c,d – Mineralizações de talco relacionadas a corpos ultramáficos talcificados. Indícios de zonas geoquimicamente anômalas para Bi, Cu, Cr e Ni, provavelmente ligados a rochas máfico-ultramáficas associadas a quartzitos. no âmbito do complexo Gnáissico-Migmatítico. É possível, ainda, presença de zonas sulfetadas associadas às rochas máfico-ultramáficas e/ou a outros litótipos.

ÁREAS IIIa,b – Mineralizações de ferro ligadas a horizontes de formações ferríferas e a prováveis associações de rochas máfico-ultramáficas com formações ferríferas, no âmbito do complexo Gnáissico-Migmatítico. É possível também a presença de zonas sulfetadas associadas a restos de supracrustais do embasamento.
ÁREAS IVa,b,c,d,e,f,g – Englobam diversos jazimentos de gipsita e indícios anômalos em Pb, no estrato evaporítico da formação Santana, sendo também provável, num espectro mais amplo dessa formação, a existência desse tipo de mineralização. Face aos indícios geoquímicos, é possível a existência de zonas sulfetadas associadas a litótipos da formação Santana, abaixo ou lateralmente zona evaporítica.
ÁREA V – Abrange jazimentos de gipsita relacionados à zona evaporítica da formação Santana, exposta na escarpa da chapada do Araripe.

DISCRIMINAÇÃO DOS METALOTECTOS

ÁREAS	INDÍCIOS DE MINERALIZAÇÕES	METALOTECTOS – COMPROVADOS	METALOTECTOS – PROVÁVEIS	METALOTECTOS – POSSÍVEIS
I a,b	Talco (Ni,Co,Cu,Cr,V,Fe)	"Sill" ultrabásico encaixado em xistos do grupo Cachoeirinha (c/talco).	Zona próxima ao contato com os xistos (Área Ia). Seqüência metavulcanossedimentar do grupo Cachoeirinha.	Zonas sulfetadas associadas à seqüência metavulcanossedimentar. Filões quartzosos com ouro. Zonas de alterações hidrotermais com ouro e/ou sulfetos.
II a,b,c,d	Talco (Bi,Cu,Cr,Ni)	Pequenos corpos ultramáficos talcificados.	Rochas máfico-ultramáficas associadas a quartzitos no âmbito do complexo Gnáissico-Migmatítico.	Zonas sulfetadas associadas a rochas máfico-ultramáficas e/ou litótipos do complexo Gnáissico-Migmatítico.
III a,b	Ferro	Formação ferrífera.	Associação de rochas máfico-ultramáficas com formações ferríferas no âmbito do complexo Gnáissico-Migmatítico.	Zonas sulfetadas associadas a restos de supracrustais do embasamento.
IV a,b,c,d, e,f,g	Gipsita (Pb)	Camada de gipsita da formação Santana.	Formação Santana.	Zonas sulfetadas associadas à litótipos da formação Santana, abaixo ou lateralmente à zona evaporítica.
V	Gipsita	Camada de gipsita da formação Santana.	Formação Santana.	Zonas sulfetadas associadas a litótipos da formação Santana, abaixo ou lateralmente à zona evaporítica.

As unidades litostratigráficas e/ou litótipos, realçados por convenções na cor rosa, representam os principais metalotectos identificados, de natureza litológica. ou 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 E/OU ASSOCIADAS	DADOS ECONÔMICOS
01	Gipsita	Sítio Cabeceiras, PI	Calcário. marga e argila da formação Santana	Rmed. = 1.715.650t Rind. = 522.154t Rinf. = 1.243.225t
02	Gipsita	Sítio Lagoa das Piranhas, PI	Calcário, marga e argila da formação Santana	Rinf. = 66.500t
03	Gipsita	Sítio Saco da Lagoa, PI	Calcário, marga e argila da formação Santana	Rinf. = 13.200t
04	Gipsita	Mina do Carão, PI	Calcário, marga e argila da formação Santana	Rinf. = 11.550t
05	Gipsita	Mina Arrojado, PE	Calcário, marga e argila da formação Santana	Rinf. = 8.250t
06	Gipsita	Mina Rocharia, PE	Calcário, marga e argila da formação Santana	Rmed. = 416.000t Rind. = 352.223t
07	Gipsita	Mina Valmir Semeão, PE	Calcário, marga e argila da formação Santana	Rinf. = 176.000t
08	Gipsita	Mina Lagoa de Dentro, PE	Calcário, marga e argila da formação Santana	Rmed. = 2.819.638t Rind. = 8.106.937t Rinf. = 17.796.491t
09	Gipsita	Mina Milhã, PI	Calcário, marga e argila da formação Santana	Rinf. = 16.500t
10	Magnetita	Sítio Baixio dos Bernardos, PI	Granitóides migmatizados/Rocha básico-ultrabásica	Rinf. = $13,5 \times 10^6$t/min.
11	Talco	Carnaubal, PI	Xisto/rocha básico-ultrabásica	Rinf. = 52.000t/min.
12	Talco	Sítio Paulo, PI	Xisto/rocha básico-ultrabásica	Rinf. = 164.000t/min.
13	Talco	Sítio Tamanduá, PI	Gnaisse/Rocha básica	Rinf. = 624.000t/min.

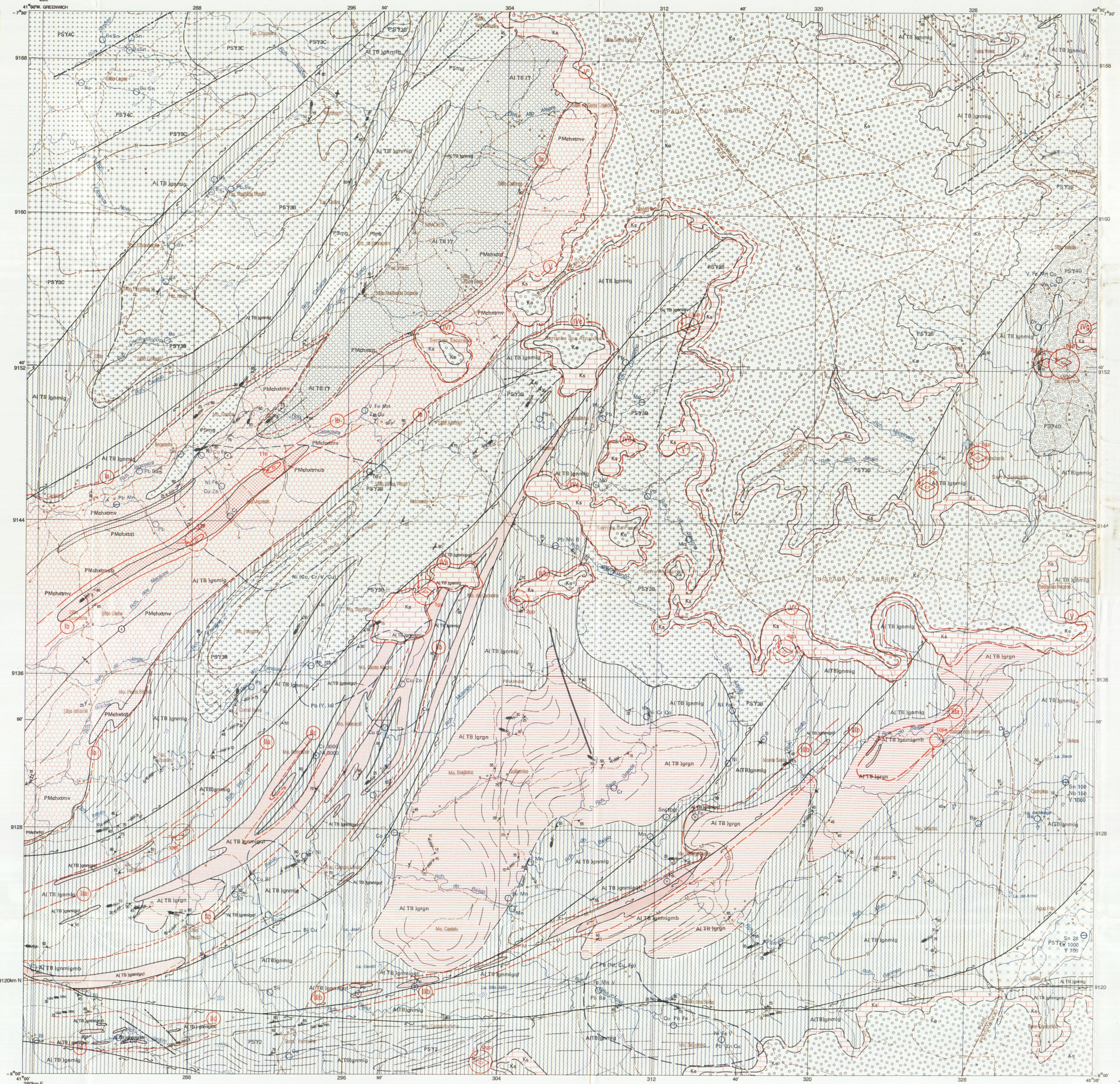
Rmed = Reserva medida, Rind = Reserva indicada,
Rinf = Reserva inferida, t/min = Tonelagem de Minério.

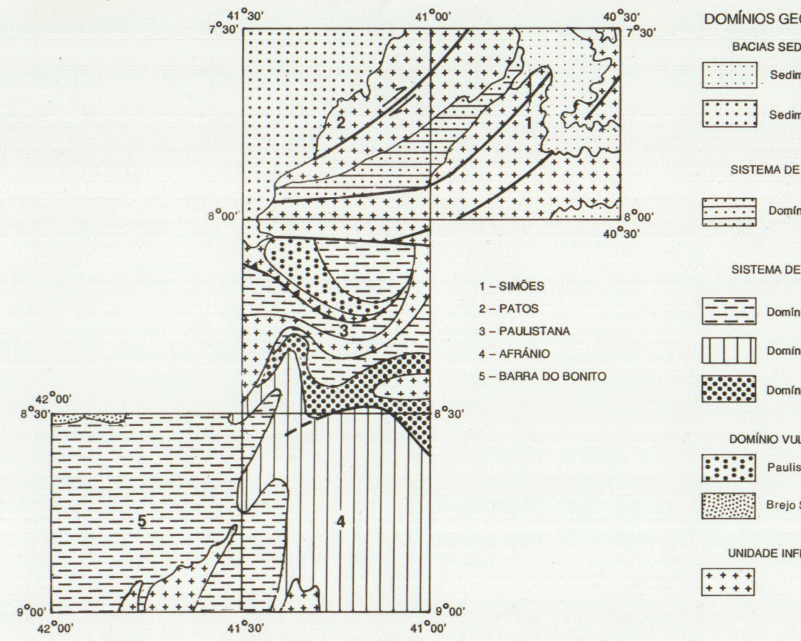
As informações relativas a esta folha formam um conjunto constituído por:

Carta Geológica, escala 1:100.000
Carta Metalogenética / Previsional, escala 1:100.000
Texto Explicativo
Mapas de Serviço, escala 1:100.000
Mapas de Caminhamento e Amostragem
Mapas Geoquímicos
Mapas Geofísicos

Arquivos Magnéticos: Fichas de descrição de afloramentos
Fichas de ocorrências minerais
Fichas de análises petrográficas
Boletins de análises químicas
Boletins de análises geoquímicas
Boletins de análises mineralógicas
Mapas digitalizados
Arquivos em Microfichas, Sistema COM

Informações sobre aquisição ou consulta destes documentos poderão ser obtidas no Departamento de Ciências Geológicas – DECIG / CPRM.





DOMÍNIOS GEOLÓGICOS REGIONAIS

BACIAS SEDIMENTARES FANEROZÓICAS
- Sedimentos cretácicos do grupo Chapada do Araripe
- Sedimentos paleozóicos da bacia do Parnaíba

SISTEMA DE DOBRAMENTOS JAGUARIBEANO (Grupo Cachoeirinha)
- Domínio Vulcanossedimentar

SISTEMA DE DOBRAMENTOS RIACHO DO PONTAL (Complexo Casa Nova)
- Domínio Marinho–Plataformal
- Domínio Marinho–Profundo
- Domínio Vulcanossedimentar (Monte Orebe)

DOMÍNIO VULCANOPLUTONOSSEDIMENTAR
- Paulistana
- Brejo Seco

UNIDADE INFERIOR

BACIAS SEDIMENTARES FANEROZÓICAS

				ROCHAS	AMBIÊNCIA	CONTEÚDO MINERAL	POTENCIAL METALOGENÉTICO
MESOZÓICO CRETÁCEO	GRUPO CHAPADA DO ARARIPE	FORMAÇÃO EXU	Ke	Arenito amarelado a avermelhado, textura média a grossa, friável, com ocasionais níveis conglomeráticos e intercalações caulínicas, com estratificações planoparaleia e cruzada.	Continental, fluvilacustre.	—	—
		FORMAÇÃO SANTANA	Ks	Calcário, folhelho, siltito calcífero, margas e calcarenito, contendo horizontes lenticulares de gipsita na porção inferior.	Marinho-raso e lagunar restrito.	Calcário e gipsita	Pb e Zn

SISTEMA DE DOBRAMENTOS JAGUARIBEANO
ROCHAS SUBVULCÂNICAS

		ROCHAS	GRANULOMETRIA E TEXTURA	DEFORMAÇÃO	QUIMISMO	POTENCIAL METALOGENÉTICO
PROTEROZÓICO SUPERIOR	PSmg	Alcalifeldspato-microgranito de cor rósea, eqüigranular, foliação incipiente, constituindo corpos alongados, paralelos aos traços dos cisalhamentos transcorrentes.	Fina, eqüigranular.	Orientação de fluxo incipiente, foliação milonítica.	Peralcalino, subaluminoso.	Mo, Terras-Raras, Zr, Ti, Nb, Th e U.

ROCHAS PLUTÔNICAS

			ROCHAS	GRANULAÇÃO E TEXTURA	ENCRAVES	DEFORMAÇÃO	QUIMISMO	LINHAGEM PETROGENÉTICA	NÍVEL CRUSTAL	POTENCIAL METALOGENÉTICO
PROTEROZÓICO SUPERIOR	GRANITÓIDES TARDI A PÓS DEFORMAÇÃO TRANSCORRENTE D_4	PS Y4D	Granito, cor-de-rosa a cinza-rósea.	Média a grossa e eqüigranular.	—	Leve orientação linear.	Calcialcalino, peraluminoso.	I – MC/I – MC	Epizona	Nb, W, Cu, Pb, Zn e Au
		PS Y4C	Alcalifeldspato-quartzosienito a quartzomonzogranito de cor rósea.	Fina a média e porfirítica.	Supracrustais máficos.	Orientação de fluxo e milonítica incipiente.	Alcalino, metaluminoso.	I – WC	Epizona	Th, Y, Terras-Raras, Nb e Zr
	GRANITÓIDES SIN DEFORMAÇÃO TRANSCORRENTE D_4	PS Y3D	Granito de coloração cinza-rósea.	Média a grossa, eqüigranular e porfiróide.	—	Foliado nas bordas e incipiente nos núcleos.	Alcalino, peraluminoso.	I – MC/I – WM	Epizona	Mo, W, Cu, Pb, Zn e Au
		PS Y3C	Biotita-granito e alcalifeldspato-granito de cor rósea.	Grossa a média porfiróide.	Supracrustais máficos.	Foliação milonítica acentuada.	Calcialcalino a alcalino meta-a peraluminoso.	I/WC	Mesozona	Th, Y, Terras-Raras, Zr e Nb
		PS Y3B	Biotita-granito-augen-gnaisse de coloração rósea e cinza.	Média a grossa, eqüigranular e augen.	—	Milonítica mais acentuada nas bordas.	Calcialcalino a alcalino. Meta-a peraluminoso.	I – MC/I – WC	Mesozona	Mo, W, Cu, Pb, Zn e Au
	GRANITÓIDES PRÉ A CEDO DEFORMAÇÃO TRANSCORRENTE D_4	PS Y2	Granito de coloração cinza-escura.	Média a grossa e augen.	—	Estrutura augen-gnáissica bastante deformada.	Calcialcalino a alcalino per-a metaluminoso.	I – MC/IWC	Mesozona	Mo, W, Cu, Pb, Zn e Au

DOMÍNIO VULCANOSSEDIMENTAR

			ROCHAS	DEFORMAÇÃO	METAMORFISMO	MAGMATISMO	CONTEÚDO MINERAL	POTENCIAL METALOGENÉTICO
PROTEROZÓICO MÉDIO	GRUPO CACHOEIRINHA	PMchxtqt, PMchxtmv, PMchxtmub, PMchxtqt	Cloritaxisto, sericita-cloritaxisto e albita-cloritaxisto de origem vulcânica, não-individualizados (PMchxtmv); horizontes individualizados de quartzitos a muscovita (PMchxtqt) e rochas metaultrabásicas (PMchxtmub).	Polifásica (mínimo de três fases deformacionais).	Fácies xisto-verde.	PSmg, PS Y4D, PS Y4C, PS Y3D, PS Y3C, PS Y3B, PS Y2	Talco	Cr, Ni, talco e sulfetos de metais básicos.

UNIDADE INFERIOR

				ROCHAS	GRANULOMETRIA E TEXTURA	DEFORMAÇÃO	QUIMISMO	LINHAGEM PETROGENÉTICA	NÍVEL CRUSTAL	POTENCIAL METALOGENÉTICO
ARQUEANO	EMBASAMENTO RETRABALHADO NOS CICLOS TRANSAMAZÔNICO E BRASILIANO	ROCHAS METAPLUTÔNICAS	A(TB)grgn	Biotita-ortognaisse de composição granítica a tonalítica, cinza a cinza-claro, migmatizado, predominando a estrutura bandada.	Fina a média e eqüigranular.	Bandamento gnáissico.	Calcialcalino a alcalino. Meta a peraluminoso.	I – WC – I – MC	Mesozona	Au, Cu, Mo, Ag, W, Pb e Zn
			A(TB)Y	Granitóide e ortognaisse de composição granodiorítica e tonalidade cinza a cinza-esverdeada.	Média a grossa e eqüigranular.	Foliação forte nas bordas e incipiente nos núcleos.	Toleítico a calcialcalino. Metaluminoso.	I – WC	Mesozona	Mo e Cu

				ROCHAS	DEFORMAÇÃO	METAMORFISMO	CONTEÚDO MINERAL	POTENCIAL METALOGENÉTICO
ARQUEANO	EMBASAMENTO RETRABALHADO NOS CICLOS TRANSAMAZÔNICO E BRASILIANO	COMPLEXO GNÁISSICO-MIGMATÍTICO	A(TB)gnmigqt, A(TB)gnmig, A(TB)gnmigqf, A(TB)gnmigmb	Predominância de gnaisses geralmente ortoderivados, bandados, por vezes migmatizados, de coloração cinza, composição variando de granodiorítica a tonalítica, muitas vezes augen-ortognaisses associados a ortognaisses róseos, somando-se corpos de anfibolito fortemente boudinados e restos de supracrustais não individualizados [A(TB)gnmig]; inclui, ainda, horizontes individualizados de quartzito a muscovita [A(TB)gnmigqt], quartzito ferrífero [A(TB)gnmigqf] e metabasito [A(TB)gnmigmb].	Polifásica com forte transposição e intensa milonitização relacionada a cisalhamento transcorrente.	Fácies anfibolito alto.	Talco, calcário e magnetita.	Talco, amianto, calcário, Cr, Ni e sulfetos de metais básicos.

Contato
Contato aproximado
Zona de cisalhamento transcorrente dextrógira
Falha
Falha provável
Fratura
Antiforme normal de 4ª geração
Sinforme normal de 4ª geração
Dobra de geração indefinida, com mergulho da superfície axial de valor medido
Lineamento estrutural
Foliação S_2 com mergulho de valor medido
Foliação S_2 com mergulho indicado
Foliação S_2 vertical
Foliação S_2 paralela à foliação S_1, com mergulho de valor medido
Foliação S_n com mergulho de valor medido
Foliação S_n com mergulho indicado
Foliação S_n vertical
Foliação milonítica, com mergulho de valor medido
Foliação milonítica, com mergulho indicado
Foliação milonítica vertical
Lineação B, de 2ª geração, com caimento de valor medido
Lineação B, de 2ª geração, com caimento indicado
Lineação B, de 3ª geração, com caimento indicado
Lineação B, de 4ª geração, com caimento de valor medido
Lineação B, de 4ª geração, com caimento indicado
Lineação de estiramento, de 2ª geração, com caimento de valor medido
Lineação de estiramento, de 2ª geração, com o caimento indicado
Lineação estiramento, de 4ª geração, com caimento de valor medido
Lineação de estiramento, de 4ª geração, com caimento indicado
Lineação de estiramento, de 4ª geração, com sentido do transporte (transcorrente dextrógiro) e caimento de valor medido

CIDADE
Vila
Povoado e outras localidades
Estrada sem pavimentação, tráfego permanente
Estrada sem pavimentação, tráfego periódico
Caminho
Limite interestadual
Linha de transmissão
Curso de água periódico
Lagoa periódica
Barragem, açude

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

CARTA METALOGENÉTICA/PREVISIONAL
FOLHA SIMÕES

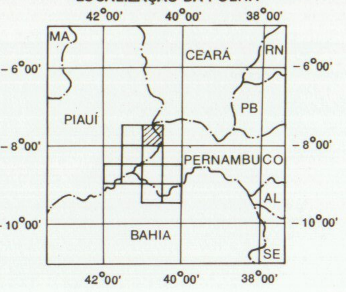
ESCALA 1: 100.000

2 km 0 2 4 6 km

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR

1991

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



ARTICULAÇÃO DA FOLHA

PICOS SB.24-Y-C-II	FRONTEIRAS SB.24-Y-C-III	CAMPOS SALES SB.24-Y-D-I
PATOS SB.24-Y-C-V	SIMÕES SB.24-Y-C-VI	OURICURI SB.24-Y-D-IV
PAULISTANA SC.24-V-A-II	SANTA FILOMENA SC.24-V-A-III	CRUZ DE MALTA SC.24-V-B-I

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-C-VI, Simões, escala 1:100.000, 1ª ed., 3ª imp., DSG, 1984.
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°40'W. Cresce 6,3' 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: José Alberto Ribeiro.
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.

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.

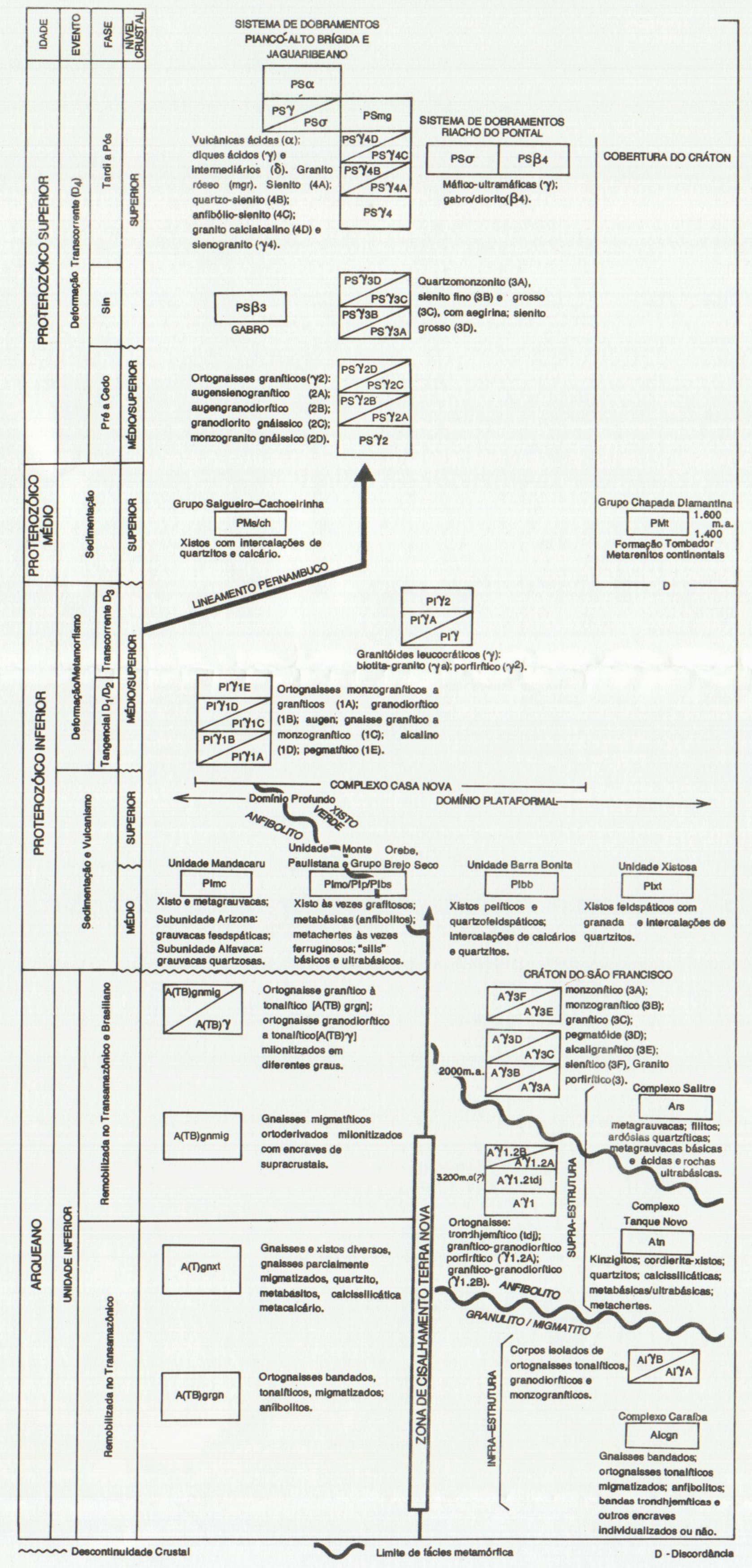
Técnicos responsáveis por esta folha:
Metalogenia: Inácio de Medeiros Delgado, Hermanilton Azevedo Gomes e Antonio Maurílio Vasconcelos.
Geoquímica: Sérgio João Frizzo.
Geofísica: José Carlos Rodrigues, Antonio Carlos Mota e Roberto Gusmão de Oliveira.
Cadastramento Mineral: João Francisco Silveira de Moraes.

Para a compilação deste tema foi utilizado, como base, o mapa geológico desta folha.

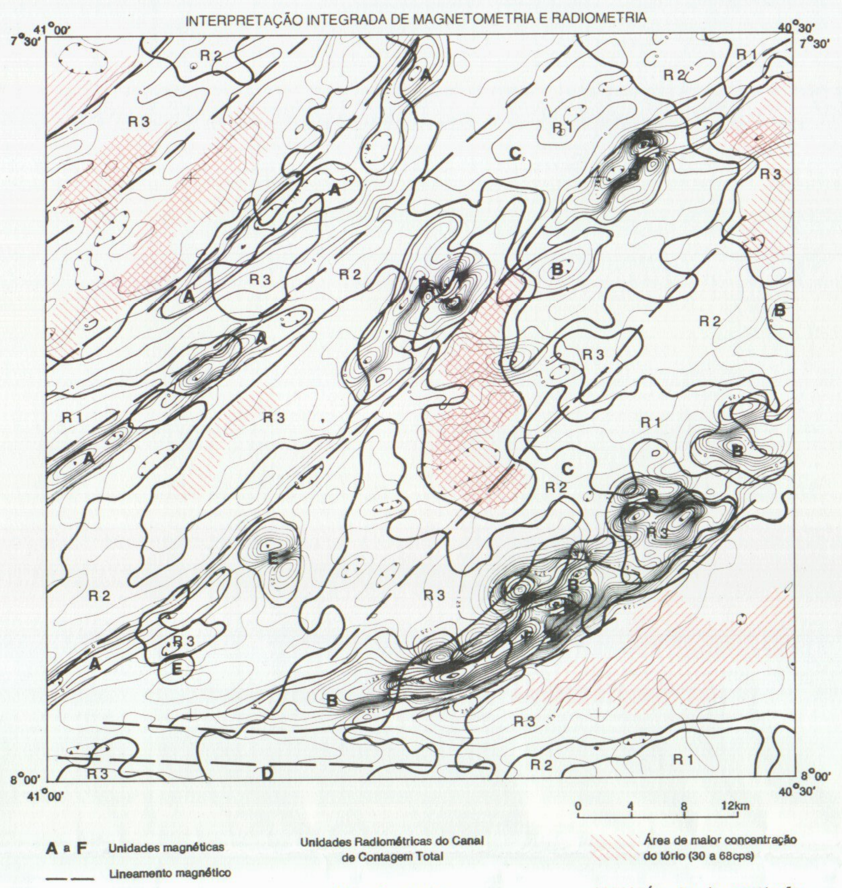
CARTA GEOLÓGICA
FOLHA SIMÕES, SB.24-Y-C-VI
ESCALA 1:100.000 – DNPM, 1991

MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA
SECRETARIA NACIONAL DE MINAS E METALURGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

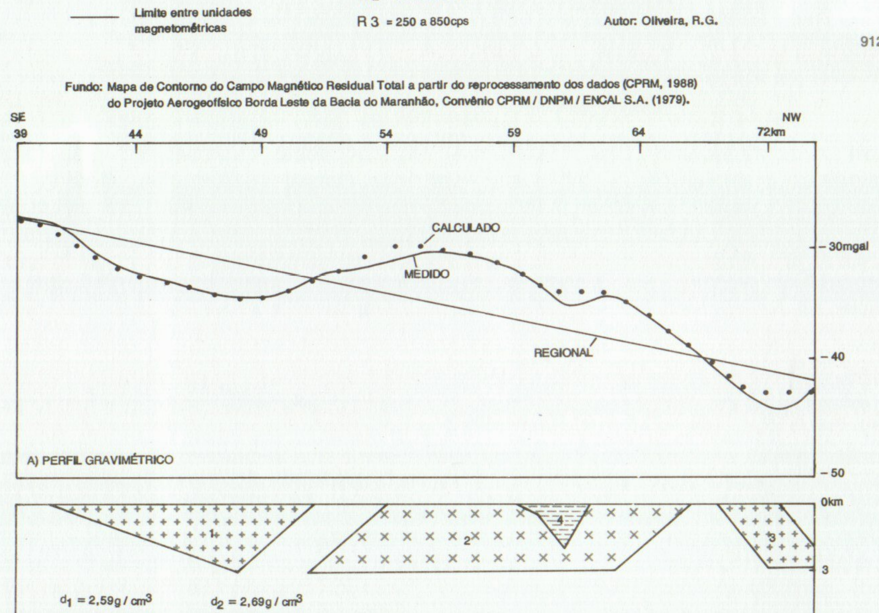
TECTONOSTRATIGRAFIA PRÉ-CAMBRIANA REGIONAL



INTERPRETAÇÃO INTEGRADA DE MAGNETOMETRIA E RADIOMETRIA



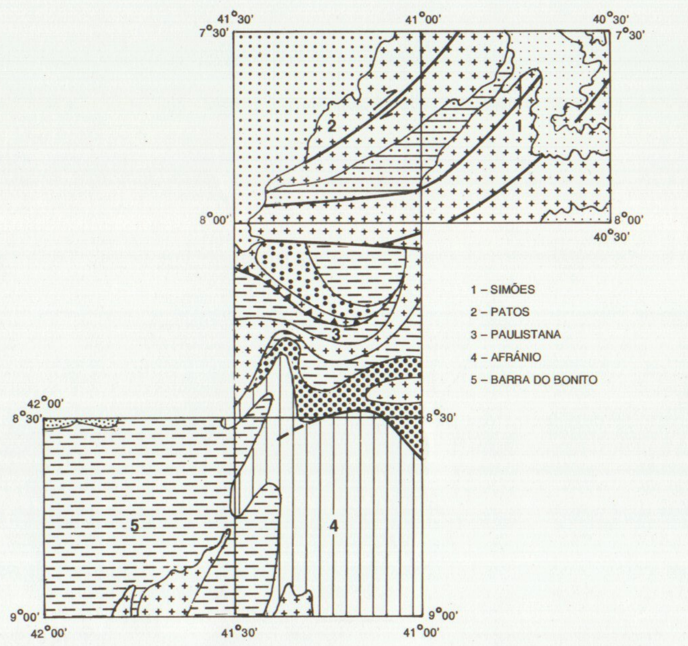
Fundo: Mapa de Contorno do Campo Magnético Residual Total a partir do reprocessamento dos dados (CPRM, 1988) do Projeto Aerogeofísico Borda Leste da Bacia do Maranhão, Convênio CPRM / DNPM / ENCAL S.A. (1979).



Autor: Motta, A.C.

SIMÕES SB.24-Y-C-VI

DOMÍNIOS GEOLÓGICOS REGIONAIS



BACIAS SEDIMENTARES FANEROZÓICAS

					ROCHAS	AMBIÊNCIA	CONTEÚDO MINERAL	POTENCIAL METALOGENÉTICO
MESOZÓICO	CRETÁCEO	GRUPO CHAPADA DO ARARIPE	FORMAÇÃO EXU	Ke	Arenito amarelado a avermelhado, textura média a grossa, friável, com ocasionais níveis conglomeráticos e intercalações caulínicas, com estratificações planoparalela e cruzada.	Continental, fluvilacustre.	—	—
			FORMAÇÃO SANTANA	Ks	Calcário, folhelho, siltito calcífero, margas e calcarenito, contendo horizontes lenticulares de gipsita na porção inferior.	Marinho-raso e lagunar restrito.	Calcário e gipsita	Pb e Zn

SISTEMA DE DOBRAMENTOS JAGUARIBEANO
ROCHAS SUBVULCÂNICAS

		ROCHAS	GRANULOMETRIA E TEXTURA	DEFORMAÇÃO	QUIMISMO	POTENCIAL METALOGENÉTICO
PROTEROZÓICO SUPERIOR	PSmg	Alcalifeldspato-microgranito de cor rósea, eqüigranular, foliação incipiente, constituindo corpos alongados, paralelos aos traços dos cisalhamentos transcorrentes.	Fina, eqüigranular.	Orientação de fluxo incipiente, foliação milonítica.	Peralcalino, subaluminoso.	Mo, Terras-Raras, Zr, Ti, Nb, Th e U.

ROCHAS PLUTÔNICAS

			ROCHAS	GRANULAÇÃO E TEXTURA	ENCRAVES	DEFORMAÇÃO	QUIMISMO	LINHAGEM PETROGENÉTICA	NÍVEL CRUSTAL	POTENCIAL METALOGENÉTICO
PROTEROZÓICO SUPERIOR	GRANITÓIDES TARDI A PÓS DEFORMAÇÃO TRANSCORRENTE D_4	PSγ4D	Granito, cor-de-rosa a cinza-rósea.	Média a grossa e eqüigranular.	—	Leve orientação linear.	Calcialcalino, peraluminoso.	I – MC/1 – MC	Epizona	Nb, W, Cu, Pb, Zn e Au
		PSγ4C	Alcalifeldspato-quartzosienito a quartzomonzogranito de cor rósea.	Fina a média e porfirítica.	Supracrustais máficos.	Orientação de fluxo e milonítica incipiente.	Alcalino, metaluminoso.	I – WC	Epizona	Th, Y, Terras-Raras, Nb e Zr
	GRANITÓIDES SIN DEFORMAÇÃO TRANSCORRENTE D_4	PSγ3D	Granito de coloração cinza-rósea.	Média a grossa, eqüigranular e porfiróide.	—	Foliado nas bordas e incipiente nos núcleos.	Alcalino, peraluminoso.	I – MC/I – WM	Epizona	Mo, W, Cu, Pb, Zn e Au
		PSγ3C	Biotita-granito e alcalifeldspato-granito de cor rósea.	Grossa a média porfiróide.	Supracrustais máficos.	Foliação milonítica acentuada.	Calcialcalino a alcalino meta-a peraluminoso.	I/WC	Mesozona	Th, Y, Terras-Raras, Zr e Nb
		PSγ3B	Biotita-granito-augen-gnaisse de coloração rósea e cinza.	Média a grossa, eqüigranular e augen.	—	Milonítica mais acentuada nas bordas.	Calcialcalino a alcalino. Meta-a peraluminoso.	I – MC/I – WC	Mesozona	Mo, W, Cu, Pb, Zn e Au
	GRANITÓIDES PRÉ A CEDO DEFORMAÇÃO TRANSCORRENTE D_4	PSγ2	Granito de coloração cinza-escura.	Média a grossa e augen.	—	Estrutura augen-gnáissica bastante deformada.	Calcialcalino a alcalino per-a metaluminoso.	I – MC/IWC	Mesozona	Mo, W, Cu, Pb, Zn e Au

DOMÍNIO VULCANOSSEDIMENTAR

			ROCHAS	DEFORMAÇÃO	METAMORFISMO	MAGMATISMO	CONTEÚDO MINERAL	POTENCIAL METALOGENÉTICO
PROTEROZÓICO MÉDIO	GRUPO CACHOEIRINHA	PMchxtqt, PMchxtmv, PMchxtmub	Cloritaxisto, sericita-cloritaxisto e albita-cloritaxisto de origem vulcânica, não-individualizados (PMchxtmv); horizontes individualizados de quartzitos a muscovita (PMchxtqt) e rochas metaultrabásicas (PMchxtmub).	Polifásica (mínimo de três fases deformacionais).	Fácies xisto-verde.	PSmg PSγ4D PSγ4C PSγ3D PSγ3C PSγ3B PSγ2	Talco	Cr, Ni, talco e sulfetos de metais básicos.

UNIDADE INFERIOR

				ROCHAS	GRANULOMETRIA E TEXTURA	DEFORMAÇÃO	QUIMISMO	LINHAGEM PETROGENÉTICA	NÍVEL CRUSTAL	POTENCIAL METALOGENÉTICO
ARQUEANO	EMBASAMENTO RETRABALHADO NOS CICLOS TRANSAMAZÔNICO E BRASILIANO	ROCHAS METAPLUTÔNICAS	A(TB)grgn	Biotita-ortognaisse de composição granítica a tonalítica, cinza a cinza-claro, migmatizado, predominando a estrutura bandada.	Fina a média e eqüigranular.	Bandamento gnáissico.	Calcialcalino a alcalino. Meta a peraluminoso.	I – WC – I – MC	Mesozona	Au, Cu, Mo, Ag, W, Pb e Zn
			A(TB)γ	Granitóide e ortognaisse de composição granodiorítica e tonalidade cinza a cinza-esverdeada.	Média a grossa e eqüigranular.	Foliação forte nas bordas e incipiente nos núcleos.	Toleítico a calcialcalino. Metaluminoso.	I – WC	Mesozona	Mo e Cu

				ROCHAS	DEFORMAÇÃO	METAMORFISMO	CONTEÚDO MINERAL	POTENCIAL METALOGENÉTICO
ARQUEANO	EMBASAMENTO RETRABALHADO NOS CICLOS TRANSAMAZÔNICO E BRASILIANO	COMPLEXO GNÁISSICO-MIGMATÍTICO	A(TB)gnmigqt, A(TB)gnmig, A(TB)gnmigqf, A(TB)gnmigmb	Predominância de gnaisses geralmente ortoderivados, bandados, por vezes migmatizados, de coloração cinza, composição variando de granodiorítica a tonalítica, muitas vezes augen-ortognaisses associados a ortognaisses róseos, somando-se corpos de anfibolito fortemente boudinados e restos de supracrustais não individualizados [A(TB)gnmig]; inclui, ainda, horizontes individualizados de quartzito a muscovita [A(TB)gnmigqt], quartzito ferrífero [A(TB)gnmigqf] e metabasito [A(TB)gnmigmb].	Polifásica com forte transposição e intensa milonitização relacionada a cisalhamento transcorrente.	Fácies anfibolito alto.	Talco, calcário e magnetita.	Talco, amianto, calcário, Cr, Ni e sulfetos de metais básicos.

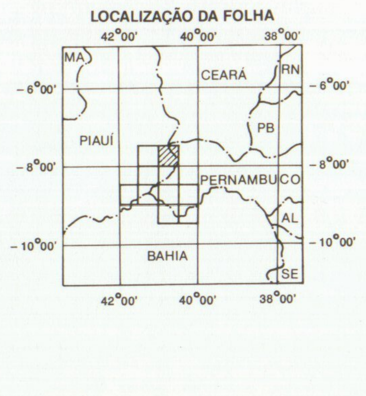
Convenções

- Contato
- Contato aproximado
- Zona de cisalhamento transcorrente dextrógira
- Falha
- Falha provável
- Fratura
- Antiforme normal de 4ª geração
- Sinforme normal de 4ª geração
- Dobra de geração indefinida, com mergulho da superfície axial de valor medido
- Lineamento estrutural
- Foliação S_2, com mergulho de valor medido
- Foliação S_2, com mergulho indicado
- Foliação S_2 vertical
- Foliação S_2 paralela à foliação S_1, com mergulho de valor medido
- Foliação S_n, com mergulho de valor medido
- Foliação S_n, com mergulho indicado
- Foliação S_n vertical
- Foliação milonítica, com mergulho de valor medido
- Foliação milonítica, com mergulho indicado
- Foliação milonítica vertical
- Lineação B, de 2ª geração, com caimento de valor medido
- Lineação B, de 2ª geração, com caimento indicado
- Lineação B, de 3ª geração, com caimento indicado
- Lineação B, de 4ª geração, com caimento de valor medido
- Lineação B, de 4ª geração, com caimento indicado
- Lineação de estiramento, de 2ª geração, com caimento de valor medido
- Lineação de estiramento, de 2ª geração, com o caimento indicado
- Lineação estiramento, de 4ª geração, com caimento de valor medido
- Lineação de estiramento, de 4ª geração, com caimento indicado
- Lineação de estiramento, de 4ª geração, com sentido do transporte (transcorrente dextrógiro) e caimento de valor medido
- Afloramento descrito
- Ocorrência
- Mina
- Depósito mineral
- gp – gipsita
- Fe – ferro
- tl – talco
- CIDADE
- Vila
- Povoado
- Estrada sem pavimentação, tráfego permanente
- Estrada sem pavimentação, tráfego periódico
- Caminho
- Limite interestadual
- Linha de transmissão
- Curso de água periódico
- Lagoa periódica
- Barragem, açude

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-C-VI, Simões, escala 1:100.000, 1º ed., 3º imp., DSG, 1984.
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°40'W. Cresce 6,3' 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: José Alberto Ribeiro.
Especificações e revisão da execução cartográfica: Wilheim Petter de Freire Bernard e Carlos Alberto da Silva Copolillo.
Digitalização da base planimétrica: COMPLASA Computação e Planejamento S/A.

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



CARTA GEOLÓGICA
FOLHA SIMÕES

ESCALA 1: 100.000

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR

1991

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

PICOS SB.24-Y-C-II	FRONTEIRAS SB.24-Y-C-III	CAMPOS SALES SB.24-Y-D-I
PATOS SB.24-Y-C-V	SIMÕES SB.24-Y-C-VI	OURICURI SB.24-Y-D-IV
PAULISTANA SC.24-V-A-II	SANTA FILOMENA SC.24-V-A-III	CRUZ DE MALTA SC.24-V-B-I

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.
Responsável técnico: José Alberto Ribeiro.
Supervisor: Antonio Maurílio Vasconcelos.
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.

As informações relativas a esta folha formam um conjunto constituído por:

Carta Geológica, escala 1:100.000
Carta Metalogenética / Previsional, escala 1:100.000
Texto Explicativo
Mapas de Serviço, escala 1:100.000
Mapas de Caminhamento e Amostragem
Mapas Geoquímicos
Mapas Geofísicos

Arquivos Magnéticos: Fichas de descrição de afloramentos
Fichas de ocorrências minerais
Fichas de análises petrográficas
Boletins de análises químicas
Boletins de análises geoquímicas
Boletins de análises mineralógicas
Mapas digitalizados

Arquivos em Microfichas, Sistema COM

Informações sobre aquisição ou consulta destes documentos poderão ser obtidas no Departamento de Ciências Geológicas – DECIG / CPRM.