MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

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

# AFRÂNIO

# FOLHA SC.24-V-A-V

## – ESTADOS DE PERNAMBUCO, PIAUÍ E BAHIA–

TEXTO EXPLICATIVO

ORGANIZADO POR

*Thales de Queiroz Sampaio*
*Antônio Maurílio Vasconcelos*

BRASÍLIA – 1991

MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA
*João Eduardo Cerdeira de Santana*
Ministro dc 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*
Director Adjunto

*Otto Bittencourt Netto*
Coordenador de Geologia e Produção Mineral

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

Onildo João Marini
Chefe da Divisão de Geologia

*Iran Ferreira Machado*
Coordenador de Economia e Tecnologia Mineral

*Ronald Márcio Rezende*
Chefe da Divisão do Produção *Mineral*

Benedicto Waldir Ramos
Chefe do Serviço de Cartografia e Informação Geológica

Frederico Lopes Meira Barbosa
Chefe da Divisão dc 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

*Luíz Sguissardi do Carmo*
Superintendente Regional de São Paulo

*Oswaldo Castanheira*
Superintendente Regional de Belo Horizonte

*João de Castro Mascarenhas*
Superintendente Regional de Recife

*Fernando Pereira de Carvalho*
Superintendente Regional de Manaus

*José Carlos Vieira Gonçalves da Silva*
Superintendente Regional de Salvador

*Odair Olivatti*
Superintendente Regional de Goiânia

*Xafi da Silva Jorge João*
Superintendente Regional de Belém

*Valter José Marques*
Chefe do Departamento de Ciências Geológicas

2151-5

# AFRÂNIO

# FOLHA SC.24–V–A–V

## ESCALA 1:100.000

I96

C P R M -- C I . O T E
ACERVO TÉCNICO
Relatório nº 2151-5
Nº de Volumes: 1 V. -
RHL - 011086

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

**DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL**

**COORDENAÇÃO NACIONAL DO PROGRAMA**

Carlos Oití Berbert

**SUPERVISÃO TÉCNICA NACIONAL**

Carlos Schobbenhaus
Emanuel T. de Queiroz

COLABORAÇÃO
Gilberto Ruy Derze
Cláudio Hecht

SUPERVISÃO TÉCNICA REGIONAL

Ronaldo Mossmann
(Porto Alegre)

Ricardo Motta Strieder
(São Paulo)

Antonio da Silva Wirz Leite
(Belo Horizonte)

Alarico Antonio F. Mont'Alverne
(Recife)

Taylor Araújo Collier
(Belém)

Armando da Silva Neiva
(Goiânia)

Hélio Pinto da Silva
(Salvador)

José R. de Magalhães Franco
(Manaus)

Pier Luigi Tosatto
(Rio de Janeiro)

Fernando A. da Costa Roberto
(Fortaleza)

João Awdziej
(Florianópolis)

Jair de Freitas
(Cuiabá)

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS**

**COORDENAÇÃO NACIONAL DO PROGRAMA**

Hermes Augusto Verner Inda

**COORDENAÇÃO-GERAL**

Valter José Marques

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 Alcir Pereira Ribeiro

PARTE II

| | |
|---|---|
| Capítulo 1 | Antônio Maurílio Vasconcelos e Francisco Edson Mendonça Gomes |
| Capítulo 2 | Thales de Queiroz Sampaio, Antônio Maurilio Vasconcelos, Francisco Edson Mendonça Gomes, Emiliano Cornélio de Souza e José Alberto Ribeiro (subitem 2.4.6) |
| Capítulo 3 | Francisco Edson Mendonça Gomes |
| Capítulo 4 | SérgioJoão Frizzo |
| Capítulo 5 | Mário José Metelo, Antônio Carlos Motta, Roberto Gusmão Oliveira e José Carlos Rodrigues |
| Capítulo 6 | Antônio Maurílio Vasconcelos e Inácio de Medeiros Delgado |
| Capítulo 7 | José Alcir Pereira Ribeiro |

PARTE III

| | |
|---|---|
| Capítulos 1 e 2 | Thales de Queiroz Sampaio, Antônio Maurílio Vasconcelos, Francisco Edson Mendonça Gomes, Sérgio João Frizzo e Mário José Metelo |
| Capítulo 3 | Thales de Queiroz Sampaio e Antônio Maurílio Vasconcelos |

CARTAS:

**Cartas Geológicas:**
Thales de Queiroz Sampaio e Jader Parente Filho

**Carta Metalogenético-Previsional:**
Inácio de Medeiros Delgado e
Hermanilton de Azevedo Gomes

ACOMPANHAMENTO TÉCNICO
Carlos Fernando Lopes
DNPM/Fortaleza

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

SAMPAIO, Thales de Queiroz.

Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: carta geológica, carta metalogenético-previsional – Escala 1:100.000 (folha SC.24-V-A-V – Afrânio). Estados de Pernambuco, Piauí e Bahia. Org. por Thales de Queiroz Sampaio 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: 558.13
CDU: 55(813)

# SUMÁRIO

RESUMO . . . . . i
ABSTRACT . . . . . iii

PARTE I – Introdução
Capítulo 1 – Introdução . . . . . 3
1.1 Sistema de Trabalho . . . . . 4
1.1.1 Aspectos gerenciais . . . . . 4
1.1.2 Metodologia . . . . . 4
1.2 Aspectos geográficos . . . . . 7
1.3 Geomorfologia . . . . . 8

PARTE II – GEOLOGIA
Capítulo 1 – Contexto Geológico Regional
1.1 Trabalhos anteriores . . . . . 13
1.2 Panorama geotectônico regional . . . . . 13
1.2.1 Considerações gerais . . . . . 13
1.2.2 Sistema de dobramentos Riacho do Pontal . . . . . 13
1.2.3 Contexto geológico atual . . . . . 16
Capítulo 2 – Estratigrafia . . . . . 16
2.1 Comentários gerais . . . . . 21
2.2 Unidade inferior retrabalhada no Transamazônico . . . . . 21
2.2.1 Subunidade Gnáissica – A(T)ogn . . . . . 21
2.2.2 Subunidade Gnáissico-xistosa – A(T)gnxt . . . . . 21
2.3 Supra-Estrutura (sistema de dobramentos Riacho do Pontal) . . . . . 24
2.3.1 Complexo Casa Nova . . . . . 25
2.3.1.1 Domínio marinho-plataformal . . . . . 25
2.3.1.2 Domínio marinho-profundo unidade Mandacaru . . . . . 27
2.3.1.3 Unidade vulcanossedimentar – Monte Orebe . . . . . 28
2.4 Rochas plutônicas da supra-estrutura . . . . . 31
2.4.1 Comentários gerais . . . . . 32
2.4.2 Ortognaisses a duas micas tipo Rajada – PIγ1A . . . . . 32
2.4.3 Leucortognaisses – PIγA . . . . . 34
2.4.4 Tonalito – PIγ . . . . . 34
2.4.5 Máfico-ultramáficas – PSB . . . . . 34
2.4.6 Característica litoquímica dos granitóides . . . . . 35
2.4.6.1 Introdução . . . . . 35
2.4.6.2 Amostragem, agrupamento e discriminância . . . . . 35
2.4.6.3 Classificação químico-mineralógica . . . . . 35
2.4.6.4 Caráter de alcalinidade e aluminosidade . . . . . 36

2.4.6.5 Minerais normativos fêmicos e coríndon . . . . . 40
2.4.6.6 Índices de assimilação . . . . . 40
2.4.6.7 Ambiência geotectônica . . . . . 43
2.4.6.8 Potencial metalogenético . . . . . 43
2.5 Coberturas Sedimentares Fanerozóicas . . . . . 43
2.5.1 Arenito Dois Irmãos – Tar . . . . . 44
2.5.2 Coberturas lateríticas – TQla . . . . . 44
2.5.3 Coberturas detrito-lateríticas – TQd/ltr . . . . . 46
2.5.4 Coberturas aluvionares – Qal . . . . . 46
Capítulo 3 – Geologia Estrutural e Tectônica . . . . . 47
3.1 Comentários gerais . . . . . 49
3.2 Relações embasamento/coberturas dobradas . . . . . 49
3.3 Análise geométrica das deformações . . . . . 49
3.3.1 Evento 1 – deformações exclusivas do embasamento . . . . . 53
3.3.2 Evento 2 . . . . . 53
3.4 Tratamento estatístico de dados estruturais em domínios. . . . . 55
3.5 Aspectos cinemáticos . . . . . 58
Capítulo 4 – reconhecimento Geoquímico . . . . . 58
4.1 Introdução . . . . . 63
4.2 Consideraçõs sobre o ambiente e dispersão dos elementos . . . . . 63
4.3 Sistemática adotada . . . . . 63
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 . . . . . 64
4.5.1 Caracterização das populações . . . . . 68
4.5.2 Zonas e estações anômalas . . . . . 68
Capítulo 5 – Geofísica . . . . . 69
5.1 Sistemática adotada . . . . . 77
5.2 Dados Utilizados . . . . . 77
5.2.1 Aerogeofísica . . . . . 77
5.2.2 Geofísica terrestre . . . . . 77
5.3 Interpretação e correlação dos dados . . . . . 77
5.3.1 Magnetometria aérea . . . . . 79
5.3.1.1 Interpretação magnética . . . . . 79
5.3.1.2 Correlação geológica das unidades magnéticas . . . . . 79
5.3.2.Gamaespectrometria aérea . . . . . 83
5.3.2.1 Interpretação radiométrica . . . . . 83
5.3.2.2 Correlação geológica das unidades radiométricas . . . . . 83
5.3.3 Geofísica terrestre . . . . . 83
5.3.3.1 Perfis geofísicos regionais . . . . . 86
5.3.3.2 Perfis magnetométricos e radiométricos de detalhe. . . . . 87
5.3.3.3 Perfil C-D – magnetometria e cintilometria . . . . . 92
5.3.3.4 Perfil E-F – magnetometria e cintilometria . . . . . 92
5.3.3.5 Perfil G-H – magnetometria e cintilometria . . . . . 92
5.3.3.6 Perfil I-J – magnetometria e cintilometria . . . . . 94
5.3.3.7 Perfil L-M – magnetometria e cintilometria . . . . . 94
5.4 Contribuição da Geofísica à Tectônica da Área . . . . . 94
Capítulo 6 – Metalogenia . . . . . 99
6.1 Considerações preliminares . . . . . 99
6.2 Panorama metalogenético . . . . . 99
Capítulo 7 – Geologia Econômica . . . . . 103
7.1 Panorama mineral da área . . . . . 103
7.2 Ferro . . . . . 103

7.3 Vermiculita . . . . . 103
7.4 Calcário cristalino . . . . . 104

PARTE III – RESULTADOS
Capítulo 1 – Conclusões . . . . . 107
1.1 Geologia . . . . . 107
1.2 Geoquímica . . . . . 108
1.3 Geofísica . . . . . 109
1.4 Metalogenia . . . . . 109
Capítulo 2 – Recomendações . . . . . 111
2.1 Geologia . . . . . 111
2.2 Geoquímica . . . . . 111
2.3 Geofísica . . . . . 111
Capítulo 3 – Informações Geradas . . . . . 113
3.1 Texto explicativo Ilustrado . . . . . 113
3.2 Documentos anexos ao texto explicativo . . . . . 113
3.3 Documentos disponíveis em arquivo eletrônico . . . . . 113
3.4 Documentos disponíveis no DNPM (escala 1:100.000) . . . . . 113

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . . 115

APÊNDICES
Súmula de Dados de Produção . . . . . 122
Ilustrações Fotográficas . . . . . 123

ANEXOS
.Carta Geológica
.Carta Metalogenético-Previsional

# RESUMO


O trabalho ora apresentado constitui o produto final do levantamento geológico sistemático, escala 1:100.000, da Folha Afrânio (SC.24-V-A-V), situada na zona limítrofe dos estados do Piauí e Pernambuco. Abrange uma área de cerca de 3.000km$^2$, limitada pelos paralelos de 8°30' e 9°00' de latitude sul e pelos meridianos 41°00' e 41°30' de longitude oeste de Greenwich. Faz parte do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, em execução pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM para o Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM.

A metodologia adotada é coerente com as modernas técnicas de levantamento geológico, caracterizando-se pela utilização integrada de 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 litótipos identificados na Folha Afrânio em três grandes agrupamentos fundamentais: Unidade Inferior, Supra-Estrutura e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas.

O primeiro agrupamento exibe evidências de retrabalhamento no Ciclo Transamazônico e compreende duas unidades; uma constituída essencialmente por paragnaisses parcialmente migmatizados, xistos e quartzitos, denominada subunidade Gnáissico-Xistosa, e outra, por ortognaisses bandadas e migmatizados, de composição tonalítica, denominada subunidade Gnáissica.

A Supra-Estrutura, representada pelo Complexo Casa Nova e plutônicas associadas, inclui supracrustais diversas, multiplamente deformadas e metamorfizadas ao longo de uma história evolutiva policíclica, com registros de intensa atividade magmática, essencialmente plutono-ácida a intermediária e, secundariamente, vulcanomáfica.

O terceiro agrupamento corresponde às Coberturas Sedimentares Fanerozóicas não-dobradas, representadas por sedimentos arenoconglomeráticos e lateríticos, pouco ou não-consolidados.

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 reconhecimento de dois grandes eventos geológicos, que influenciaram na estruturação 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. É representado por um bandamento gnáissico e/ou foliação ($S_n$) penetrativa em todas as escalas. O ciclo seguinte afeta tanto as rochas mais antigas quanto às supracrustais do Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal (Complexo Casa Nova). Desenvolveu-se em três fases distintas, compondo um quadro de evolução estrutural progressiva, sob um regime de tectônica predominantemente tangencial.

A prospecção geoquímica regional, constando de amostragem de sedimentos de corrente e concentrados de bateia, em pontos previamente selecionados ao longo da rede de drenagem, forneceu subsídios para análise metalogenética, através da indicação de áreas anômalas provavelmente relacionadas a mineralizações. Também foram efetuados estudos litogeoquímicos, 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 cartas aerogeofísicas (magnetometria e gamaespectrometria), juntamente com levantamentos de geofísica terrestre, utilizando os métodos de magnetometria, gravimetria e cintilometria, constituíram importante ferramenta na determinação da forma e profundidade de corpos geológicos, além de variações de espessura crustal, fornecendo subsídios para compreensão de aspectos ligados à tectônica regional da área.

Por fim, através da integração e análise de todas as informações fornecidas pelos vários métodos de pesquisa

utilizados no transcorrer dos trabalhos, procedeu-se à elaboração da Carta Metalogenética-Previsional, escala 1:100.000, destacando áreas potencialmente favoráveis para exploração mineral, além de evidenciar os principais controles litológicos, estruturais, ambientais e temporais das mineralizações.

# ABSTRACT


This publication constitutes the final result of the systematic geological mapping of Afrânio Sheet (SC.24-V-A-V) in 1:100.000 scale, a part of the Brazilian Basic Geological Survey – PLGB, carried out by Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, for the Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM. This sheet is located at the border of Piaui and Pernambuco states and covers an area of 3,000 sq. km delimited by parallels 8°30' – 9°00' S and meridians 41°00' – 41°30' west of Greenwich.

The adopted methodology stressed the most updated concepts regarding geological surveying and is characterized by the integration of geological mapping, geochemistry, geophysics, and metallogeny based on petrographic, chemical and geochemical analytical data. The achieved results are consolidated in the Geologic and Metallogenetic – Previsional charts.

The geological mapping assembled the diverse lithotypes identified in Afrânio Sheet into three main groups: the reworked Archean Lower Unit, Suprastructure and the Phanerozoic Sedimentary Covers

The first grouping exhibits evidences of reworking during the Transamazonian Cycle and comprises two units: the first one formed essentially by partially migmatized paragneisses, schists and quartzites, is named Gneissic-Schistose Subunit. The other group, named Gneissic Subunit, is represented by banded and migmatized orthogneisses of tonalitic composition.

The Suprastructure, represented by Casa Nova Complex and associated plutonic rocks, includes different multi-deformed and metamorphosed supracrustal rocks affected during a policyclic evolutive history which shows an intensive plutonic activity, mainly acid to intemediate and volcanomafic activity, in minor scale.

The third grouping corresponds to the non - folded Phanerozoic sedimentary covers which are represented by poorly or non - consolidated areno-conglomeratic and lateritic sediments.

The integrated analysis of the organization of planar and linear elements, as well as, the pattern and intensity of deformations, observed in any scale, made possible to distinguish two great geological events which affected the framework of the investigated crustal segment.

The oldest event affected only the rocks of the lower unit, considered in this report as the reworked Archean Basement, and is represented by a gneissic banding and/or a foliation ($S_n$) observed in any scale. The following cycle affected, in the same way, the oldest rocks and the supracrustal sequence of the Riacho do Pontal folding system (Casa Nova Complex). This cycle had been developed into three distinctive phases and formed a progressive structural evolution frame under a predominantely tangential tectonic system.

The regional geochemical prospection consisting of heavy mineral and stream sediment sampling, on selected points along the drainage system, provided basic information for the metallogenetic analysis, by the indication of anomalous areas probably related to mineralization. At reconaissance level, lithochemical studies on magmatic bodies and their metamorphic correspondents were also carried out with the aim of its petrogenetic, geotectonic and metallogenetic characterization.

The reprocessing and the interpretation of airborne geophysical charts (magnetometry and gammaspectometry) in association to ground geophysical survey (magnetometry, gravimetry and scintillometry) represented an important tool for the determination of shape and depth of the geologic bodies, besides the variation of crustal thickness and supplying important feedback for the understanding of the regional tectonic features.

Finally, through the integration and analysis of all information provided by the different prospection methods, a metallogenic-previsional chart, in 1:100.000 scale, was elaborated, emphasizing potentially propitious areas for mineral exploration as well as the main lithic, structural, environmental and temporal mineralization controls.

# PARTE I

# INTRODUÇAO

# Capítulo 1
# Introdução

*por*
*Antônio Maurílio Vasconcelos e José Alcir Pereira 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 mapeamento geológico, cadastramento mineral e cartografia metalogenético-previsional numa 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 Afrânio, objeto deste texto explicativo (figura I.1.1).

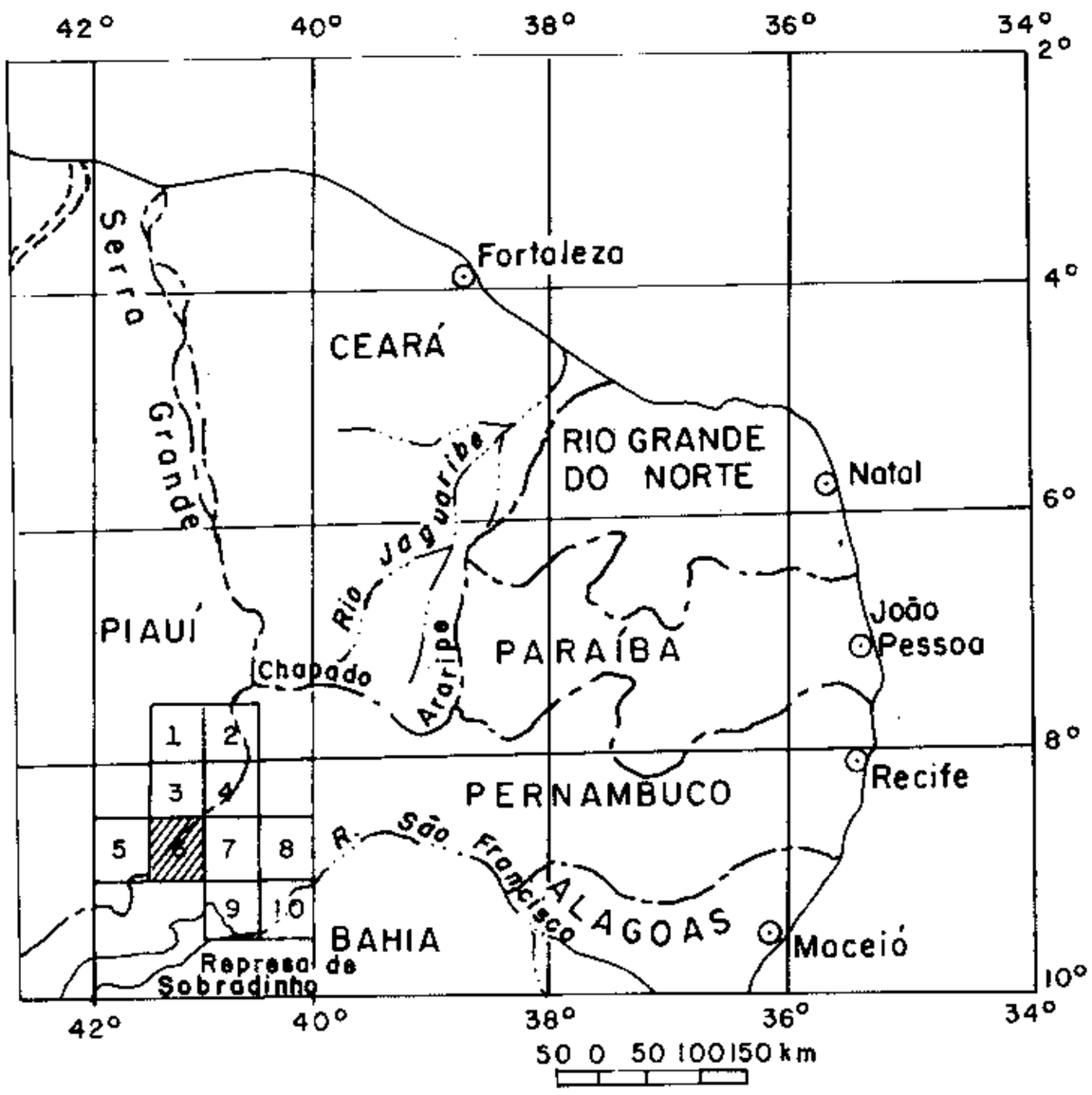



**Figura I.1.1 – Mapa de localização.**

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 à formação de depósitos de sulfetos de metais básicos, além de talco, ferro, amianto, calcário e outras substâncias.

O principal objetivo do levantamento foi o conhecimento geológico da área na escala 1:100.000, dando ênfase aos seguintes aspectos:

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

– estudo das relações 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 ordem magmática;

– estudo das relações entre as seqüências supracrustais do Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal com 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 do sistema;

– seleção de alvos prospectáveis para sulfetos maciços de pequeno e médio porte, que são associados a terrenos vulcanossedimentares.

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

O início dos serviços ocorreu em fevereiro de 1986, após

uma ampla reformulação na metodologia tradicional de levantamento geológico sistemático.

Este texto explicativo refere-se à geologia representada nas cartas Geológica e Metalogenética-Previsional da Folha Afrânio, limitada pelos paralelos 8°30' e 9°00' de latitude sul e pelos meridianos 41°00' e 41°30' de longitude oeste de Greenwich. Abrange parte dos estados do Piauí, Pernambuco e Bahia, englobando porções dos municípios de Paulistana (PI), Afrânio (PE) e Casa Nova (BA). A cidade de Afrânio, localizada no extremo-NE da área, destaca-se como centro urbano mais importante.

O acesso à área, partindo de Fortaleza, é feito através de estradas asfaltadas (BR-020, BR-316 e BR-407) até a localidade de Afrânio, num percurso aproximado de 750km. Outro acesso poderá ser feito partindo-se de Recife através das rodovias federais (BR-233, BR-116 e BR-428) até a cidade de Petrolina, num percurso aproximado de 750km, prosseguindo-se, finalmente, através da BR-407, por cerca de 110km até o município de Afrânio. Os demais locais da área, como os distritos de Queimada Nova (PI), no extremo-NW da folha e Ouricuri (BA), no extremo-sul, são alcançados através de estradas não-pavimentadas, em estado de conservação precário, transitáveis apenas no período de estiagem. Por via aérea, o acesso poderá ser feito até a cidade de Petrolina, onde está localizado o aeroporto mais próximo, recebendo vôos regulares diários.

## 1.1 Sistema de trabalho

Esse subitem está dividido em comentários sobre aspectos gerenciais do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, que norteou os serviços da folha Afrânio e na apresentação de informações sobre a metodologia 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 da do Proterozóico, e na melhoria das ferramentas analíticas e computacionais.

Para executar o Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – 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 técnico-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 Nacional de Informação Geológica – 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 ao 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 os treinamentos 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; valorização dos métodos quantitativos e de técnicas correspondentes; integração, em tempo real, das várias disciplinas e métodos que participam do levantamento.

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

### 1.1.2 Metodologia

Para o levantamento geológico da folha Afrânio, à semelhança das demais, foi adotado um procedimento-padrão, adaptado, sempre que indicado, às condições

locais. Com o objetivo de fornecer subsídios para a avaliação dos resultados divulgados neste texto explicativo e respectivas cartas, serão descritas, a seguir, as principais características desse procedimento.

A execução dos serviços programados foi realizada em seis etapas principais: compilação e análise bibliográficas, fotointerpretação, primeira fase de campo, consolidação de dados e elaboração do mapa geológico preliminar, segunda fase de campo, integração e consolidação de dados e elaboração do texto explicativo.

A etapa inicial constou de coleta e análise dos trabalhos de cunho geológico anteriormente realizados na região, apresentando como principais resultados os seguintes documentos: carta-índice dos levantamentos geológicos, geoquímicos e geofísicos; carta de afloramentos estudados, distinguindo os pontos descritos, amostrados e analisados; cartas com anomalias geoquímicas e geofísicas; arquivo de fichas de afloramentos e resultados de análises; e carta geológica compilada. Na ocasião, ficou evidenciado o baixo nível do conhecimento geológico da região, principalmente no que se relaciona às folhas Simões e Patos, e os principais problemas de ordem geológica, facilitando, assim, a elaboração de uma programação de atividades bastante objetiva, para que no final dos trabalhos se pudesse acrescentar algo de substancial ao panorama geológico da região.

Em seguida, procedeu-se à fotointerpretação geológica preliminar, em fotografias aéreas na escala 1:70.000, auxiliada por mosaicos semicontrolados de radar e imagens do Satélite Landsat 5, sensor TM bandas 3 e 4, escala 1:100.000, com consultas a imagens na escala 1:250.000 para integração regional. Nessa etapa, procurou-se individualizar todas as unidades representáveis na escala do mapa destacando as principais feições visíveis nas fotografias. De posse dessas feições, confeccionou-se o mapa fotogeológico preliminar, integrando os dados bibliográficos com a fotointerpretação. No final dessa fase, realizou-se uma viagem de reconhecimento com duração de vinte dias, para teste da fotointerpretação e estabelecimento dos critérios básicos de levantamento. Nessa ocasião, procedeu-se ao mapeamento geológico de uma "área-piloto" previamente selecionada, localizada na porção sudeste da folha Paulistana, contando com a participação de toda a equipe técnica, objetivando a definição de uma metodologia uniforme para os trabalhos de campo.

A primeira etapa de levantamento geológico sistemático foi executada em três períodos de trabalho de campo, com duração média de 20 dias cada, alternados com trabalhos de escritório. Da técnica adotada constou a realização de seções geológicas transversais previamente selecionadas durante a fase de fotointerpretação, visando a uma melhor amostragem dos diversos tipos de rochas, à caracterização das estruturas e litótipos, à individualização de horizontes-guia e à determinação das inter-relações geológicas. O estudo de afloramentos foi elaborado da maneira mais criteriosa possível, procurando-se extrair todas as informações neles contidas, tanto do ponto de vista petrográfico, quanto estrutural. Nessa etapa, também procurou-se registrar as ocorrências minerais, para posterior detalhamento pela equipe da metalogenia.

Da etapa seguinte constou a integração e consolidação das informações obtidas nos trabalhos executados. Procedeu-se a uma revisão da fotointerpretação preliminar, concluindo com a elaboração do mapa geológico preliminar, de fundamental importância para a programação da fase subseqüente.

Na ocasião foi realizada uma reunião com a comunidade geológica dos estados do Ceará e Piauí para análise dos resultados até então obtidos, visando a um maior aprimoramento dos trabalhos restantes.

A segunda etapa do levantamento geológico sistemático foi realizada em quatro períodos de campo, com duração média de vinte dias cada, intercalados também com trabalhos de escritório, para seleção e remessa de amostras para análises e atualização dos mapas de serviço. A técnica utilizada nos serviços de campo foi semelhante à adotada na etapa anterior, procedendo-se a um maior detalhamento naquelas áreas de maior complexidade, e, ao final das atividades, a uma compatibilização entre as cinco folhas objeto do levantamento.

Paralelamente ao mapeamento geológico, desenvolveu-se a prospecção geoquímica regional, que compreendeu: 1) a amostragem de sedimentos de corrente e concentrados de bateia, em adensamento diferenciado em função da maior ou menor perspectiva metalogenética e/ou complexidade geológica; 2) análises sistemáticas por Espectrografia de Emissão Semiquantitativa, padrão de 30 elementos, e análises por Espectrometria de Absorção Atômica para sete elementos; 3) análises mineralométricas em caráter seletivo; e 4) tratamento estatístico e processamento de 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 a 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 interpretação qualitativa em cartas aerogeofísicas (magnetometria e gamaespectrometria), onde se encontram disponíveis, à luz das informações fornecidas pela carta fotogeológica, ressaltando 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.

Sobre esse acervo de dados e informações, foram elaboradas as cartas Geológica e Metalogenética-Previsional e este texto explicativo, produzidos para ampla divulgação nacional.

O conhecimento adquirido e registrado nesses documentos ocorreu em paralelo aos trabalhos semelhantes realizados nas folhas Santa Filomena, Riacho do Caboclo, Petrolina, Itamotinga, Paulistana, Barra do Bonito, Simões 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 discussões e reuniões entre os geólogos da CPRM e consultores especializados.

As cartas de serviço, geoquímicas e geofísicas também estão disponíveis na CPRM e, mediante requisição, no 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 Sistema de Informações Geológicas do Brasil SIGA, desenvolvido pela CPRM para o DNPM, de uso público e acessível por meio de consulta remota, em terminais ou em 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 Carta Metalogenética-Previsional, constitui também um novo produto, resultante de nova abordagem metodológica no tratamento de informações multidisciplinares do PLGB, e que tem como objetivo delimitar, na escala 1:100.000, as áreas com indícios de mineralizações, prioritárias para prospecção e exploração minerais.

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 com vista a:

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

2) importância de se representar o máximo de informações metalogenéticas sobre os jazimentos minerais individuais de forma clara e legível;

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

4) 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 consangüíneas 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, contêm 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, de 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 de se as relações entre eles e os indícios de mineralização foram obtidas 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-Previsional.

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 existente gerado 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 no Escritório Rio de Janeiro, como em ambiente de microcomputadores, operados no CDI da Residência de Fortaleza.

### 1.2 Aspectos geográficos

**Clima** – Semi-árido, caracterizado por longos períodos de estiagem e reduzidas e mal-distribuídas precipitações pluviométricas, que dificilmente ultrapassam 600mm. As temperaturas variam durante o ano entre 23 e 27°C, atingindo valores inferiores a 20°C nos dias mais frios, podendo a máxima alcançar 45°C nas épocas quentes.

**Vegetação** – A caatinga arbustiva densa é o tipo de vegetação que predomina na área e nas regiões adjacentes. É caracterizada pelo adensamento de tipos arbustivos profusamente esgalhados com muitos espinhos e grande variedade de espécies.

Em certos locais da Folha Afrânio, onde o manto de alteração das rochas apresenta-se pouco desenvolvido, a vegetação é rarefeita e baixa. Dentre os tipos dominantes destacam-se: aroeira, juazeiro, pereiro, jurema, como representação xerófita; e mandacaru, xique-xique, facheiro e coroa-de-frade, como representantes cactáceos.

Próximo às encostas das chapadas, em função do relevo de cotas mais altas, e ao longo dos riachos, onde a umidade relativa do ar não sofre variações tão acentuadas como em outros locais de formas arrasadas, a sobrevivência vegetal é mais constante, preservando formas do tipo arbóreo alto como juazeiro, angico, aroeiro, baraúna.

**Solos** – Segundo o Projeto Radambrasil (Mapa Exploratório de Solos 1:1.000.000. folhas SC.24/25 – Aracaju/Recife, 1983), ocorrem na área três classes de solos:

a) Podzólico vermelho-amarelo eutrófico – caracteriza-se por horizontes não-hidromórficos, sendo basicamente constituído de argilas caulínicas. Apresenta significativa diferença de textura entre os horizontes, propiciando sempre boas condições físicas para o desenvolvimento vegetal; geralmente apresenta fertilidade natural média a alta, com saturação de base superior a 50%. Possui grande potencial agrícola quando devidamente aproveitado. É o tipo dominante na Folha Afrânio.

b) Latossolo vermelho-amarelo distrófico – compreende solos desenvolvidos em cobertura sedimentar de material areno-argiloso sobre rochas do Pré-Cambriano. De composição mineralógica basicamente constituída de minerais de argila, quartzo e outros minerais resistentes como a ilmetita, magnetita e turmalina, possuem avançado grau de intemperismo, em virtude de os minerais silicatos serem rapidamente destruídos. Os valores de saturação de base variam de 10 a 45%, sendo mais comuns os valores em torno de 15%, possuindo, também, alto grau de floculação. Ocorrem na área, parcialmente na porção sul, com pontuações na parte central, onde domina um relevo suavemente ondulado.

c) Litólico eutrófico – classe de solos de constituição arenosa média a grossa, de cor branca a cinzenta com alta capacidade de troca de cátions com elevado grau de saturação de base. Predomina nas encostas de cristas de quartzitos. Têm seus domínios parcialmente a noroeste e a oeste da área.

**Hidrografia** – As bacias hidrográficas dos rios São Francisco e Parnaíba comandam os principais cursos d'água da Folha Afrânio.

O rio São Francisco tem significação especial pelo papel que representa no desenvolvimento do sertão semi-árido, porque além de comportar uma grande bacia originada além dos limites regionais, contribui decisivamente para o desenvolvimento tecnológico regional (barragem de Sobradinho) e na execução de projetos industriais e agrícolas, comandada pela Suvale e Agrovale, nos estados de Pernambuco e da Bahia.

Situada em uma região elevada, a área tem, na faixa que delimita o estado do Piauí com os estados de Pernambuco e da Bahia, o seu principal divisor de águas. Assim é que os cursos d'água ali originados, que correm na direção sudeste da linha divisória, pertencem à bacia hidrográfica do rio São Francisco, enquanto os da vertente noroeste pertencem à bacia hidrográfica do rio Parnaíba.

As drenagens secundárias desenvolvidas apresentam padrão dendrítico denso a subdendrítico com alguma irregularidade, devido à taxa de impermeabilidade e às estruturas dos terrenos cristalinos em que está encaixadas a maior parte das águas superficiais da área.

Todos os cursos d'água são intermitentes devido à má distribuição das chuvas, que se concentram num curto período do ano, associado às elevadas taxas de temperatura e evaporação. Os riachos Cachoeira, do Roberto e Mancinho, localizados ao norte da folha; Marrecas e São José, na porção

sudoeste; Pilões e do Barro, no extremo-noroeste, destacam-se por propiciar a construção de açudes de fundamental importância para o abastecimento da população rural.

**Dados Socioeconômicos** – Formada por pequenos núcleos urbanos, que se caracterizam pelo baixo desenvolvimento da pecuária e da agricultura, somado às escassas condições de acessibilidade, a área apresenta fraca infra-estrutura social e econômica. A única atividade industrial está ligada à extração e beneficiamento de vermiculita, através de uma mina implantada na parte centro-norte da área.

As culturas de subsistência de maior expressão, apesar de a área estar localizada numa região sujeita aos rigores da seca e às freqüentes irregularidades climáticas, são: feijão, mandioca, milho, café, laranja e banana. Todos esses produtos são consumidos no local, pois a baixa produtividade não permite a comercialização. O cultivo é feito por pequenos agricultores que exploram a terra, utilizando, ainda, métodos rudimentares, de baixa eficiência.

Os núcleos habitacionais pertencentes ao estado de Pernambuco, como Cachoeira do Roberto, Porção de Afrânio e Barra da Melancia, são servidos por energia elétrica. Afrânio dispõe também de um sistema de telefonia semi-automático, duas agências bancárias e uma agência postal radiotelegráfica.

O sistema de abastecimento de água em Afrânio é controlado através de uma central de distribuição de pequeno alcance, enquanto nos demais povoados da área alguns cursos d'água são represados, formando açudes de grande importância para o uso da população nos períodos de estiagem.

Na área de saúde, a região dispõe de somente uma maternidade em Afrânio, ficando a população rural sujeita a um atendimento médico volante, sem a regularidade necessária. No campo educacional, existe apenas uma escola, de Segundo Grau, na sede do município que dá nome à folha, e algumas escolas de Primeiro Grau esparsamente distribuídas ao longo da área.

## 1.3 Geomorfologia

Regionalmente, a área pesquisada envolve associações de rochas, cujos domínios morfoestruturais resultaram principalmente da evolução de várias fases tectônicas.

Na região abrangida pela Folha Afrânio podem ser identificadas duas unidades geomorfológicas maiores representadas pela Depressão Sertaneja e Patamares Periféricos à Ibiapaba-Araripe (Nou et alii, 1983) (figura I.1.2).

A Depressão Sertaneja abrange boa parte da área estudada e corresponde a um extenso pediplano, com topografia predominantemente plana a levemente ondulada, com cotas variando entre 350 e 430m, bastante entalhada por erosão diferencial sobre micaxistos, gnaisses e rochas granitóides. Sobre essa paisagem arrasada sobressaem feições mais elevadas, representadas por maciços residuais dissecados em formas convexas, que, juntamente com cristas mais ou menos alinhadas, formadas dominantemente por quartzitos, caracterizam a influência do clima semi-árido no modelamento do relevo da região. Na maioria das vezes, esses maciços residuais constituem corpos isolados, com cumes arredondados, às vezes de forma alongada, geralmente formados por rochas de composição granítica.

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

A outra unidade identificada na área engloba toda a porção oeste da folha e se caracteriza por um relevo mais acidentado, onde se destacam serras com altitudes compreendidas entre 400 e 800m, conservando fortes traços de controle estrutural, refletidos através de grandes alinhamentos de cristas mais ou menos simétricas. Apresentam direção preferencial NNE-SSW, secundadas por dobramentos, localmente truncadas por superfícies de aplainamento. Esses compartimentos constituem cristas residuais indicando uma concordância de topos, como no conjunto formado pelas serras do Ouricuri, do Barreiro e do Brejo.

Uma outra feição importante são os ravinamentos resultantes da distribuição irregular das chuvas violentas que provocam o desgaste brusco das rochas, a exemplo do que se verifica na borda norte da serra Dois Irmãos e próximo ao açude Cachoeira do Roberto, atingindo rochas xistosas alteradas.

Os aspectos evolutivos do relevo da região mapeada apresentam eventos morfogenéticos com registros que vão do Arqueano até as Coberturas Recentes, traçados em modelados que refletem os condicionamentos geológicos associados à relativa estabilidade climática regional, resultando a morfogênese atual, com várias fases de aplainamento que ocorreram no Terciário e diferentes fases erosivas no Quaternário. Tem-se a considerar ainda a zonação climática que ocorreu no Holoceno, e teve sua evolução das zonas litorâneas para o interior, com os efeitos de uma grande erosão por ocasião da última regressão marinha, contribuindo para modificar as formas hoje encontradas.

Observa-se também, em grande parte da região, que nos domínios dos pedimentos predomina o escoamento superficial, enquanto nos relevos residuais, devido à ação constante dos processos de alteração física que agem progressivamente, são mostradas sucessivas fases de aplainamento e entalhe.

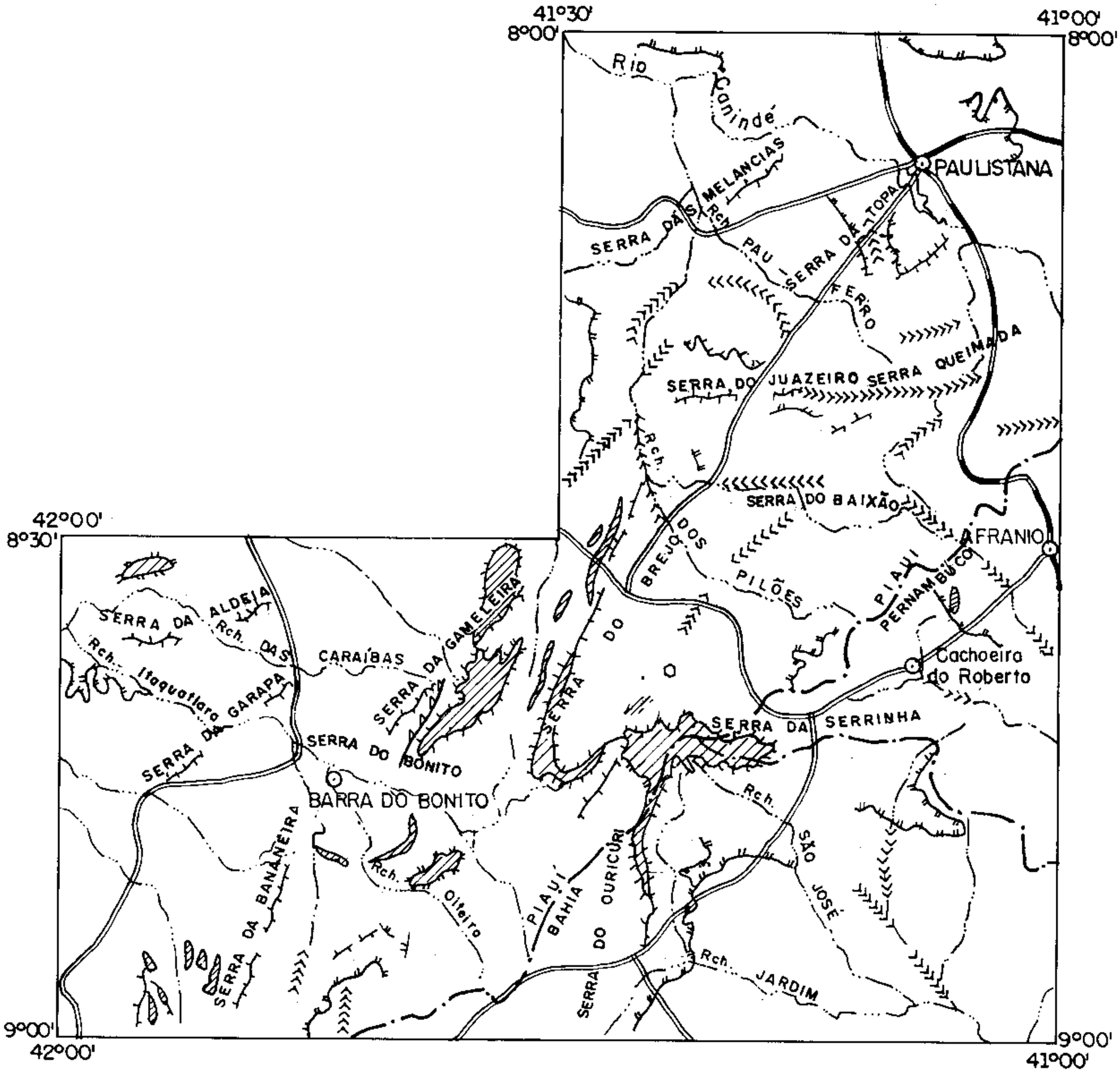



**Figura L1.2** – Aspectos geomorfológicos (modificado do projeto Radambrasil, Vol. 30, 1983).

# PARTE II

# GEOLOGIA DA FOLHA AFRÂNIO

# Capítulo 1
# Contexto Geológico Regional

*por*
*Antônio Maurílio Vasconcelos e*
*Francisco Edson Mendonça Gomes*

## 1.1 Trabalhos anteriores

As primeiras referências à geologia da região estuda 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, 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 da 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 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 maior parte, implantada na porção sudoeste da Província Borborema, estendendo-se até às 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 representada apenas nas folhas Patos e Paulistana por sedimentos paleozóicos das formações Serra Grande e Pimenteiras. 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 delimitação dos 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 mair, de consolidação pré-brasiliana, limitada por terrenos afetados por eventos tectonomagmáticos ocorridos no 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). Seus continentes rochosos de idade arqueano-proterozóica são enquadrados em três domínios principais. O mais antigo, tipicamente cristalino, constitui o embasamento gnáissico-migmatítico-granulítico, onde os variados componentes líticos refletem natureza vulcânica,

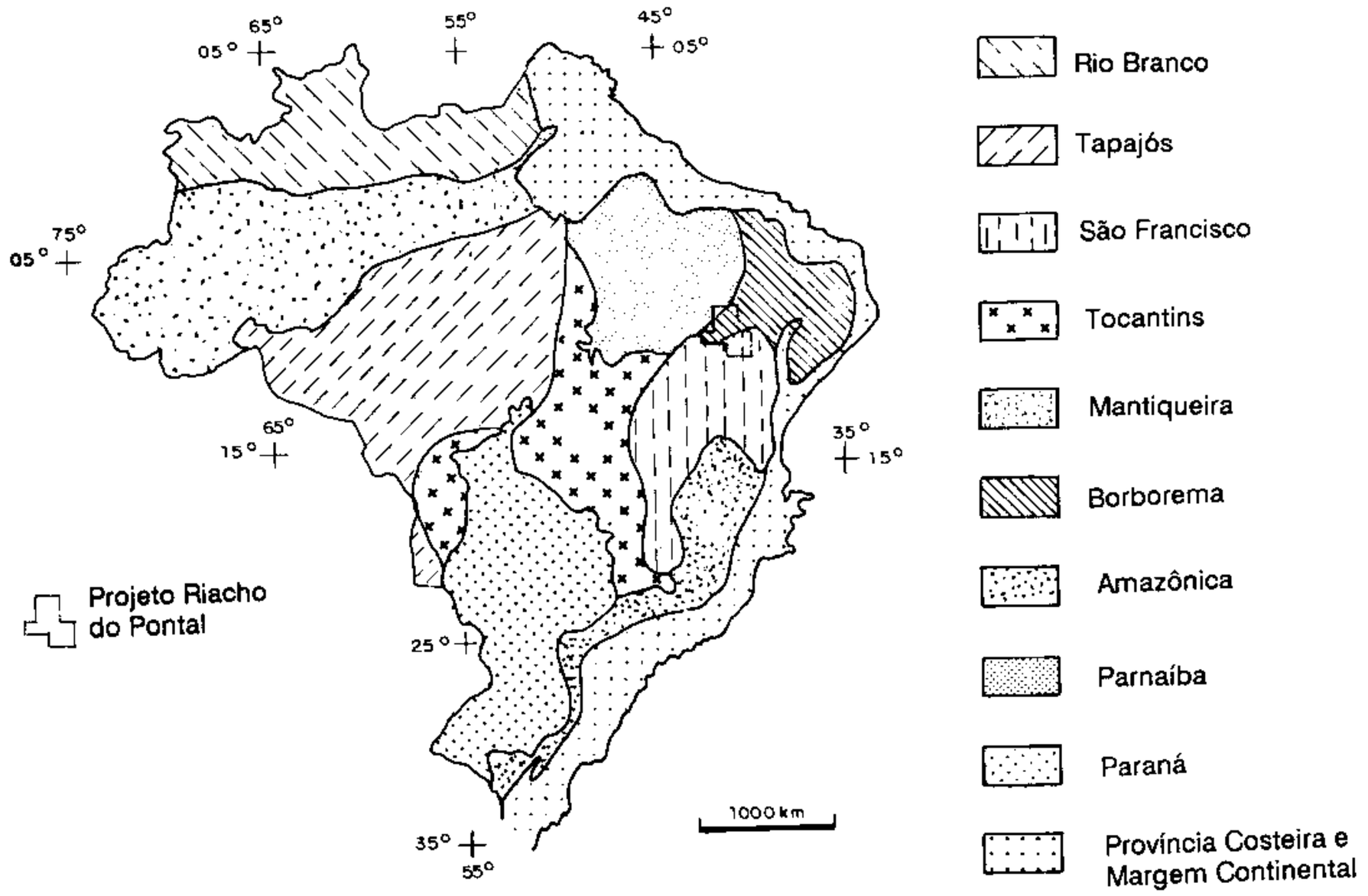



**Figura II.1.1** – Províncias estruturais do Brasil (segundo Almeida et alii, 1977).

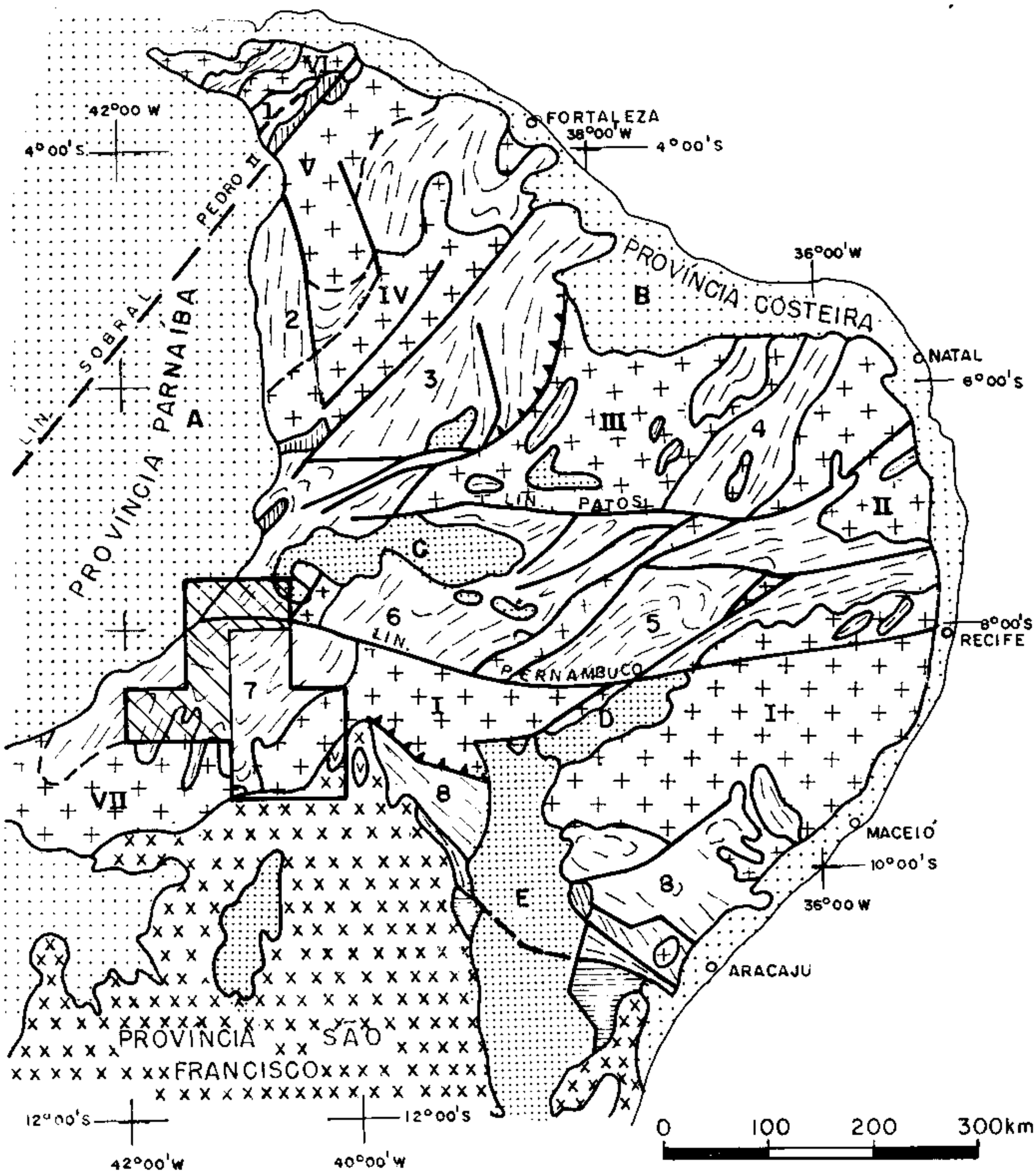
plutônica e sedimentar. Seguem-se seqüências mais novas de rochas metassedimentares e vulcânicas ácidas, localmente associadas a básico-ultrabásicas, que compõem o supergrupo Espinhaço, sotopostas a uma extensa cobertura carbonato-pelítica, representada pelo supergrupo São Francisco, que encerra os ciclos 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 litostrutural 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 superficial 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 Ser-




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.

Faixa 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).

**Figura II.1.2 – Esboço tectônico da província Borborema, segundo Almeida et alii, 1977; Inda et alii, 1982; Brito Neves, 1986.**

gipana 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 rochosos, 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).

Os sistemas de dobramentos constituem zonas grosseiramente lineares, onde predominam seqüências metassedimentares (metapsamitos e metapelitos) de grau metamórfico variando desde a fácies 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 Simões e Riacho do Pontal uma evolução policíclica e idade proterozóica inferior, baseados em informações de campo, que evidenciam a presença nesses terrenos de deformação e granitogênese dos ciclos Transamazônico e Brasiliano, além de indicarem áreas onde é possível verificar a presença de quartzitos da Formação Tombador (Proterozóico Médio) capeando discordantemente seqüências pertencentes a essas unidades.

### 1.2.2 Sistema 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 dextrogiro (Lineamento Pernambuco), onde podem ser observados pontos de justaposição de seus metassedimentos com os dos sistemas 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, de 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;

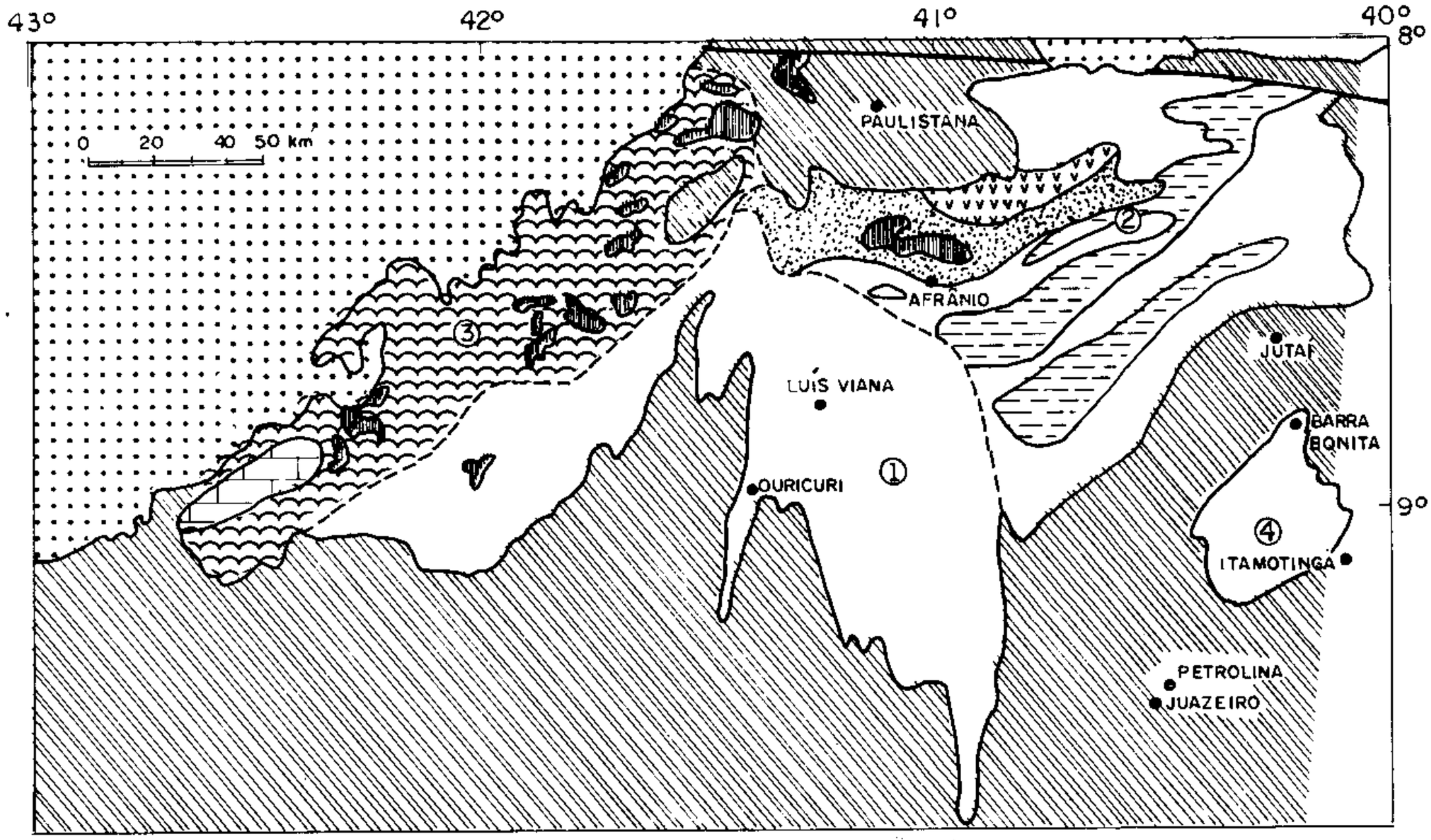
3) um compartimento noroeste, estruturado na direção NE-SW, constituído essencialmente por rochas xistosas penetradas por inúmeros *stocks* graníticos.

Quanto aos aspectos deformacionais, Jardim de Sá & Hackspacher (op. cit.) estabeleceram para a região uma seqüência de quatro fases de deformação. As duas primeiras ($F_1$ e $F_2$) são representadas por dobras isoclinais apertadas, mais ou menos coaxiais, intimamente relacionadas aos movimentos tangenciais, de provável idade transamazônica. A fase $F_3$ acha-se melhor preservada no compartimento sul, gerando dobras abertas, com *trend* na direção N-S, atribuída ao ciclo Espinhaço. A última fase ($F_4$) 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 Ciclo Brasiliano. Dessa forma, tais autores consideram as supracrustais do Riacho do Pontal como uma seqüência de evolução polifásica/policíclica, gerada no Proterozóico Inferior, afetada pelos eventos tectonometamórficos e magmatogênicos dos ciclos Transamazônico e Brasiliano.

### 1.2.3 Contexto geológico atual

A figura II.1.4 abrange toda a região 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. Representa, assim, o panorama geológico da região após a realização dos trabalhos ora apresentados de forma bastante diferente do que se conhecia.

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 em escalas muito regionais, tipo 1:1.000.000 ou menor, foram individualizadas três unidades litostruturais 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




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

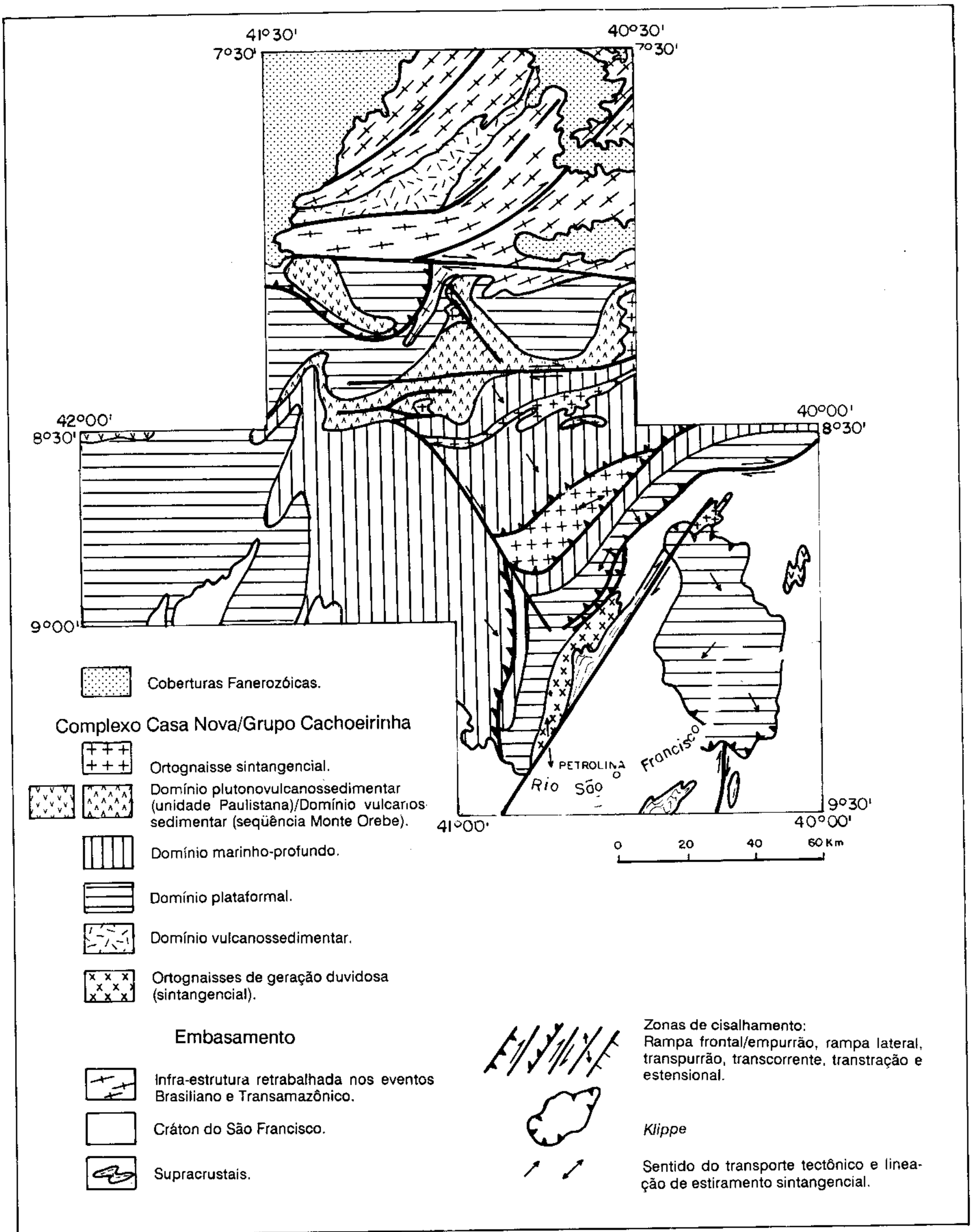
EMBASAMENTO GNÁISSICO-MIGMATÍTICO

LINEAMENTO PERNAMBUCO

Limite dos Compartimentos

(1) SUL
(2) NORDESTE
(3) NOROESTE
(4) BACIA DE BARRA BONITA

**Figura IL1.3** – Compartimentos do sistema de dobramentos Riacho do Pontal.




Fonte: CPRM (1988), modificado.

**Figura II.1.4 – Arcabouço estrutural e compartimentação da área mapeada simultaneamente.**

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.

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.).

A unidade mais nova inclui as rochas que formam a Cobertura Sedimentar Fanerozóica 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, a presença de extensas zonas de cisalhamento transcorrente, de regime dúctil; reconhecimento de três fases de deformação. 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 definição dos limites entre litótipos da unidade inferior e as seqüências supracrustais, determinação das fases de deformação que afetam as rochas do Complexo Casa Nova, além de enquadrá-las em domínios geológicos distintos, devidamente caracterizados.

As rochas da Unidade Inferior são representadas por dois conjuntos distintos: um localizado na porção norte da Folha Paulistana, representado por fatias do embasamento arqueano, associadas a restos de supracrustais de origem sedimentar, intensamente retrabalhado no Ciclo Brasiliano. O outro, ocorrendo na parte sul das folhas Barra do Bonito e Afrânio, como parte integrante do Cráton do São Francisco, sem evidências de ter sido afetado por eventos do referido ciclo.

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 o 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 obterem 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 uma forte tectônica tangencial de caráter progressivo, responsável pelo arcabouço estrutural das seqüências supracrustais, onde se destacam os registros de três fases de deformação. As estruturas geradas sob a ação da tectônica mencionada são redobradas e refoliadas pela fase $F_4$ sob regime tectônico eminentemente transcorrente. Essa última fase está melhor representada na Folha Paulistana e nas folhas situadas a norte do Lineamento Pernambuco.

# Capítulo 2
# Estratigrafia

*por*
*Thales de Queiroz Sampaio, Antônio Maurílio Vasconcelos,*
*Francisco Edson Mendonça Gomes e Emiliano Cornélio de Souza*
*e José Alberto Ribeiro (subitem 2.4.6)*

## 2.1 Comentários gerais

A área da Folha Afrânio compreende quatro grandes conjuntos líticos distintos: I) uma unidade inferior aqui correlacionada ao Complexo Caraíba definido por Barbosa (1965), de idade arqueana, com retrabalhamento no Ciclo Transamazônico, incluindo remanescentes de uma seqüência de supracrustais correspondente ao complexo Metamórfico Migmatítico de Souza et alii (1979); II) Complexo Casa Nova, seqüência proterozóica de supracrustais de evolução policíclica, intensamente deformadas, metamorfizadas, afetadas por magmatismo ácido e básico; III) Rochas Plutônicas, geradas durante os ciclos Transamazônico e Brasiliano; e IV) Coberturas Sedimentares Fanerozóicas.

A distribuição e inter-relacionamento entre as diversas unidades acham-se representados na figura II.2.1.

O conjunto mais antigo engloba as subunidades Gnáissica [A(T)ogn] e Gnáissico-Xistosa [A(T)gnxt]. A primeira é constituída principalmente por litótipos de natureza essencialmente ortoderivada, com predominância de ortognaisses bandados e tonalíticos, migmatizados. Na segunda, predominam supracrustais de natureza paraderivada, representadas por gnaisses intercalados com xistos a estaurolita e cianita, contendo lentes de calcissilicáticas e quartzitos ferríferos, e diques anfibolitizados. Por vezes, essas supracrustais encontram-se injetadas por sheets de leucogranitóides.

O Complexo Casa Nova, que compreende as supracrustais do Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal, reúne uma mistura complexa de litótipos de derivação essencialmente sedimentar detrítica e encontra-se subdividido em três unidades litostratigráficas de ambientes distintos: uma unidade metapsamítica e suas litofacies de Domínio Marinho-Plataformal; uma predominantemente pelítica e suas litofácies de Domínio Marinho-profundo (Unidade Mandacaru) e a Unidade Monte Orebe, de ocorrência restrita nos cantos NE e NW da folha, de domínio vulcanos-sedimentar (figura II.2.2).

As rochas plutônicas foram empilhadas segundo critérios cronostruturais relacionados e relações intrusivas. Desse modo, os granitóides e metaplutônicas aflorantes na folha Afrânio foram assim classificados: granitóides sin-deformação $D_1/D_2$ (PIγ1A); granitóides sin-deformação $D_3$ (PIγ, PIγA); e, por fim, um pequeno plúton de rochas máfico-ultramáficas aqui consideradas como pertencentes ao Proterozóico Superior (PSB).

Essa classificação tem seus fundamentos em dados de campo. Assim sendo, com relação aos granitóides supostamente transamazônicos, sintectônicos à deformação $D_1/D_2$, os dados de campo são sugestivos, porém nem sempre conclusivos, quanto ao seu verdadeiro posicionamento cronostrutural nesse grupo. O plúton de rochas máfico-ultramáficas foi posicionado no Proterozóico Superior, por não apresentar as deformações tangenciais facilmente observáveis em suas rochas encaixantes.

As coberturas sedimentares recentes têm ampla distribuição no âmbito da folha em foco e ocorrem preferencialmente sobrepostas às supracrustais do Complexo Casa Nova.

## 2.2 Unidade Inferior retrabalhada no Transamazônico

### 2.2.1 Subunidade Gnáissica – A(T)ogn

Aflora de modo restrito numa pequena área no extremo-sul do quadrante SW e, em outra exposição, ainda menor, no extremo-centro-oeste da folha em estudo. Ocorre sotoposta aos metassedimentos do Complexo Casa Nova. Essa afirmação encontra respaldo, além de nos limites da folha ora mapeada, em afloramentos visitados tanto na Folha Barra do Bonito (oeste), quanto na Folha Casa Nova, a sul. Nessa última, a apenas 5km do extremo-sul da Folha Afrânio (estrada que liga Ouricuri-Casa Nova, na Bahia), belíssimos afloramentos de ortognaisses cinzentos, migmatíticos, com estruturas complexamente dobradas (alta plasticidade) e formas circulares e desconexas podem ser observados e facilmente correlacionados aos gnaisses migmatíticos do ambiente cratônico.

No âmbito da folha em foco, predominam rochas gnáissicas ortoderivadas, em parte migmatizadas, com paleossoma de

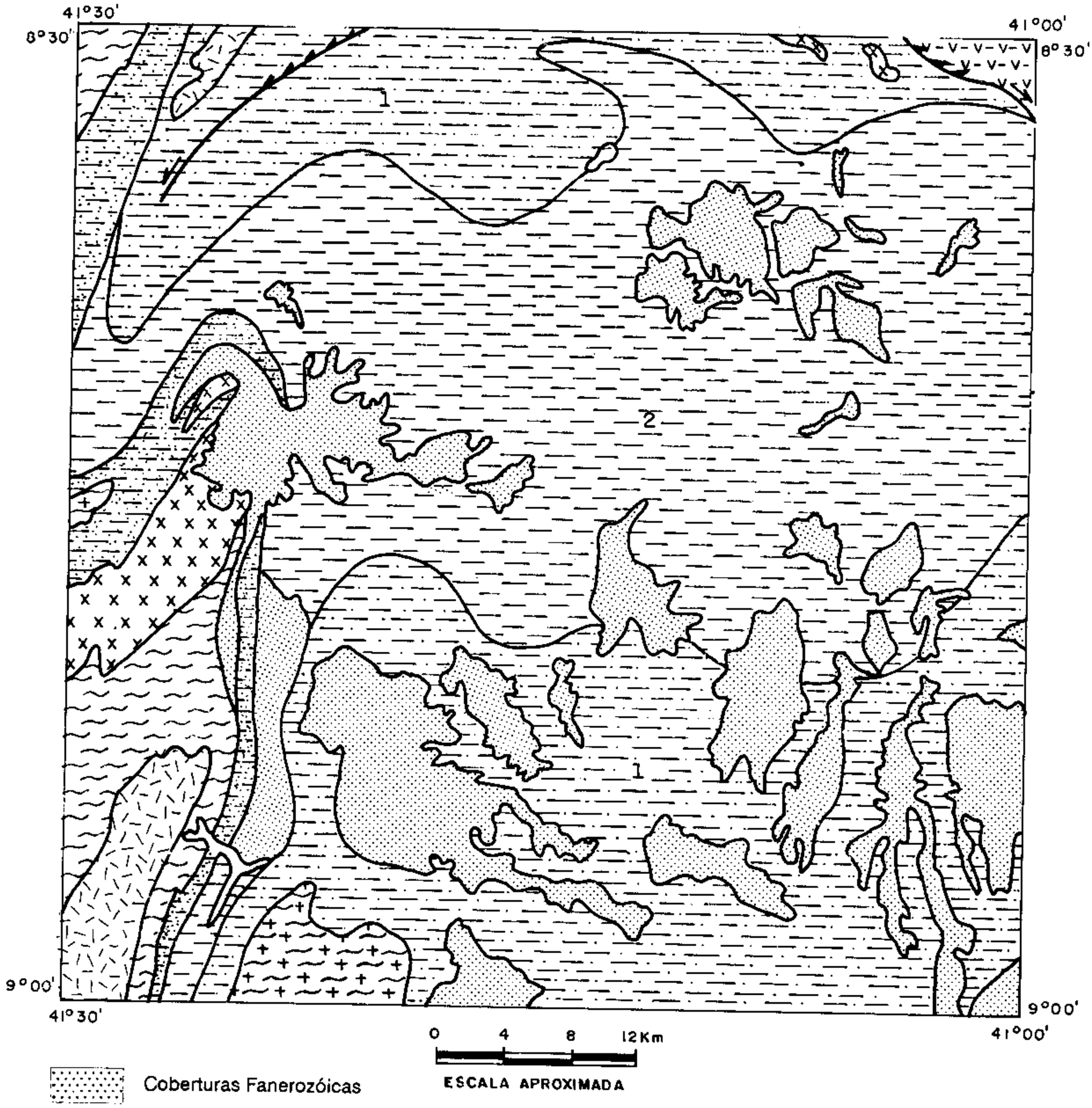
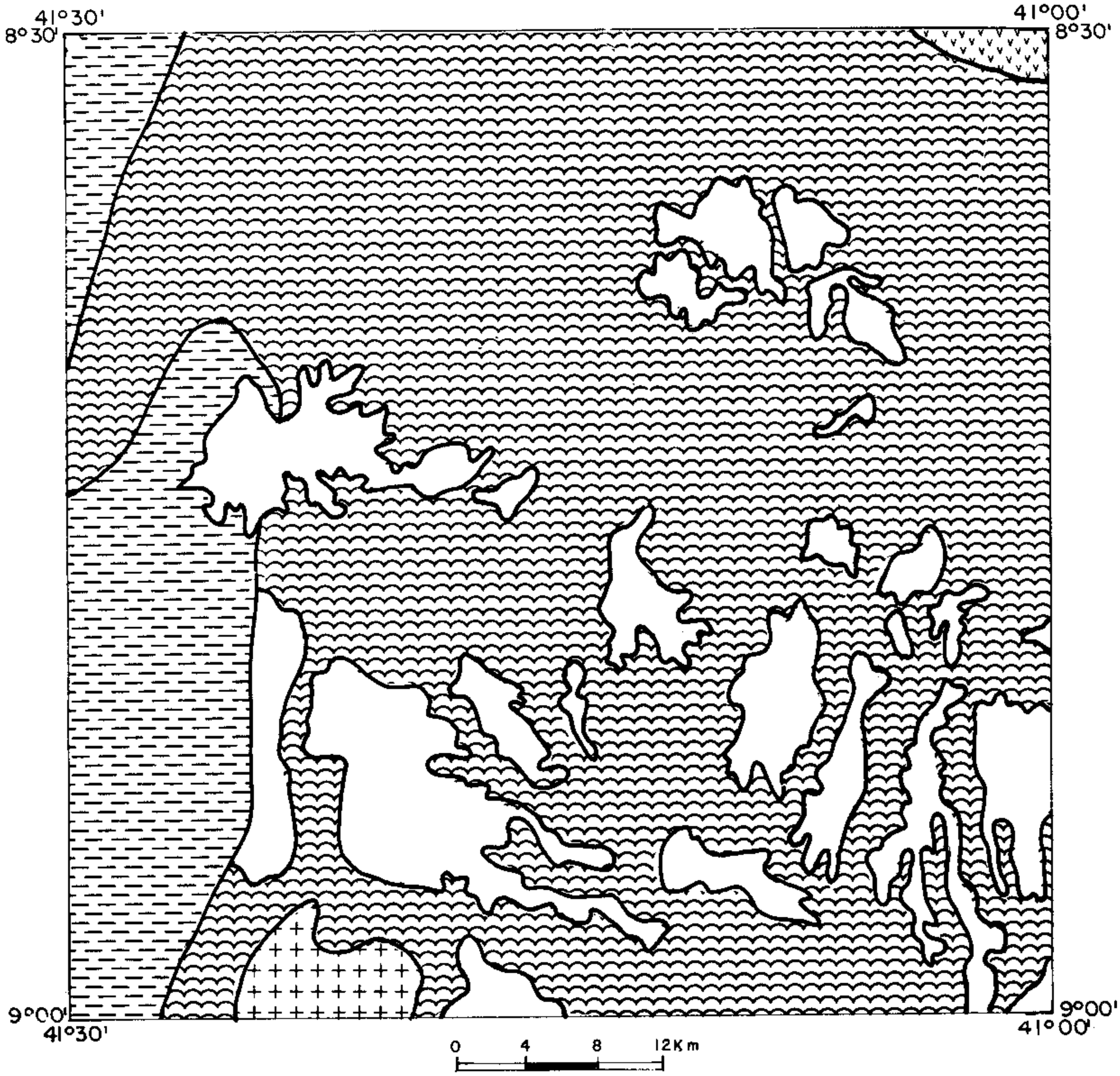



**Figura II.2.1 – Carta geológica simplificada.**




Coberturas Sedimentares

Sedimentos Recentes

Cráton do São Francisco

Embasamento.

Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal

Domínio Marinho-Plataformal

Domínio Marinho-Profundo
(Unidade Mandacaru).

Domínio Vulcanossedimentar
(Seqüência Monte Orebe).

**Figura II.2.2** – Divisão em domínios regionais.

natureza tonalítica e neossoma constituído por material granítico (quartzofeldspático). Muitas vezes apresentam-se com textura granítica, exibindo feição linear bem-desenvolvida, marcada por *schlieren* de biotita e por xenólitos/autólitos de rochas mais escuras, ricas em biotita, quartzo e feldspato (plagioclásio). Os xenólitos têm dimensões decimétricas, formas elípticas ou sigmoidais, alguns mais graníticos e outros com bandamento gnáissico pronunciado.

As datações geocronológicas disponíveis, segundo Souza et alii (1979), indicam que o Complexo Metamórfico-Migmatítico, ao qual é correlacionável, foi formado no Ciclo Jequié (± 2,6 g.a.), incluindo possivelmente rochas geradas em um evento mais antigo. O referido complexo foi reativado no Proterozóico Inferior (Ciclo Transamazônico) e posteriormente afetado localmente por eventos termais no Proterozóico Superior (Ciclo Brasiliano), fato este não evidenciado no âmbito da folha ora apresentada.

### 2.2.2 Subunidade Gnáissico-Xistosa – A(T)gnxt

Ocorre no quadrante SW e em uma pequena porção no limite NW da folha estudada. Consiste em uma subunidade litoestratigráfica com predomínio de rochas paraderivadas que repousam diretamente sobre tipos gnáissico-migmatíticos da subunidade descrita anteriormente através de contatos não muito bem-definidos durante o desenvolvimento do presente trabalho.

É comum se encontrar, na área mapeada, esses litótipos injetados por granitóides do Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal (PIγA e PIγ1A). Suas relações de contato com as rochas do Complexo Casa Nova, que lhe sobrejazem, são estruturalmente concordantes, embora a análise detalhada de alguns afloramentos revele peculiaridades raras ou ausentes nas rochas do referido complexo e, portanto, indicativas de uma discordância estrutural entre os dois conjuntos. Assim, pode-se observar, nessa subunidade, figuras circulares ou elípticas, em arranjos semelhantes aos domos e bacias de Ramsay (1967) e dobras intrafoliais sem raízes em um bandamento gnáissico, o qual é afetado pela tectônica tangencial $D_1/D_2$, de idade transamazônica.

Litologicamente, é constituída predominantemente por silimanita-gnaisses e gnaisses a duas micas com intercalações de xistos diversos [A(T)gnxt], xistos associados a paragnaisses bandados, parcialmente migmatizados, injetados por *sheets* de leucogranitóides de granulação fina [A(T)gnxtgr] e níveis individualizados de quartzitos ferríferos [A(T)gnxtqf] associados a calcissilicáticas e metabasitos não-individualizados.

#### Gnaisses e xistos – A(T)gnxt

Sob essa denominação foram englobados diversos litótipos, que têm sua principal área de ocorrência no quadrante SW da folha, onde se encontram tanto bordejando um extenso corpo de rochas graníticas (PIγA), como sob a forma de macroxenólitos deformados, dispersos na massa granítica. Predominam rochas gnáissicas com intercalações de xistos, muitas vezes contendo corpos lenticulares de metanfibolitos.

Os gnaisses apresentam-se como rochas de coloração cinza com tons mais esbranquiçados, granulação variando de fina a grossa, bandamento regularmente desenvolvido, por vezes exibindo dobras isoclinais, contendo níveis crenulados ricos em minerais micáceos. São intensamente transpostos, com restos de charneiras de microdobramentos isoclinais recumbentes, pequenas "bengalas", níveis e massas ovalares estiradas de quartzo, muitas vezes boudinados. São compostos essencialmente por quartzo, K-feldspato, plagioclásio, moscovita e, subordinadamente, sericita, granada, silimanita, clorita e opacos.

Ao microscópio, exibem textura granolepidoblástica, com boa orientação dos grãos de moscovita e biotita. A microclina pode ser pré- a sintectônica ao desenvolvimento da foliação. Os grãos pré-tectônicos exibem forte extinção ondulante e fraturamento, e são envoltos pela foliação, contrastando com os sintectônicos, límpidos e alongados.

Os xistos ocorrem intimamente associados aos tipos gnáissicos e têm coloração cinza-esverdeada, granulação fina a média, xistosidade acentuada, às vezes intensamente crenulados, formados principalmente por biotita, moscovita, clorita, sericita, quartzo e feldspatos e, secundariamente, granada, estaurolita, cianita, opacos e carbonatos.

Nos diferentes litótipos dessa unidade, as paragêneses minerais, evidenciadas pelas associações quartzo + plagioclásio + moscovita + biotita, biotita + silimanita + quartzo + plagioclásio e quartzo + granada + biotita + plagioclásio denotam metamorfismo regional de médio grau, fácies anfibolito. As paragêneses minerais que têm a presença de clorita, sericita e moscovita associadas a estaurolita, cianita e silimanita evidenciam retrometamorfismo para a fácies xisto-verde.

#### Xistos e gnaisses injetados por leucogranitóides – A(T)gnxtgr

Têm sua área de exposição restrita à zona de terminação da antiforme Ponta da Serra, no extremo-NW da Folha Afrânio. Dada a escassez de afloramentos relacionados à unidade na folha em foco, a sua descrição será baseada em afloramentos visitados nas folhas Paulistana e Barra do Bonito.

É composta predominantemente, por gnaisses cinza, bandados, aos quais associam-se metarcózios e micaxistos, injetados por *sheets* de leucogranitóides. Esse conjunto, em áreas restritas, foi submetido a processos incipientes de migmatização.

A rocha gnáissica tem aspecto xistoso e exibe um bandamento gnáissico conspícuo, definido tanto pelos veios quartzofeldspáticos como pelas intercalações de metarcósios. Sua cor predominante é cinza, a granulação

varia de fina a média. Seus principais constituintes minerais são: quartzo, biotita, feldspatos e moscovita; a proporção biotita/moscovita é variável, predominando a primeira. O quartzo é o mineral mais abundante, sugerindo uma origem a partir de sedimentos. Os minerais acessórios são: sericita, granada, silimanita, clorita, zircão e opacos.

Os micaxistos têm composição semelhante à dos gnaisses, destes diferenciando-se pelo menor conteúdo em feldspatos. Na Folha Barra do Bonito, em vários afloramentos de micaxistos foram observados, além dos minerais já referidos, estaurolita e cianita.

As rochas interpretadas como metarcósios têm coloração variando de creme a cinza-clara com tons rosados, granulação fina, foliada. É composta, essencialmente, por quartzo (60-70%), moscovita (20%) e feldspatos (até 20%). Ao microscópio, apresentam uma textura granolepidoblástica, definida pela orientação preferencial de moscovita e opacos. O quartzo, fortemente recristalizado é o principal constituinte mineral. O feldspato predominante é o K-feldspato, na forma de grandes cristais xenoblásticos de até 2cm de diâmetro, com bordas desgastadas; o plagioclásio ocorre como inclusões no K-feldspato ou associado ao quartzo.

Todo o conjunto (gnaisses, metarcósios e xistos) esteve submetido a intensos processos de deformação relacionados à tectônica tangencial.

**Quartzitos ferríferos – A(T)gnxtqtf**

Ocorrem de forma restrita como níveis ou lentes associados a rochas calcissilicáticas e/ou metabásicas, no contexto geral da Subunidade Gnáissico-Xistosa. Os níveis são raros, delgados a intermitentes, não sendo possível, na escala do presente trabalho, a individualização de todos aqueles encontrados.

É interessante observar que na vizinha Folha Barra do Bonito, esses litótipos aumentam de freqüência e são detectáveis nas cartas aeromagnetométricas.

No âmbito da folha Afrânio, a única ocorrência cartografada encontra-se em forma de xenólito dentro do granitóide transamazônico sin-$D_3$ ($PI\gamma A$). Trata-se de uma rocha de coloração cinza-acastanhada, granulação fina, laminada, com alternância de níveis milimétricos enriquecidos em magnetita.

Quanto aos aspectos deformacionais, todo o conjunto de litótipos relacionados ao embasamento Arqueano retrabalhado no Transamazônico exibe um quadro bastante complexo, onde ocorrem figuras de formas ovaladas a circulares, em arranjos semelhantes aos domos e bacias de Ramsay (1967), além de dobras intrafoliais sem raízes em um bandamento gnáissico ($S_n$), muitas vezes transpostos para a direção dos eixos de dobras da fase $D_3$, muito bem-representada nessas rochas, através do desenvolvimento de lineação de estiramento com *rake* de baixo ângulo e direção preferencial NNE-SSW, além de crenulações e dobramentos de planos axiais subverticalizados.

## 2.3 Supra-estrutura – Sistema de dobramentos Riacho do Pontal

### 2.3.1 Complexo Casa Nova

O termo Complexo Casa Nova é aqui adotado no mesmo sentido utilizado por Souza et alii (1979) para agrupar seqüências de rochas supracrustais do Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal. Reúne uma mistura complexa de litótipos de derivação essencialmente sedimentar detrítica e encontra-se subdividido em três unidades litostratigráficas de domínios geológicos distintos: uma metapsamítica e suas litofácies de domínio marinho-plataformal; uma predominantemente pelítica e suas litofácies de Domínio Marinho-Profundo e a Unidade Monte Orebe, de Domínio Vulcanos-sedimentar (figura II.2.2).

O posicionamento dessas supracrustais na coluna estratigráfica proposta para a Folha Afrânio (figura II.2.3) foi feito levando-se em consideração, além dos caracteres litológicos, correlações à pequena distância entre elas e as rochas do complexo Colomi-Salgueiro definido por Souza et alii (op. cit.). Nas proximidades do lago de Sobradinho, entre a barragem e a cidade de Nova Sento Sé, são observáveis em vários afloramentos relações de não-conformidade entre os arenitos horizontalizados da Formação Tombador, de idade mesoproterozóica, e os metamorfitos do Complexo Colomi-Salgueiro, fato ao qual já se reportaram Souza et alii (op. cit.) e Jardim de Sá & Hackspacher (1980).

Admite-se, no presente trabalho, a identidade geológica entre os complexos Casa Nova e Colomi, acordando com Inda & Barbosa (1978), uma vez que a continuidade física entre ambos é fato bastante sugestivo. Diante dessas premissas, é lógico concluir-se pelo posicionamento do Complexo Casa Nova no Proterozóico Inferior, já que seus litótipos foram envolvidos em ciclo geodinâmico pré-Espinhaço, que à luz dos conhecimentos atuais não poderia ser outro senão o Transamazônico.

Com relação à estratigrafia interna do Complexo Casa Nova, pouco se avançou, em razão das modificações no ordenamento estratigráfico original impostas principalmente por uma tectônica tangencial responsável pela geração de dobramentos isoclinais em todas as escalas, forte transposição e imbricamento tectônico em zonas de cisalhamento dúctil. Nos raros afloramentos em que são preservadas feições indicativas de polaridade sedimentar (estratificação gradacional recristalizada e estratificações cruzadas), estas têm significado apenas na escala de afloramento.

As relações de contato entre os diversos conjuntos litológicos que compõem o Complexo Casa Nova apresentam-se tanto de caráter tectônico, através de zonas de empurrão, quanto gradacional. Suas seqüências mais basais repousam diretamente sobre o conjunto de rochas mais antigas das subunidades Gnáissica [A(T)ogn] e Gnáissico-Xistosa [A(T)gnxt], exibindo notável concordância estrutural. Esse fato é explicado porque tanto as rochas do Complexo Casa Nova quanto as mais

Os aspectos estruturais observáveis nesses litótipos correspondem àqueles descritos para os constituintes da litofacies PIxtqt, sendo aqui realçados pelas intercalações xistosas, que funcionam como bons marcadores da história deformacional a que o conjunto foi submetido.

A abundância relativa de clorita e sericita observada nessas rochas é atribuída a processos retrometamórficos superimpostos quando da implantação da fase de deformacão $D_3$.

**Calcários cristalinos com intercalações de xistos carbonáticos – PIxtccxt**

Ocorrem de modo restrito, com forma lenticular, bordejando os quartzitos na região de fechamento da Antiforme Ponta da Serra.

Consistem em calcários cristalinos, de coloração cinza-esbranquiçada, granulação fina a média, aspecto maciço e, mais raramente, bandado, ocorrendo em afloramentos com espessura máxima de 50m, intercalados em micaxistos carbonáticos, exibindo contatos gradacionais, que se caracterizam por zonas de interlaminações calcários/margas/metapelitos. Estruturas sugestivas de marcas de ondas são observáveis.

**Xistos carbonáticos – PIxtca**

Formam faixas alongadas intercaladas nas litofácies onde predominam metapsamitos, notadamente no quadrante NW da folha estudada.

Predominam xistos a duas micas, carbonáticos, com variações na porcentagem de quartzo, incluindo lentes de rochas calcissilicáticas. Geralmente exibem coloração cinza, localmente com tons esverdeados, granulação fina a média e xistosidade bem-desenvolvida. São rochas constituídas essencialmente por quartzo, biotita, moscovita, carbonato e plagioclásio, podendo ocorrer, secundariamente, sericita, epídoto, turmalina e granada.

Ao microscópio, apresentam horizontes ricos em quartzo, exibindo quantidades menores de carbonato, intercalados em níveis ricos em minerais micáceos com ou sem feldspatos. Geralmente, observa-se granada desestabilizando-se para micas brancas.

As rochas calcissilicáticas ocorrem sob forma de intercalações lenticulares, às vezes mostrando processos de boudinagem com espessuras variáveis na escala decimétrica. Possuem coloração esverdeada, localmente com tons róseos, granulação média, bandamento incipiente e compostas por quartzo, plagioclásio, carbonato, biotita e epídoto.

O conjunto, como um todo, exibe marcante xistosidade, microdobramentos isoclinais, recumbentes, transpostos, relacionados às fases de deformação $D_1/D_2$. Microcrenulações com eixos na direção preferencial NNE, relacionadas à fase $D_3$, também são comumente observadas.

Micaxistos com níveis quartzíticos injetados por *sheets* de leucogranitóides – PIxtqtgr.

Ocorrem de modo restrito na porção centro-oeste da área investigada, formando uma faixa alongada na direção NNE, confinada entre as serras do Barreiro e Brejo.

No geral, predominam micaxistos com intercalações de quartzitos, extremamente injetados por *sheets* de leucogranitóides finos, onde a interação de todos esses litótipos resulta numa rocha de aspecto gnáissico-bandado.

Os micaxistos apresentam-se geralmente como rochas de coloração cinza, granulação média, xistosidade bem-desenvolvida, intensamente crenuladas, constituídas essencialmente por quartzo, minerais micáceos (biotita, moscovita, sericita) e feldspatos. Granadas podem estar presentes em proporções variadas. Raramente, pode-se observar a presença de cordierita.

Os níveis quartzíticos variam desde quartzitos muito puros (ortoquartzitos) até metarcózios, com maior ou menor proporção de micas (moscovita-sericita).

Os granitóides possuem coloração cinza com tons róseos, granulação variando de fina a grossa e estrutura gnáissica bem-desenvolvida; são compostos essencialmente por quartzo, feldspato, biotita, opacos e, raramente, moscovita. Localmente, pode ser observada fácies mais grosseira, porfirítica e pegmatóide.

Do ponto de vista deformacional, esse conjunto rochoso tem uma foliação e/ou xistosidade bastante penetrativa, com mergulhos variando entre 20 e 40°, definida pelo plano axial de dobras isoclinais recumbentes, relacionadas à fase de deformação $D_2$. Os mobilizados graníticos são colocados preferencialmente segundo o plano axial de dobras $F_2$. Muitas vezes, ocorrem juntamente com segregações quartzosas e intensamente boudinadas. Microcrenulações relacionadas à fase $D_3$, exibindo estiramento mineral (micas e feldspatos), são freqüentemente observáveis.

### 2.3.1.2 Domínio marinho-profundo – Unidade Mandacaru

Esse domínio congrega um conjunto de rochas constituintes de uma seqüência turbidítica, onde a litologia predominante é micaxistos com intercalações de metagrauvacas. Na vizinha Folha Riacho do Caboclo, Santos & Silva Filho (1989) individualizaram duas outras subunidades, denominando-as de Arizona e Alfavaca.

**Micaxistos com intercalações de metagrauvacas – PImc**

Constituem, juntamente com as metagrauvacas turbidíticas feldspáticas PImcaz, as litofácies características do Domínio Marinho-Profundo e ocorrem amplamente distribuídas ao longo da área estudada, tendo sido cartografadas duas principais áreas de domínio; uma abrangendo parte dos quadrantes NE e NW da folha e outra ocupando quase toda sua porção sul. Na maioria das vezes, ocorrem sotopostos a coberturas arenosas e areno-

argilosas de idade tércio-quaternária. A abundância dessas coberturas dificultou sobremaneira os trabalhos de geologia de campo executados durante o desenvolvimento das atividades.

Em suas áreas de exposição geralmente observa-se relevo topográfico ondulado, destacando-se algumas feições mais elevadas, notadamente nos locais com maior predominância de metapsamitos ou com grande incidência de corpos de leucogranitóides de forma estratóide, como ocorre na região compreendida entre Porção de Afrânio e Luís Viana.

Na porção ocidental da folha, ocorrem bordejando os quartzitos do Domínio Marinho-Plataformal com contatos estruturalmente concordantes. No quadrante NE têm contato tectônico com a Unidade Monte Orebe (PImoxt). Estendem-se para a porção oriental, além dos limites da folha investigada.

Sua delimitação cartográfica em relação às metagrauvacas turbidíticas feldspáticas PImcaz é feita de forma aproximada, definindo áreas de predominância, que podem conter níveis, não-individualizados, de litofacies adjacentes, caracterizando contatos interdigitados.

De modo geral, consistem de uma seqüência turbidítica onde predominam xistos a duas micas, geralmente granadíferos, às vezes feldspáticos, incluindo, localmente, cordierita, estaurolita e, pontualmente, silimanita. Essa seqüência evolui para pacotes de metagrauvacas turbidíticas, feldspáticas PImcaz que se intercalam aos metapelitos, sendo que na porção central da folha existe uma zona de predominância destas, as quais foram cartografadas e serão descritas separadamente.

É comum identificar-se clorita e sericita nesses metapelitos, as quais geralmente são retrometamórficas a partir de biotitas, granadas e feldspatos. Não raro, é possível observar megacristais de granada circundados por auréolas de clorita.

Mesoscopicamente, apresentam-se como rochas de coloração cinza-clara, granulação fina a grossa, aspecto ligeiramente gnáissico, com xistosidade bem-desenvolvida, intensamente crenuladas, constituídas essencialmente por quartzo, biotita, moscovita, feldspatos, granada e subordinadamente, cordierita, estaurolita e silimanita. Incluem muitas vezes a presença de horizontes metapelíticos com espessura centimétrica, coloração cinza-escura e xistosidade acentuada, alternando com níveis psamíticos de coloração mais clara, granulação fina a média e xistosidade incipiente.

Em lâminas delgadas, exibem predominantemente uma textura granolepidoblástica, assumindo às vezes o aspecto porfiroblástico devido à presença de megacristais de granada. Os constituintes mineralógicos essenciais são representados por biotita, moscovita e quartzo, enquanto os acessórios mais comuns são clorita, sericita, granada e feldspato e, mais raramente, cordierita e silimanita.

O quartzo encontra-se associado a minerais micáceos e cordierita, exibindo freqüentemente extinção ondulante e parcial processo de recristalização. Os feldspatos estão representados por plagioclásios em pequenos cristais xenoblásticos, geminados ou não. Silimanita, quando ocorre, apresenta-se em cristais placosos corroídos nas bordas, envolvidos por agregados microcristalinos de sericita-moscovita, palhetas de biotita bastante cloritizadas e agregados de grãos xenoblásticos, alongados, de quartzo.

O arcabouço das estruturas tectógenas inerentes ao sistema de dobramentos Riacho do Pontal são ricamente observáveis nessa unidade. São reconhecidas três fases deformacionais de idade supostamente transamazônica ($D_1$, $D_2$ e $D_3$). Os referidos eventos geraram estruturas que, por suas características mesoscópicas, enquadram-se em um modelo de deformação progressiva. Durante as fases 1 e 2, foram geradas dobras isoclinais, recumbentes, em diferentes escalas, com empurrões associados, em regime de cisalhamento dúctil, relacionadas à tectônica tangencial. Evidências da existência de dobras em "bainha" *(sheath folds)*, relacionadas a $D_2$, tais como: eixos de dobras $F_1$ (geradas em $D_1$) e lineações $L_{2/1}$ com caimento variável, geralmente dobrados na superfície $S_2$, são observáveis. Belos exemplos de dobras em "bainha" ocorrem em um afloramento localizado aproximadamente 500m a norte da cidade de Afrânio (PE), na BR-407 (fotos 4 e 5). No mesmo afloramento, pode ser observada a relação de concordância de *sheets* granitóides com a foliação $S_2$.

O evento de deformação relacionado à fase 3 gerou, na mais das vezes, dobras abertas, localmente fechadas, com superfícies axiais de ângulos fortes e eixos variando em torno da direção NNE-SSW com caimento preferencialmente para NNE. A direção desses eixos normalmente forma alto ângulo com a direção dos eixos de $F_1$ e $F_2$, muito embora em raros afloramentos se observe coaxialidade entre eles. Associa-se às dobras intenso processo de crenulação, podendo desenvolver clivagem de crenulação e/ou fratura. A superposição dessas três fases produziu padrões de interferência do tipo "laço" ou "bumerangue" (foto 6). Fato interessante observado em campo é que o estiramento mineral ($L_x$) encontra-se paralelo aos eixos da microcrenulação relacionada a $D_3$.

As observações de campo e o estudo de lâminas delgadas ao microscópio, relacionadas ao metamorfismo e deformação, confirmam o caráter policíclico e polimetamórfico das supracrustais do sistema de dobramentos Riacho do Pontal. O auge do metamorfismo progressivo aconteceu provavelmente durante as fases de deformação $D_1$ e $D_2$ em condições de fácies anfibolito médio a alto. Durante o evento de deformação $D_3$, tem-se uma fase predominantemente retrometamórfica. Esta pode ser observada quase que uniformemente distribuída por toda a área, com geração de associações mineralógicas da fácies xisto-verde.

Assim, verifica-se que durante a fase de deformação $D_1$ foram geradas biotitas e moscovitas, posteriormente recortadas e transpostas, em ângulo variável, por micas geradas durante $D_2$, representando as superfícies axiais $S_2$. Tais

superfícies são penetrativas em todas as escalas e correspondem à foliação regional, a qual constitui o plano axial de dobras $F_2$. Também são observáveis porfiroblastos de granadas com textura *snow ball*, fraturados, pré- a sincinemáticos a $D_2$. Porfiroblastos de cordierita, quando identificados, são xenoblásticos, encurvados de forma sigmoidal e bastante fraturados, atestando seu caráter pré-tectônico a $D_2$. Microdobramentos relacionados a $D_3$ podem ser encontrados, acompanhados por retrometamorfismo, com geração de cloritas e sericitas, a partir de biotitas, granadas, feldspatos e, até mesmo, moscovitas.

**Metagrauvacas turbidíticas feldspáticas – PImcaz**

Ocorrem como litofácies intercaladas à unidade PImc de Domínio Marinho-Profundo. Ocupam espessa faixa contínua próxima à porção central e nos quadrantes NE e NW da folha em estudos, estendendo-se para além do seu limite oriental. Bordejam os quartzitos do Domínio Marinho-Plataformal e seus melhores afloramentos encontram-se entre Sussuarana e Porção de Afrânio. Seus contatos com os litótipos da litofácies PImc são de caráter gradacional e têm conotação de limite aproximado entre domínios litológicos.

Essas rochas, quando não estão sotopostas a coberturas tércio-quaternárias, delineam um padrão aerofotográfico diferenciado dos micaxistos, tanto do ponto de vista textural, quanto do da cor exibida pela fotografia, do padrão de drenagem e da vegetação desenvolvida.

Mesoscopicamente, as rochas dominantes na área de abrangência dessa litofácies podem ser classificadas como metagrauvacas quartzofeldspáticas, incluindo amplas áreas de domínio de rochas semelhantes a metagrauvacas turbidíticas. Caracterizam-se por constituir "pacotes" onde a alternância de leitos centi- a decimétricos de psamitos (metarenitos) e pelitos (micaxistos) é fato bastante comum (fotos 7, 8 e 9).

Apresentam freqüentemente estruturas internas e relações entre níveis composicionalmente diferentes, comuns aos verificados em seqüências turbidíticas. Por exemplo: acamamento gradacional observado nos níveis psamíticos mais grosseiros, que na seqüência de Bouma (1962) correspondem à divisão Ta; laminações plano paralelas muito finas nos níveis de metarenitos correspondem à divisão Tb; intercalações silte/argila, hoje metapelitos, correspondem à divisão Td/e de Bouma (op. cit.).

Em que pese a intensa deformação a que essas rochas foram submetidas, ainda são muitos os parâmetros de origem sedimentar preservados. Nos diversos afloramentos visitados, belíssimos exemplares de dobras $F_2$, apertadas, recumbentes, de charneiras angulosas, exibindo clivagem de plano axial seccionando $S_1$ paralelo a $S_0$ em alto ângulo, na zona de charneira, podem ser observadas (fotos 10 e 11). Em zonas de charneiras de mesodobras $F_2$ é possível observar clivagem de plano axial dessas dobras seccionando $S_{0,1}$ e desenvolvendo clivagem de crenulação nos níveis pelíticos, refratadas, passando a clivagem de fratura nos níveis psamíticos (fotos 8 e 9).

A porção oriental da área, proximidade do açude Barra da Melancia, parece corresponder a um domínio mais distal em relação ao continente. Aqui não mais se verifica a organização típica de sedimentação turbidítica. As rochas têm coloração cinza-escura, sendo formadas por uma matriz de granulação mais fina, compostas por biotita, quartzo, feldspatos, clorita, moscovita e sericita, onde se inserem grãos subangulosos de quartzo de coloração escura, feldspatos, cordierita e granada, todos deformados.

Ao microscópio mostram, na maioria das vezes, uma textura lepidogranoblástica, exibindo porfiroblastos de cordierita, granada e feldspatos. Entre os minerais essenciais, podem ser citados: quartzo, minerais micáceos (biotita, moscovita, sericita, clorita), cordierita, feldspato e granada. Como acessórios, ocorrem: opacos, apatita, zircão, turmalina e minerais do grupo das argilas. Em algumas lâminas estudadas, ficou bem caracterizado um bandamento composicional primário, conforme observado em relações de campo, quando do estudo de diversos afloramentos.

Os feldspatos, representados por plagioclásios, apresentam-se intensamente deformados, de aspecto difuso, misturados ou intercrescidos com quartzo, formando vênulas, ou ainda em pequenos grãos alongados e desviados pela foliação. Normalmente, exibem bordas não muito bem definidas, microinclusões de opacos com argilominerais. Essas características, associadas às observações de campo, sugerem a origem primária dos feldspatos.

No que se relaciona aos aspectos deformacionais e grau metamórfico, tudo o que foi descrito para a litofácies PImc se aplica a esses litótipos.

**Metagrauvacas turbidíticas feldspáticas injetadas por leucogranitóides – PImcazgr**

Na porção mais central da folha estudada, notadamente na região compreendida entre os riachos Cachoeira do Roberto e das Marrecas, os litótipos constituintes da unidade litoestratigráfica descrita anteriormente PImcaz se apresentam intensamente injetados por leucogranitóide e ortognaisse a duas micas, correlacionáveis aos granitóides do evento magmático PIγ1A.

A real delimitação da área de ocorrência do referido conjunto litológico é bastante dificultada pela constante presença de corpos de rocha granítica associada a metapelito, razão por que se encontra destacado na Carta Geológica somente o local de maior concentração dessas rochas.

O tipo de rocha predominante é metagrauvaca quartzofeldspática com características idênticas às descritas para a litofácies PImcaz. Associados a esta, ocorrem corpos, na maioria das vezes de formas estratóides, de leucogranitóide e ortognaisse a duas micas, concordantes com a foliação regional $S_2$. Geralmente, apresenta-se como

rocha de coloração cinza, bandamento gnáissico bem desenvolvido, granulação variando de fina a média, composta essencialmente por quartzo, feldspato, biotita e moscovita. Não raro, observa-se megacristais de granada.

**Metagrauvacas turbidíticas quartzosas – PImcav**

Essas metagrauvacas têm sua área de exposição quase que exclusivamente restrita à vizinha Folha Riacho do Caboclo. No caso específico da Folha Afrânio, ocorre somente numa estreita faixa situada no extremo-nordeste da folha.

Mesoscopicamente, essas metagrauvacas exibem grande semelhança com os xistos a duas micas (PImc), uma vez que a diferença entre eles é marcada pela quantidade de quartzo e plagioclásio, que juntos perfazem mais de 50% dos componentes minerais da rocha, para o caso das metagrauvacas.

Geralmente, apresentam granulação fina a média, coloração cinza-creme, estrutura foliada e intensamente crenulada. Em seção delgada, apresentam textura granolepidoblástica, ineqüigranular, cujo mosaico se compõe essencialmente de quartzo, biotita, granada e plagioclásio, podendo conter, como acessórios, opacos, apatita, turmalina, calcita e zircão (Santos & Silva Filho, 1989).

### 2.3.1.3 Unidade Vulcanossedimentar – Monte Orebe

As rochas incluídas nessa unidade litostratigráfica foram inicialmente identificadas por Siqueira Filho (1968), que as descreveu como uma seqüência de hornblenda-xistos com intercalações regulares de quartzitos, melhor representada na região de Monte Orebe (Folha Santa Filomena). O citado autor as considerou como uma variação faciológica dos micaxistos, de ampla distribuição na região, sendo, portanto, paraderivada.

Caldasso et alii (1973) referem-se a esses litótipos, enquadrando-os em uma subunidade quartzítica do Pré-Cambriano A, que seria composta, além de quartzitos e quartzomicaxistos, por filitos, quartzoxistos e metabasitos anfibolitizados.

As descrições mais detalhadas, no que se relaciona à sua distribuição geográfica, são devidas a Kreysing et alii (1973), que a consideram como um conjunto de xistos anfibolíticos e quartzitos, contendo inclusões restritas de tufos micáceos, atribuindo-lhe uma espessura em torno de 200 a 400m.

Santos & Caldasso (1978) referem-se aos xistos-verdes da região de Monte Orebe como uma seqüência metamórfica de origem vulcanossedimentar.

Os resultados obtidos neste levantamento relativos à unidade em questão avançam no conhecimento geológico até então existente, notadamente nos campos da petroquímica, petrologia e estrutura. Referente aos protólitos que evoluíram para os metabasitos anfibolitizados, de ampla ocorrência na Unidade Monte Orebe, defende-se a idéia de que são produtos de atividade vulcânica, em face da observação de estruturas interpretadas como "amígdalas" e lineações de fluxo de lavas, preservadas em raros afloramentos.

No âmbito da Folha Afrânio, os litótipos constituintes dessa unidade têm sua área de exposição restrita a uma pequena porção de seus extremos-NE e NW, onde ocorrem formando estreitas faixas relativamente contínuas, bastante diversificadas quanto os aspectos composicionais.

Apesar da pequena área de exposição, é possível observar bons afloramentos, principalmente ao longo da BR-407 e da ferrovia abandonada existente na região, onde ainda são reconhecíveis alguns vestígios de estruturas primárias.

A delimitação dos níveis de metamáficas, no que pese a escassez de afloramentos, tornou-se possível, tanto na escala de afloramentos quanto em aerofotos, graças à identificação de caracteres específicos, que possibilitaram a individualização dos metassedimentos, tais como tipo e coloração do solo, tonalidade e textura em aerofotos.

Suas relações de contato com os metassedimentos da Unidade Sedimentar do Complexo Casa Nova são sempre do tipo tectônico, através de zonas miloníticas, geradas sob regime de cisalhamento tangencial.

Do ponto de vista litológico, essa unidade engloba uma variada gama de tipos rochosos, tendo sido individualizados na Folha Afrânio os seguintes: metavulcânicas máficas, representadas por ortoanfibolitos dominantes, incluindo, em proporções subordinadas, xistos ultramáficos, metatufos máficos e félsicos (PImov), horizontes de metacherte e moscovita-quartzitos (PImoche) e xistos com intercalações de metabásicas (PImoxt).

**Metavulcânicas máficas – PImov**

Essas rochas, genericamente denominadas de metabasitos, ocorrem sob a forma de níveis estreitos e relativamente contínuos, na direção preferencial WNW-ESE, mapeáveis na escala do presente trabalho. Estão expostas em poucos afloramentos rasos ou sob a forma de blocos deslocados, bastante intemperizados.

Geralmente, exibem coloração variando de esverdeada a preto-esverdeada, aspecto xistoso, às vezes com bandamento composicional/colorimétrico, paralelo à xistosidade regional $S_1/S_2$; esse bandamento é definido por bandas alternadamente enriquecidas em anfibólios e epídotos. Localmente, exibem estrutura laminada resultante da segregação de níveis milimétricos e descontínuos de plagioclásio/quartzo.

Ao microscópio, exibem geralmente textura nematoblástica e, secundariamente, lepidoblástica, fraca a fortemente orientada, sendo mineralogicamente constituída por anfibólios, epídoto e quartzo, como minerais essenciais; clorita, biotita, titanita e granada, como acessórios. Normalmente, a hornblenda representa o principal anfibólio e ocorre com hábito prismático, alon-

gado e, juntamente com a clorita, define a xistosidade da rocha. O quartzo que aparece na rocha é totalmente recristalizado em grãos anédricos, e com extinção ondulante. Ocorre incluso nas hornblendas e entre as suas ripas. A clorita ocorre associada à hornblenda, da qual é derivada.

Petrograficamente, são classificadas como epídoto-anfibolitos, hornblenda-actinolita-xistos, e tremolita-actinolita-xistos.

Outros litótipos, tais como metachertes e quartzitos, mantêm estreita relação espacial e, provavelmente, genética, com as metamáficas.

**Quartzitos e metachertes –PImoche**

À semelhança das metavulcânicas máficas descritas anteriormente, esses litótipos também ocorrem ao longo de estreitas faixas relativamente contínuas, com direção aproximada WNW-ESE, numa pequena porção do extremo-nordeste da folha Afrânio, prolongando-se para as folhas vizinhas Paulistana e Riacho do Caboclo.

Mesoscopicamente, apresentam-se como rochas de coloração cinza-clara a esbranquiçada, granulação fina a média, estruturadas em bancos de espessuras variando de centimétricas a decimétricas, constituídas essencialmente por sílica recristalizada. Ocasionalmente, observam-se níveis de metacherte ferrífero, que exibem uma coloração com tons avermelhados a arroxeados, granulação fina, possuindo em sua composição, além de sílica, minerais de ferro, representados por magnetita e/ou hematita.

É comum encontrarem-se, associados aos metachertes, horizontes intercalados de quartzito a moscovita, de coloração róseo-esbranquiçada, granulação fina a média, regularmente foliados.

**Xistos com intercalações de metabásicas – PImoxt**

Afloram somente numa pequena área no extremo-NE da folha Afrânio, tendo expressão mais importante nas vizinhas folhas de Santa Filomena e Paulistana, onde chegam a constituir litofácies predominantes da unidade vulcanossedimentar.

São rochas de coloração cinza, com tons esverdeados, granulação fina, com xistosidade medianamente desenvolvida, compostas essencialmente por quartzo, minerais micáceos (sericita e moscovita) e opacos (estirados e orientados segundo a xistosidade).

Diferenciam-se dos xistos da unidade Sedimentar pela sua coloração cinza-esverdeada, granulação mais fina, xistosidade pouco desenvolvida e menor conteúdo de biotita.

Não raramente podem apresentar níveis intercalados de dimensões reduzidas, de metavulcânicas máficas, geralmente anfibolitizadas, semelhantes às descritas anteriormente

Ao microscópio, exibem textura lepidogranoblástica, levemente crenulada, constituindo-se essencialmente de quartzo e sericita-moscovita. Opacos e turmalina são os acessórios presentes. O quartzo ocorre geralmente em pequenos cristais subeuedrais a anedrais, com extinção ondulante, às vezes mostrando contatos suturados e processos de recuperação e recristalização. As micas apresentam-se em pequenas palhetas ou lamelas agregadas, orientadas e crenuladas, com inclusões de opacos nos planos de clivagem.

Petrograficamente, na maioria das vezes, essas rochas são classificadas como moscovita-sericita-quartzoxistos.

(Angelim et alii, 1988) apresentam um estudo detalhado de geoquímica e petrogênese das rochas que compõem essa unidade, visando a uma definição de sua natureza (orto- ou para-), rocha-fonte, alterações, grau de diferenciação magmática e ambiente tectônico. Esse estudo não pôde ser realizado para a Folha Afrânio, devido à sua pequena área de exposição, além da escassez de bons afloramentos para a coleta de amostras. Os resultados apresentados para a Folha Santa Filomena sugerem que a suíte metamórfica originou-se de basaltos de natureza toleítica com baixo potássio.

## 2.4 Rochas plutônicas

### 2.4.1 Comentários gerais

No âmbito da Folha Afrânio, o agrupamento e posicionamento estratigráfico das rochas plutônicas associadas aos litótipos componentes do Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal foi feito levando em consideração a sua idade de colocação em relação aos principais eventos tectônicos que afetaram a região por ele abrangida. 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 petrográficos presentes, utilizaram-se critérios tais como: conteúdo mineralógico, afinidades petroquímicas e natureza dos xenólitos, atentando-se para a classificação petrográfica de Streckeisen (1973), a partir das análises modais aproximadas (tabelas II.2.1 e II.2.2).

Assim, os tipos cartografados na folha ora apresentada, acham-se relacionados ao regime de deformação predominantemente tangencial, de provável idade do proterozóico inferior (Ciclo Transamazônico), e foram enquadrados em dois grupos principais: granitóides sin-deformação tangencial $D_1/D_2$ (PIγ1A e felsitos) e granitóides sin-deformação $D_3$ (PIγA), que corresponde aos eventos finais da deformação tangencial.

Esses granitóides constituem uma suíte ígnea de representatividade considerável na área estudada, formando geralmente corpos de formas alongadas, algumas vezes estratóides, polideformados. Sua natureza intrusiva, muitas vezes mascarada pelos sucessivos eventos deformacionais, é ressaltada pelos contatos bruscos com as encaixantes, pela presença destas como xenólitos no seio da massa granítica deformada e por freqüentes apófises nas encaixantes.

Tabela II.2.1 – Composição Mineralógica Estimada dos Granitóides.

| Tipo | PlyA | | | | | Ply1A | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Amostra | TS-189A | TS-190 | TS-353 | TS-220 | JP-074 | JP-034 | TS-330 | JP-075B | JB-080 | JP-105 | JP-144 |
| Quartzo | 29 | 40 | 30 | 28 | 24 | 25 | 77 | 80 | 25 | 40 | 47 |
| Microclina | 43 | 45 | 40 | 65 | 65 | – | – | – | 38 | – | – |
| Plagioclásio | 21 | 13 | 25 | 06 | 17 | 17 | 41 | 03 | 20 | 32 | 35 |
| Muscovita | Tr | – | – | – | – | 40 | 31 | 15 | – | 10 | 16 |
| Biotita | 06 | 01 | 05 | Tr | 04 | 03 | Tr | – | 15 | 15 | 02 |
| Clorita | Tr | Tr | Tr | Tr | Tr | – | – | – | – | Tr | Tr |
| Epídoto | – | – | Tr | – | Tr | – | – | – | – | Tr | – |
| Titanita | – | Tr | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Apatita | – | Tr | Tr | Tr | Tr | 01 | – | – | Tr | Tr | – |
| Zircão | – | – | – | – | Tr | – | – | – | Tr | – | – |
| Opacos | 01 | – | – | – | – | 02 | Tr | 02 | Tr | Tr | – |
| Silimanita | – | – | – | – | – | 02 | – | – | – | – | – |
| Granada | – | – | – | – | – | – | Tr | – | – | – | – |
| Carbonato | – | – | – | – | – | 02 | – | – | – | – | – |
| Sericita | – | – | – | Tr | Tr | – | – | – | – | – | – |

Tr – Traços.

Tabela II.2.2 – Composição Mineralógica Estimada dos Granitóides.

| Tipo | Ply | Felsito | | | | | A(T)ogn | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° Amostra | JP–114 | JP–084 | JP–094 | JP–121 | JP–127 | TS–298 | JP–140 | JP–142 | TS–347 | TS-348 |
| Quartzo | 10 | 45 | 42 | 20 | 52 | 64 | 30 | 30 | 50 | 15 |
| Microclina | – | – | 30 | 37 | 13 | 03 | 42 | 40 | 12 | 12 |
| Plagioclásio | 83 | 20 | 18 | 30 | 17 | 02 | 20 | 25 | 08 | 66 |
| Muscovita | – | 10 | 10 | – | 17 | 26 | – | – | 24 | – |
| Biotita | 05 | 15 | Tr | 10 | – | Tr | 08 | 05 | 02 | 07 |
| Clorita | Tr | Tr | – | Tr | Tr | – | – | – | – | – |
| Epídoto | – | – | – | Tr | – | – | – | Tr | – | – |
| Apatita | – | 03 | Tr | – | Tr | – | – | Tr | – | Tr |
| Zircão | – | 03 | – | 01 | Tr | – | – | – | – | Tr |
| Alanita | – | – | – | – | Tr | – | – | – | – | – |
| Granada | – | Tr | – | – | – | 05 | – | – | – | – |
| Opacos | 02 | 03 | Tr | 02 | Tr | – | Tr | Tr | 03 | – |
| Carbonato | – | Tr | – | – | – | – | – | – | Tr | – |
| Sericita | – | Tr | – | – | – | – | – | Tr | Tr | – |

Tr – Traços.

### 2.4.2 Ortognaisses a duas micas tipo Rajada – PIγ1A

Esses tipos foram definidos nas proximidades do povoado Rajada, na Folha Riacho do Caboclo, descritos inicialmente como gnaisses a duas micas por Siqueira Filho (1967) e, posteriormente, como gnaisses de Rajada por Santos & Caldasso (1978).

Na folha Afrânio, ocorrem cartografados como pequenos plútons no quadrante NE e na porção centro-oeste da folha, aí aparecendo no núcleo da Antiforme Ponta da Serra. Embora a carta Geológica mostre poucos corpos desses litotipos, eles ocorrem, com certa freqüência, em forma de *sheets* concordantes com a foliação $S_2$, injetados notadamente no domínio das metagrauvacas, não cartografáveis na escala do presente trabalho; por vezes, estão associados a felsitos (foto 12), como ocorre na porção central da folha. Outras vezes, mostram estreita interação com os metassedimentos dos quais são oriundos (fotos 13 e 14), podendo-se observar processos de anatexia, localmente com desenvolvimento de blastese nos metassedimentos.

Mesoscopicamente, apresentam-se como rochas uniformes, leucocráticas, onde a coloração varia em tons de cor cinza, foliação gnáissica bem-desenvolvida, granulação variando de fina a média, localmente porfirítica; são compostas essencialmente por quartzo, feldspato, biotita e moscovita. Não raro, observam-se metacristais de granada. Presença de carbonato pode ser localmente identificada.

Ao microscópio, apresentam textura granolepidoblástica, localmente mirmequítica, xenoblástica, constituídas essencialmente por feldspatos (K-feldspato plagioclásio), quartzo, biotita e moscovita. Como acessórios tem-se opacos, apatita, zircão e clorita.

**Felsitos**

Ocorrem na forma de *sheets*, no mais das vezes, concordantes com a foliação $S_2$, injetados preferencialmente no domínio das metagrauvacas turbidíticas feldspáticas, particularmente na porção central da folha (foto 12). Possuem dimensões métricas a decimétricas, razão pela qual não puderam ser individualizadas na Carta Geológica.

Nas proximidades de Porção de Afrânio, foi observada em dois locais, ao longo do riacho do Meio, relação de discordância desses litótipos com relação à foliação $S_2$, inclusive com identificação de xenólitos de xisto crenulado englobados por um dos corpos encontrados. Mercê dos fatos, resolve-se posicionar a colocação estrutural desses litótipos desde sin- a tardi-$D_2$.

Mesoscopicamente, são rochas esbranquiçadas, de granulação fina, compactas, essencialmente quartzosas, em muitos locais podendo facilmente ser confundidas com quartzitos. Em outros locais, tendem a uma composição granítica peraluminosa, embora guardem uma relação textural de rochas hipabissais. É comum a identificação de pontuações ferruginosas, as quais podem ser opacos oxidados e, pelo menos em alguns pontos, pirita limonitizada.

Ao microscópio apresentam uma textura variando de granoblástica a lepidogranoblástica, composta predominantemente por quartzo, moscovita e feldspato. A predominância dentre os feldspatos é do plagioclásio, sendo que, localmente, pode-se identificar feldspato potássico. Biotita pode também ser localmente encontrada. Como minerais acessórios, tem-se zircão, apatita e opacos.

### 2.4.3 Leuco-ortognaisses – PIγA

Estão cartografados sob a forma de plútons na porção ocidental da Folha Afrânio, no núcleo da antiforme Ponta da Serra. Ocorrem como corpos intrusivos, tanto nos metassedimentos do Complexo Casa Nova (proximidades de Águas Belas), quanto na Unidade Gnáissico-Xistosa [A(T)gnxt] (W de Ouricuri).

São rochas uniformes, leucocráticas, onde a coloração varia de rósea a cinza. A granulação predominante é média, embora fácies de granulação fina e, localmente, porfirítica tenham sido observadas.

Mineralogicamente, são constituídos essencialmente por feldspato potássico, plagioclásio, quartzo e biotita. Entre os acessórios, tem-se opacos não-identificados e magnetita. Apresentam feição linear bem-desenvolvida, representada por estiramento mineral de feldspato e quartzo (foto 15), e ausência de superfícies planares bem- marcadas. No entanto, localmente, pode-se perceber uma superfície planar incipiente relacionada a $D_3$. Xenólitos de supracrustais da Subunidade Gnáissico-Xistosa [A(T)gnxt], exibindo foliação pretérita, dobrada, são por vezes observados (fotos 16 e 17).

Ao microscópio, apresentam textura granular hipidiomórfica a xenomórfica, constituindo-se essencialmente por K-feldspato (microclina = 50%, plagioclásio = 20%, quartzo = 25%, biotita = 4%) e acessórios em quantidades ínfimas, destacando-se magnetita.

### 2.4.4 Tonalito – PIγ

Ocorre de modo restrito, no quadrante NW da folha em estudo, formando um corpo alongado que se estende para norte, além dos limites da folha Afrânio. Tem contatos intrusivos com as supracrustais do Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal. Exibe feição linear bem-desenvolvida, porém sem apresentar superfície planar bem-marcada. Essas características sugerem seu posicionamento estrutural provavelmente durante $D_3$.

Mesoscopicamente, são rochas leucocráticas, coloração creme, granulação média, constituídas essencialmente por feldspatos, quartzo e biotita.

Ao microscópio, apresentam-se com textura granular hipidiomórfica, exibindo cristais de feldspato bem desenvolvidos. Constituem-se essencialmente de plagioclásio (83%), quartzo (10%) e minerais micáceos (5%). Dentre os plagioclásios, predomina a andesina.

Análises químicas sugerem, em estudos petroquímicos, a sua classificação como tonalitos de composição calcialcalina.

### 2.4.5 Máfico-ultramáficas – PSγB

Esses litótipos ocorrem de modo restrito na porção centro-norte da folha em estudo, na fazenda Boa Vista, anteriormente denominada Massapê.

Caldasso et alii (1973) reconhecem, na localidade de Massapê, município de Paulistana, uma promissora ocorrência de vermiculita relacionada a rocha básica, encaixada em micaxistos granadíferos regionais. Realizam estudos petrográficos, análise mineralógica por difração de raios-X e testes físicos preliminares, em amostras da ocorrência. De acordo com os autores citados, em estudos microscópicos preliminares a rocha é constituída de biotita e vermiculita (50%), clinopiroxênio (25%), alcalifeldspato (12%), anfibólio (8%), apatita (5%) e acessórios em quantidades ínfimas (titanita, calcita e minerais opacos). Posicionaram esse litótipo no Eocambriano.

Em 1982, instalou-se uma lavra sob os auspícios da Mineração Eucatex S.A., para beneficiamento de vermiculita.

Parente & Oliveira (1986), estudando a geologia da jazida, admitem a idade proposta por Caldasso et alii (op. cit.) para a jazida, correlacionando-a a um magmatismo pós-orogênico, de idade eocambriana. A origem da vermiculita, para esses autores, é atribuída à alteração das micas, biotita e flogopita, pela lixiviação dos álcalis.

Durante a execução do presente trabalho, foram feitas duas visitas às frentes de lavra da Mineração Eucatex S.A. Além disso, foram executados inúmeros perfis nos arredores da intrusão, tentando determinar com segurança o seu posicionamento estratigráfico. O fato de as rochas se apresentarem muito intemperizadas dificultou sobremaneira a elucidação do problema. Posiciona-se esse corpo de rochas máfico-ultramáficas no Proterozóico Superior, tendo em vista a semelhança que guardam com corpos similares que ocorrem associados a granitóides brasilianos, aflorantes notadamente na porção central da Folha Patos, e em alguns locais da Folha Barra do Bonito. Considere-se ainda que as deformações tangenciais (transamazônicas) não são observáveis nesses litótipos.

A intrusão tem forma aproximadamente elíptica, com o eixo maior tendo aproximadamente 2.200m orientado na direção NE-SW. Essa direção é coincidente com falhamentos frágeis observáveis em imagens de satélite, radar e fotografias aéreas. Encontra-se encaixada no domínio das metagrauvacas turbidíticas e os contatos são bruscos.

Pode-se caracterizar alguns tipos petrográficos existentes, tais como: piroxenitos, anfibolitos, carbonatos e injeções pegmatíticas de caráter ácido (fotos 18 e 19), que são as rochas de menor expressão. As rochas vermiculíticas constituintes do minério são caracterizadas mineralogicamente por diversas associações de flogopita-vermiculita, piroxênio (diopsídio), anfibólio (hornblenda), hidrobiotita, alcalifeldspato e quantidades subordinadas de quartzo, apatita, titanita, turmalina e calcita. É importante observar um zoneamento vertical entre vermiculita-flogopita. Há o incremento de flogopita com o aumento da profundidade em detrimento das quantidades de vermiculita. Em muitos locais, é possível identificar magnetita finamente disseminada.

Os jazimentos são formados por rochas vermiculíticas, nas quais a sua porcentagem é superior a 45%. Ocorrem principalmente sob a forma de bolsões e veios mineralizados nas proximidades dos contatos com as injeções pegmatóides.

De modo geral, os jazimentos encontram-se encobertos por solos eluviais, argilosos, desenvolvidos sobre rochas básicas, com contribuição coluvial, onde se pode observar calhaus rolados com até 20cm de diâmetro. Esse conjunto tem a denominação genérica de solo massapê.

No relatório de pesquisa elaborado para o DNPM, pela Mineração Eucatex S.A., admite-se que a origem dos depósitos vermiculíticos estaria vinculada a fenômenos hidrotermais que iniciaram o processo de vermiculitização, posteriormente completado por águas superficiais. Entretanto, com base em novos dados oriundos das áreas de lavra, acredita-se que a vermiculita esteja relacionada à alteração de flogopita e biotita pela lixiviação dos álcalis por processos meteóricos (Parente & Oliveira, 1986).

### 2.4.6 Característica litoquímica dos granitóides

#### 2.4.6.1 Introdução

As investigações petroquímicas levadas a efeito nesse pequeno compartimento da crosta continental, nos domínios geotectônicos denominados cráton do São Francisco e Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal, são muito pouco expressivas diante das dimensões dos objetos geológicos e da sua complexidade litostrutural.

Entretanto, tomando-se como premissa o fato de que em áreas vizinhas vêm sendo executados semelhantes estudos petroquímicos (Santos, 1988, Souza & Lins, 1989), espera-se, num futuro próximo, com a interação de todos os dados, atingir-se um nível satisfatório de entendimento de toda a história geológica não só dos plutonitos graníticos, como também de todo o contexto litológico, geotectônico e metalogenético de tão interessantes domínios geotectônicos.

#### 2.4.6.2 - Amostragem, agrupamento e discriminância

A população, objeto do presente estudo, compreende 22 espécimes, a maioria proveniente de unidades litostratigráficas do Proterozóico Inferior, conforme mostrado a seguir:

A) Proterozóico Inferior

Supra-Estrutura: Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal

PI$\gamma$ – 1 amostra: JP-114

PI$\gamma$A – 5 amostras: TS-189A, TS-190, TS-220, JP-074 e TS-353

PI$\gamma$1A – 6 amostras: JP-034, TS-330, JP-075A, JP-080, JP-105 e JP-144

Felsitos – 5 amostras: JP-084, JP-094, JP-121, [ JP-127 e TS-298

Subtotal: 17 amostras

B) Arqueano

A(TB)ogn – 4 amostras: JP-140, JP-142,TS-347 e TS-348

Subtotal: 4 amostras

Total geral: 21 amostras.

A representatividade da amostragem é muito baixa em quaisquer dos conjuntos referidos, mas principalmente no conjunto PI$\gamma$A, encaixado em gnaisses e contaminado com rochas supracrustais vulcanossedimentares da Subunidade Gnáissico-Xistosa, e que, estando exposta numa área de 65km$^2$, tem apenas cinco amostras, resultando uma densidade de uma amostra para cada 13km$^2$. Os corpos amostrados têm uma área total de exposição aproximadamente de 196km$^2$, o que corresponde a uma ínfima densidade de 1 amostra por 9km$^2$.

Quanto à similaridade entre os espécimes dos diferentes conjuntos, e destes entre si, observa-se, na tabela II.2.3, representando um dendograma gerado com base nos coeficientes de similaridade tomados como padrão quantitativo de similaridade, que há um certo espalhamento entre as amostras, indicando um certo grau de homogeneidade química em toda a população.

Não obstante esse espalhamento geral, no detalhe, existem certos agrupamentos e tendências que valem a pena ressaltar:

a) das cinco amostras denominadas felsitos, três tendem a se agrupar com três amostras do conjunto PI$\gamma$1A, mantendo o grupo uma razão média de alcalinidade de 0,38 e ID – índice de diferenciação, em torno de 90;

b) a amostra JP-084, também classificada como felsito, apresenta-se com um baixíssimo ID (77,23), dando à rocha um caráter mais básico quando comparado com os dos demais felsitos;

c) o conjunto PI$\gamma$A mostra o melhor agrupamento de toda a população, pois, de um total de cinco amostras apenas uma se dispersa das demais. Estas que permaneceram agrupadas têm uma média de razão de alcalinidade igual a 0,48, portanto bem mais elevada que a dos felsitos, sendo, assim, de tendência alcalina, também confirmado pelo índice de peralcalinidade. Nota-se ainda que, em média, o índice de coloração desse conjunto é mais baixo do que o dos próprios felsitos.

A Subunidade Gnáissica de idade arqueana é bastante dispersa e nela se constatam as seguintes ligações com as amostras dos demais conjuntos:

a) ligação com o conjunto PI$\gamma$1A: TS-347 relacionada com a JP-034;

b) ligação com o conjunto PI$\gamma$A: TS-190 relacionada com a TS-348;

c) ligação entre si: as duas amostras restantes, JP-142 e JP-140, ligam-se entre si através de um coeficiente de similaridade (distância) igual a 0,415.

O conjunto PI$\gamma$ é isolado e tem caráter básico, ocupando portanto a parte basal do dendograma.

As tabelas II.2.4 e II.2.5 apresentam os resultados de analises químicas e normas CIPW.

### 2.4.6.3 Classificação químico-mineralógica

Para verificar a classificação químico-mineralógica dessa população de granitóides, utilizou-se o diagrama Q = [Si/3-(K + Na + 2Ca/3)] *versus* P = K-(Na + Ca) de Debon & Le Fort (1983), representado na figura II.2.4.

Embora os espécimes ocupem os campos das rochas granitóides desde os termos tonalíticso-trondhjemíticos (conjuntos PI$\gamma$ e PI$\gamma$1A), há uma nítida predominância dos campos granodiorítico e adamelítico. O campo granítico é preferencialmente ocupado pelas rochas PI$\gamma$A, com forte tendência alcalina de pelo menos três espécimes, pouco diferenciados (TS-353, TS-220 e JP-074). Também uma amostra do conjunto PI$\gamma$1A ocupa o campo granítico, porém bem na linha divisória com o campo adamelítico, o mesmo acontecendo praticamente com uma amostra da subunidade [A(T)ogn]. Curiosamente, outra amostra desse conjunto ocupa posição no campo adamelítico, também na linha divisória com o campo granítico, e uma terceira

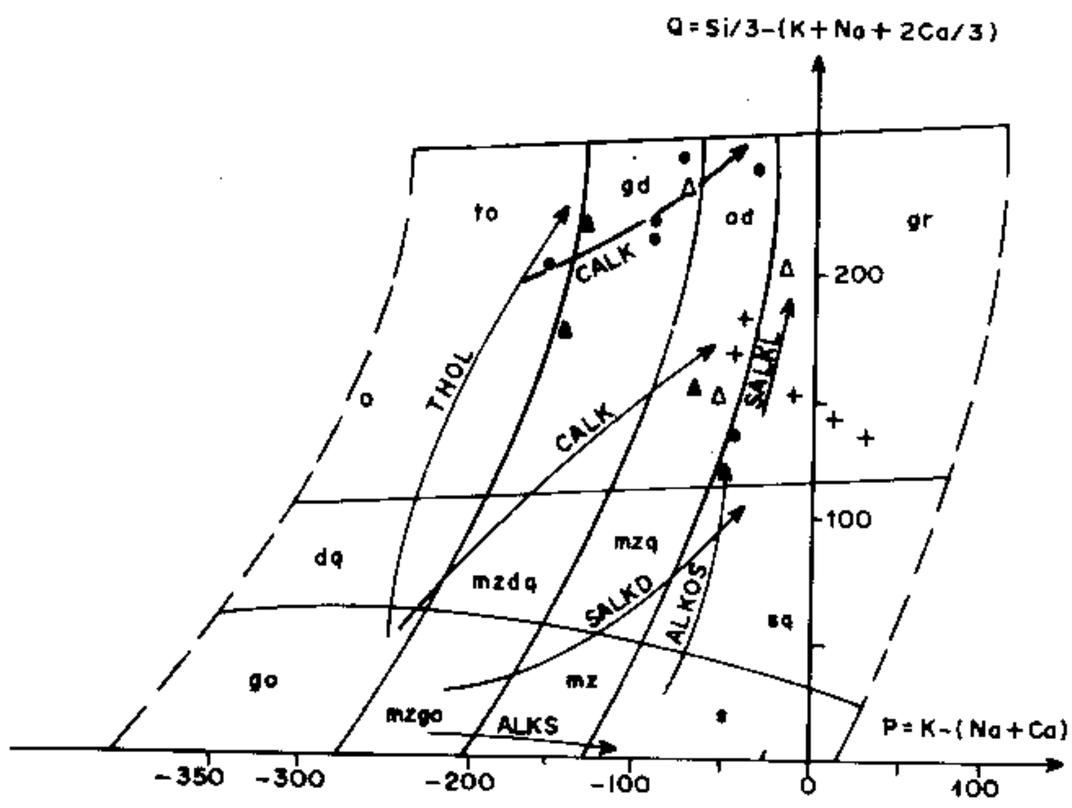
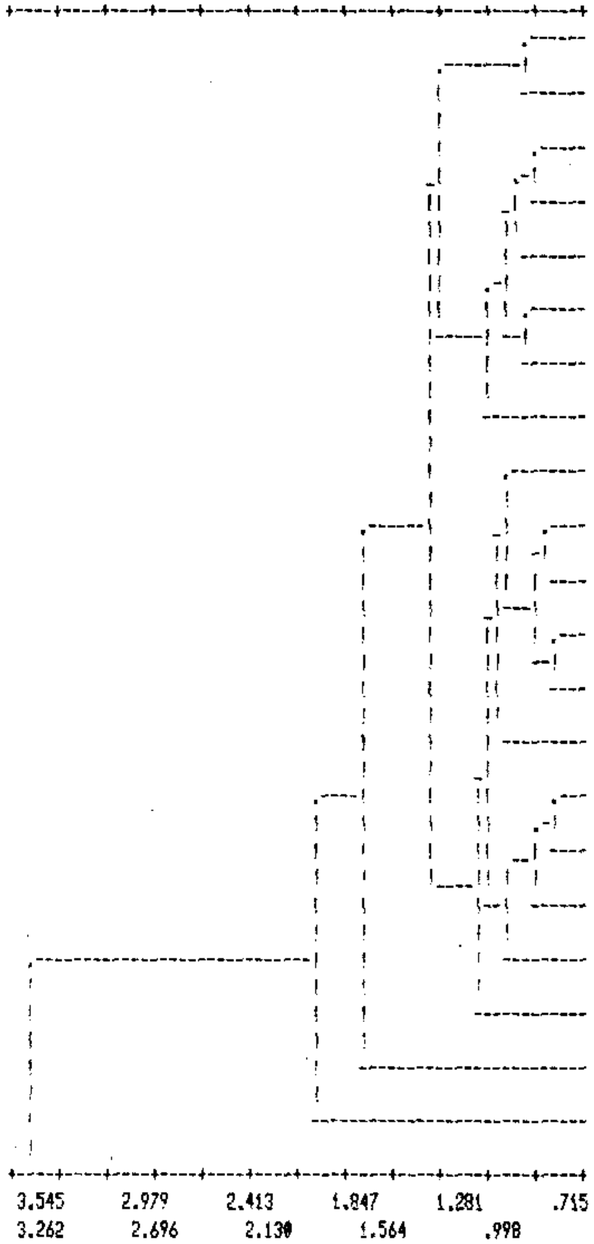



**Figura II.2.4** – Classificação química de granitóides segundo Debon & Le Fort (1983) para as rochas da folha Afrânio. Chave dos campos: to – tonalito; gd – granodiorito; ad – adamelito; gr – granito. Associações: THOL – toleítica; SALKL – subalcalino-monzonítico-leucocrático; e CALK – calcialcalino-granodiorito. (△) A(T)ogn; (▲) felsito; (+) PI$\gamma$A; (●) PI$\gamma$1A e (○) PI$\gamma$.

TABELA II.2.3 - Análise Cluster e Parâmetros Petroquímicos
(Granitóides da Folha Afrânio)

COLUNAS 1 E 2 - OBSERVAÇÕES COMBINADAS EM CLUSTERS
COLUNA 3 - NÍVEL DE SIMILARIDADE DE CLUSTER

DENDOGRAMA (VALORES AO LONGO DO EIXO X SÃO SIMILARIDADES )




| 1 | 2 | 3 | Amostra | | Análise Petrográfica | P.Lacroix classe (*) | RA(razão alcalin.) | ID(índice difer.) | CI(índice color.) | Unidade Litoest. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 20 | .45379 | 1 | JP-034 | .454 | Mu-xisto feldspático | I | 0,50 | 91,32 | 2,23 | PIY1A |
| 3 | 10 | .38265 | 20 | TS-347 | .949 | Mu-gnaisse | I | 0,50 | 91,04 | 2,32 | Acgn |
| 4 | 12 | .31625 | 3 | JP-075A | .383 | Granito gnáissico | I | 0,37 | 91,22 | 1,82 | PIY1A |
| 7 | 13 | .47168 | 10 | JP-127 | .496 | Gnaisse félsico | I | 0,37 | 90,37 | 2,00 | PIY1A |
| 14 | 16 | .31866 | 6 | JP-094 | .559 | Mu-granito | I | 0,37 | 87,35 | 2,11 | PIY1A |
| 15 | 21 | .27435 | 7 | JP-105 | .472 | Bi-Mu-gnaisse | I | 0,40 | 90,85 | 2,10 | PIY1A |
| 3 | 6 | .49571 | 13 | JP-144 | .704 | Mu-Bi-gnaisse | I | 0,38 | 89,45 | 2,98 | PIY1A |
| 4 | 11 | .41499 | 17 | TS-298 | 1.053 | Metagreisens | I | 0,40 | 91,76 | 1,38 | PIY1A |
| 14 | 15 | .43109 | 2 | JP-074 | .601 | Granito foliado | I | 0,46 | 97,21 | 1,54 | PIYA |
| 3 | 7 | .55913 | 14 | TS-189A | .319 | Granito foliado | I | 0,52 | 94,45 | 0,83 | PIYA |
| 4 | 19 | .54817 | 16 | TS-220 | .431 | Granito gnáissico | I | 0,51 | 93,57 | 2,05 | PIYA |
| 2 | 14 | .60138 | 15 | TS-190 | .274 | Gnaisse qz-feldspático | I | 0,45 | 93,84 | 1,06 | PIYA |
| 3 | 17 | .70429 | 21 | TS-348 | .644 | Granito | I | 0,54 | 92,82 | 1,44 | Acgn |
| 2 | 9 | .64400 | 9 | JP-121 | .711 | Metamonzogranito | I | 0,62 | 95,49 | 1,67 | PIY1A |
| 2 | 4 | .71091 | 4 | JP-080 | .316 | Bi-granito | I | 0,33 | 87,58 | 2,59 | PIY1A |
| 2 | 22 | .76832 | 12 | JP-142 | .415 | Bi-ortognaisse | I | 0,40 | 87,91 | 3,28 | Acgn |
| 1 | 3 | .94860 | 11 | JP-140 | .548 | Granito gráfico | I | 0,43 | 92,76 | 1,77 | Acgn |
| 1 | 2 | 1.05300 | 19 | TS-330 | .768 | Mu-ortognaisse | I | 0,39 | 91,03 | 2,36 | PIY1A |
| 1 | 5 | 1.42892 | 22 | TS-353 | 1.429 | Granito gnáissico | I | 0,42 | 92,66 | 4,74 | PIYA |
| 1 | 8 | 1.73187 | 5 | JP-084 | 1.732 | Mu-Bi-gnaisse c/ gr | I | 0,24 | 77,23 | 7,72 | FELSITO |
| 1 | 18 | 3.41895 | 8 | JP-114 | 3.419 | Metaquartzodiorito | I | 0,52 | 96,30 | 1,07 | PIY |

(*) I - Leucocrática
II - Mesocrática

Tabela II.2.4 – Granitóides da Folha Afrânio – Análises Químicas e Norma CIPW.

| Tipo | PlyA | | | | | Ply1A | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº Amostra | TS–189A | TS–190 | TS–353 | TS–220 | JP–074 | JP–034 | TS–330 | JP–075A | JP–080 | JP–105 | JP–144 |
| $SiO_2$ (%) | 75,30 | 73,40 | 71,50 | 74,40 | 73,00 | 70,10 | 74,10 | 74,00 | 75,70 | 73,50 | 72,60 |
| $TiO_2$ | 0,08 | 0,08 | 0,25 | 0,08 | 0,21 | 0,37 | 0,31 | 0,25 | 0,19 | 0,25 | 0,25 |
| $Al_2O_3$ | 13,20 | 14,20 | 13,20 | 13,20 | 14,20 | 14,20 | 13,70 | 16,10 | 14,20 | 15,60 | 15,10 |
| $Fe_2O_3$ | 0,50 | 0,64 | 1,70 | 0,80 | 0,86 | 1,30 | 1,50 | 0,96 | 1,00 | 1,30 | 2,20 |
| FeO | 0,19 | 0,28 | 0,98 | 0,29 | 0,42 | 0,45 | 0,43 | 0,55 | 0,64 | 0,48 | 0,46 |
| MnO | 0,05L | 0,05L | 0,05L | 0,05L | 0,05L | 0,05L | 0,05N | 0,05N | 0,05L | 0,05 | 0,05L |
| MgO | 0,15 | 0,25 | 0,30 | 0,21 | 0,17 | 0,48 | 0,45 | 0,41 | 0,25 | 0,50 | 0,41 |
| CaO | 0,91 | 1,00 | 1,10 | 1,30 | 0,20 | 1,30 | 0,26 | 0,23 | 1,10 | 0,28 | 0,35 |
| $Na_2O$ | 3,80 | 3,60 | 3,20 | 3,80 | 3,50 | 4,00 | 2,90 | 5,40 | 3,20 | 4,30 | 4,10 |
| $K_2O$ | 4,80 | 6,00 | 6,60 | 5,00 | 7,30 | 5,20 | 3,30 | 1,20 | 2,40 | 2,50 | 2,20 |
| $P_2O_5$ | 0,05 | 0,05 | 0,08 | 0,05 | 0,05L | 0,10 | 0,11 | 0,08 | 0,05 | 0,13 | 0,05 |
| P.F. | 0,60 | 0,50 | 0,70 | 0,80 | 0,70 | 2,00 | 2,00 | 1,30 | 0,60 | 1,50 | 1,60 |
| $H_2O$ | 0,20 | 0,20 | 0,30 | 0,30 | 0,10 | 0,40 | 0,60 | 0,10 | 0,10 | 0,30 | 0,20 |
| Nb (ppm) | 10N | 10N | 10N | 10N | | 10N | 10N | | | | |
| Zr | 136 | 122 | 399 | 172 | | 261 | 464 | | | | |
| Y | 19 | 10N | 107 | 13 | | 10L | 46 | | | | |
| Sr | 85 | 205 | 75 | 175 | | 650 | 200 | | | | |
| Rb | 273 | 305 | 41 | 249 | | 352 | 205 | | | | |
| Ba | 360 | 90 | 520 | 640 | | 1.600 | 1.240 | | | | |
| Li | 10 | 12 | 24 | 19 | | 48 | 18 | | | | |
| F | 150 | 190 | 160 | 180 | | 600 | 480 | | | | |
| Qz | 33,34 | 27,62 | 25,88 | 30,90 | 24,42 | 25,12 | 45,67 | 38,02 | 45,81 | 39,12 | 40,65 |
| C | 0,22 | 0,09 | | | 0,30 | | 5,30 | 5,74 | 4,51 | 5,69 | 5,58 |
| OR | 28,64 | 35,62 | 39,41 | 30,01 | 43,16 | 31,50 | 20,08 | 7,15 | 14,36 | 14,94 | 13,30 |
| AB | 32,47 | 30,60 | 27,36 | 32,66 | 29,63 | 34,70 | 25,27 | 46,05 | 27,41 | 36,80 | 35,50 |
| AN | 4,23 | 4,65 | 2,18 | 4,26 | 0,67 | 5,57 | 0,59 | 0,62 | 5,19 | 0,55 | 1,44 |
| DI | | | 1,77 | 1,61 | | | | | | | |
| WO | | | 0,23 | | | 0,16 | | | | | |
| HE | 0,13 | 0,07 | | | 0,23 | 0,95 | 1,08 | 0,13 | | 0,63 | 0,22 |
| HY | | | | 0,17 | | | | | 0,76 | | |
| MT | 0,55 | 0,84 | 2,49 | 0,12 | 0,91 | 0,55 | 0,67 | 1,22 | 1,47 | 1,00 | 2,28 |
| IL | 0,15 | 0,15 | 0,48 | 0,15 | 0,40 | 0,72 | 0,61 | 0,48 | 0,37 | 0,48 | 0,49 |
| AP | 0,12 | 0,12 | 0,19 | 0,12 | 0,12 | 0,24 | 0,27 | 0,19 | 0,12 | 0,31 | 0,12 |

QZ – Quartzo; OR – Ortoclásio; AB – Albita; AN – Anorita; C – Coríndon; DI – Diopsídio; HY – Hiperstênio; WO – Wollastonita; ACMT – Acmita;
MT – Magnetita; IL – Ilmenita; HE – Hematita; AP – Apatita;
L – Menor que o valor registrado; N – Não-detectado.

Tabela II.2.5 – Granitóides da Folha Afrânio – Análises Químicas e Norma CIPW.

| Tipo | Ply | Felsito | | | | | A(f)gn | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Amostra | JP-114 | JP-084 | JP-094 | JP-121 | JP-127 | TS-298 | JP-140 | JP-142 | TS-347 | TS-348 |
| $SiO_2$ (%) | 74,40 | 69,40 | 71,40 | 73,30 | 73,50 | 73,50 | 75,70 | 76,60 | 69,60 | 72,80 |
| $TiO_2$ | 0,05L | 0,33 | 0,25 | 0,21 | 0,21 | 0,12 | 0,13 | 0,21 | 0,42 | 0,12 |
| $Al_2O_3$ | 15,10 | 15,10 | 16,10 | 15,10 | 16,10 | 15,10 | 13,20 | 13,20 | 14,20 | 14,20 |
| $Fe_2O_3$ | 0,80 | 1,40 | 1,30 | 0,99 | 1,30 | 1,00 | 1,10 | 1,00 | 1,30 | 0,96 |
| FeO | 0,16 | 2,10 | 0,48 | 0,42 | 0,41 | 0,17 | 0,48 | 0,91 | 0,48 | 0,29 |
| MnO | 0,05L | 0,10 | 0,05 | 0,05L | 0,05L | 0,05N | 0,05N | 0,05L | 0,05L | 0,05L |
| MgO | 0,11 | 0,99 | 0,33 | 0,22 | 0,25 | 0,28 | 0,17 | 0,33 | 0,45 | 0,21 |
| CaO | 0,21 | 2,20 | 1,40 | 0,14 | 0,28 | 0,30 | 0,84 | 1,40 | 1,30 | 1,10 |
| $Na_2O$ | 7,80 | 3,50 | 4,90 | 4,90 | 4,30 | 4,30 | 3,20 | 3,40 | 4,00 | 4,20 |
| $K_2O$ | 0,48 | 1,20 | 2,10 | 4,40 | 2,30 | 2,30 | 4,80 | 2,90 | 5,10 | 4,80 |
| $P_2O_5$ | 0,05L | 0,24 | 0,07 | 0,06 | 0,07 | 0,05L | 0,05 | 0,06 | 0,10 | 0,05L |
| P.F. | 0,50 | 2,50 | 1,70 | 0,40 | 1,50 | 2,20 | 0,50 | 0,40 | 2,10 | 0,50 |
| $H_2O$ | 0,30 | 0,30 | 0,20 | 0,20 | 0,10 | 0,40 | 0,10 | 0,10L | 0,60 | 0,20 |
| Nb (ppm) | | | | | | | | 10N | 10N | 10N |
| Zr | | | | | | | | 236 | 254 | 248 |
| Y | | | | | | | | 34 | 10N | 13 |
| Sr | | | | | | 210 | | 140 | 680 | 85 |
| Rb | | | | | | 61 | | 223 | 331 | 305 |
| Cu | | | | | | 20 | | | | |
| Pb | | | | | | 30 | | | | |
| Zn | | | | | | 35 | | | | |
| Co | | | | | | 5 | | | | |
| Ni | | | | | | 5 | | | | |
| Ba | | | | | | 2.050 | | 440 | 1.800 | 980 |
| Li | | | | | | 13 | | 32 | 46 | 18 |
| F | | | | | | 100L | | 130 | 840 | 170 |
| Au | | | | | | 0,02N | | | | |
| As | | | | | | 1,1 | | | | |
| QZ | 26,95 | 39,22 | 32,58 | 27,88 | 39,77 | 40,32 | 37,16 | 41,76 | 25,07 | 28,12 |
| C | 1,39 | 4,78 | 3,44 | 2,17 | 6,27 | 5,26 | 1,34 | 2,08 | | 0,22 |
| OR | 2,86 | 7,34 | 12,61 | 26,06 | 13,76 | 13,99 | 28,45 | 17,23 | 31,07 | 28,72 |
| AB | 66,49 | 30,67 | 42,15 | 41,55 | 36,84 | 37,45 | 27,15 | 28,93 | 34,90 | 35,98 |
| AN | 1,02 | 9,67 | 6,59 | 0,30 | 0,94 | 1,19 | 3,85 | 6,58 | 5,90 | 5,19 |
| ACMT | | | | | | | | | | |
| OLIV | | | | | | | | | | |
| DI | | | | | | | | | | |
| WO | | | | | | | | | 0,03 | |
| HE | 0,43 | | 0,63 | 0,36 | 0,70 | 0,77 | 0,18 | | 0,99 | 0,45 |
| HY | | 4,97 | | | | | | 1,42 | | |
| MT | 0,54 | 2,10 | 1,00 | 0,91 | 0,89 | 0,37 | 1,34 | 1,46 | 0,51 | 0,76 |
| IL | 0,10 | 0,65 | 0,48 | 0,40 | 0,40 | 0,23 | 0,25 | 0,40 | 0,82 | 0,23 |
| AP | 0,12 | 0,59 | 0,17 | 0,14 | 0,17 | 0,12 | 0,12 | 0,14 | 0,24 | 0,12 |
| MNA | | | | | | | | | | |

QZ – Quartzo; OR – Ortoclásio; AB – Albita; AN – Anortita; C – Coríndon; DI – Diopsídio; HY – Hiperstênio; WO – Wollastonita; ACMT – Acmita; MT – Magnetita; IL – Ilmenita; HE – Hematita; AP – Apatita; MNA – Metassilicato de Na; OLIV – Olivina; L – Menor que o valor registrado; N – Não-detectado.

está no campo dos granodioritos. É possível que duas amostras desse conjunto formem um *trend* paralelo ao padrão SALKL (subalcalino-monzoniítico-leucocrático), enquanto um conjunto de cinco amostras da unidade PIγ1A forme um *trend* aproximadamente semelhante à associação magmática calcial-calino-granodiorítica. Por fim, os felsitos são de preferência granodioríticos, havendo uma amostra de natureza adamelítica.

### 2.4.6.4 Caráter de alcalinidade e aluminosidade

Já no subitem precedente, foi observado que amostras do conjunto PIγ1A formavam um *trend* calcialcalino, enquanto o conjunto PIγA, embora não formando nenhum *trend* típico, mostrava-se enriquecido em álcalis (figura II.2.4). Na figura II.2.5, vê-se claramente que conjuntos felsitos e PIγ1A pertencem à associação aluminosa, sendo o primeiro pobre em quartzo, similar, de acordo com o esquema de Debon & Le Fort (1983), a granitos tipos: a) Aureil-maciço Central Françês (Grandclaude et alii, 1976, La Roche et alii, 1980); b) plutonito Higher Himalaya , Manaslu Nepal (Le Fort, 1973, 1975, 1981); c) plutonitos a biotita do batólito axial de Nuristan, Afeganistão (Leterrier & Maury,1978). O segundo conjunto, ainda de acordo com o esquema de Debon & Le Fort (op. cit.), assume um *trend* também aluminoso, porém rico em quartzo e semelhante ao batólito Kosciusko, do tipo "S", Austrália (Hine et alii, 1978). Somente os conjuntos PIγ1A, PIγ e os felsitos são tipicamente leucocráticos peraluminosos, no campo onde a moscovita ocorre associada à biotita sobrepujando-a, uma vez que a subunidade A(T)ogn dispõe de amostras igualmente distribuídas nos domínios per- e metaluminoso, enquanto o conjunto PIγA, embora predominantemente leucocrático, possui duas amostras no domínio metaluminoso, as três restantes estando na fronteira entre os domínios per- e metaluminoso.

Na figura II.2.6, não foi possível confirmar o caráter calcialcalino do conjunto PIγ1A, aventado com base na figura II.2.4, mas ressalta-se o seu aspecto altamente diferenciado (altos teores de Q), bem como o caráter de tendência alcalina do conjunto PIγA e a natureza eminentemente leucocrática de toda a população. De novo na figura II.2.7, a prevalência dos termos alcalinos PIγA é marcante. Quanto aos demais conjuntos, é indecifrável a natureza química da associação magmática original, pelas posições inadequadas assumidas pelos pontos no diagrama, formando um agrupamento próximo ao vértice A (alcalino) longe da linha divisória dos campos toleítico e calcialcalino. Finalmente, a figura II.2.8, que discrimina os campos calcialcalino, alcalino e peralcalino para os granitos, a partir das relações dos percentuais de sílica e as razões de alcalinidade de Wright (1969), permite verificar e confirmar o caráter calcialcalino e alcalino dos conjuntos felsito e PIγ1A, a natureza exclusivamente alcalina dos conjuntos A(T)ogn e PIγ, bem como o quimismo alcalino mas com fortes tendências peralcalinas do conjunto PIγA.

De acordo com Wenrong & Hongnian (1985), analisando-se as razões de alcalinidade de Wright da população de granitos, aqueles PIγA e provavelmente A(T)ogn equivaleriam a granitos de origem mantélica, enquanto os demais seriam de origem crustal. Entretanto, tomando-se os valores dos índices petrogenéticos – IP, outro parâmetro também utilizado por aqueles autores, os resultados encontrados não são compatíveis com essa origem mantélica, já que dos dois conjuntos apenas a amostra JP-142 tem esse parâmetro menor do que 1 ($K_2O/Na_2O = 0,853$). Ao contrário do que se esperava, os valores baixos para o parâmetro índice petrogenético são encontrados justamente nos conjuntos que, pela sua posição no diagrama de Wright (op. cit.), eram supostos tratar-se de origem crustal, e aqui as razões K/Na deveriam ser maiores do que 1, o que só acontece com as amostras JP-034 e TS-330 (PIγA). Há um impasse nesse ponto, e a questão será então explorada com o apoio de outros argumentos de natureza mineralógica.

### 2.4.6.5 Minerais normativos fêmicos e coríndon

No subitem anterior permaneceu um impasse com relação à natureza ou origem desses granitóides à luz de parâmetros como IP e RA, razão por que se passa agora a utilizar as relações entre os minerais fêmicos normativos e o coríndon, partindo-se da análise da tabela II.2.6.

Em primeiro lugar, há muita contradição ou não-coincidência das nossas amostras no preenchimento integral dos parâmetros dos diferentes autores (Chappell & White, 1974; Ishihara, 1977; Takahashi, 1980; Pitcher, 1979; Wenrong & Hongnian, 1985). Alguns casos podem ser citados à guisa de exemplo: amostra com muito mais magnetita do que ilmenita, que deveria ser da série a magnetita, ou tipo I, fica refutada pela alta presença de coríndon. Também não é granito tipicamente "S", porque nesse caso a ilmenita deveria superar a magnetita. Também há casos onde a presença de **hb, bio, r/ti** deveria indicar um granito mantélico, porém ele não preenche as características de granito mantélico, pela presença maciça de coríndon, ou seja, rocha peraluminosa. Tal é a situação das amostras da unidade PIγ1A, à exceção da de número JP-034.

O quadro delineado só pode ser explicado por processo de assimilação de material crustal por um magma granítico. Ou seja, o entendimento dessas rochas não poderá ser feito de forma tão dualística como proposto pelos autores citados no parágrafo anterior, mas terá de seguir uma sistemática, enfocando a interdependência e interação de diferentes materiais para resultar numa rocha como é reconhecida a atual. La Roche, Strussi e Chaussi já haviam iniciado tal comportamento, mas foram, ao que parece, os chineses (por exemplo: Yu Xijing, 1985; Wenrong & Hongnian, 1985; Jili & Jiayuan, 1985; e Chaoqun, 1985), que deram início à aplicação desse conceito de interação dos granitos. Também Didier

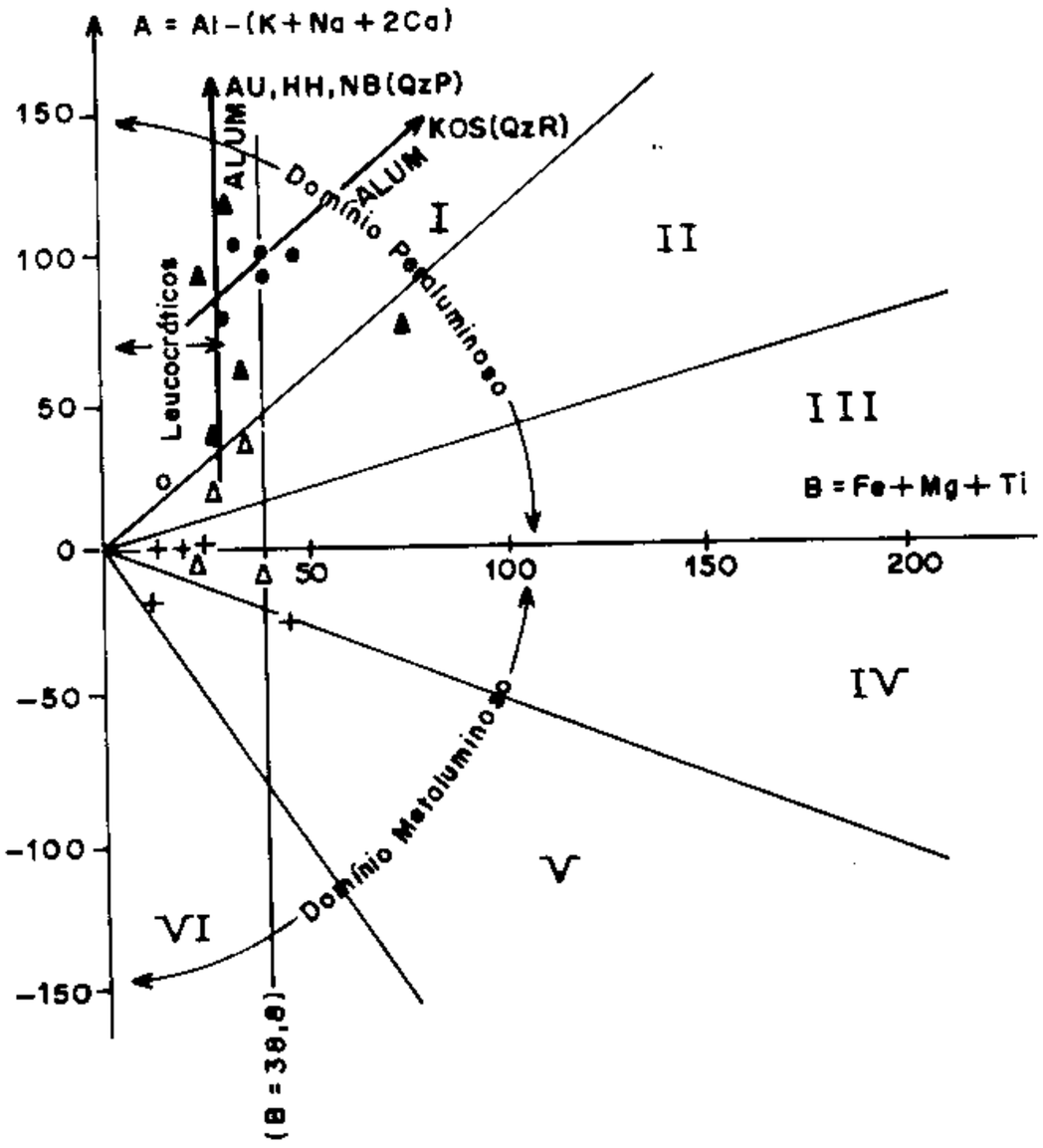



**Figura II.2.5** – Composição dos granitóides da folha Afrânio, segundo diagrama de Debon & Le Fort (1983). Chave dos campos: I – moscovita-biotita; II – biotita-moscovita; III – biotita...; IV – + biotita + hornblenda piroxênio + olivina + ...; V – + clinopiroxênio + titanita...; VI rochas ígneas de composição excepcional. (△) A(T)oγn; (▲) felsito; (+) PlγA; (●) Plγ1A e (○) Plγ

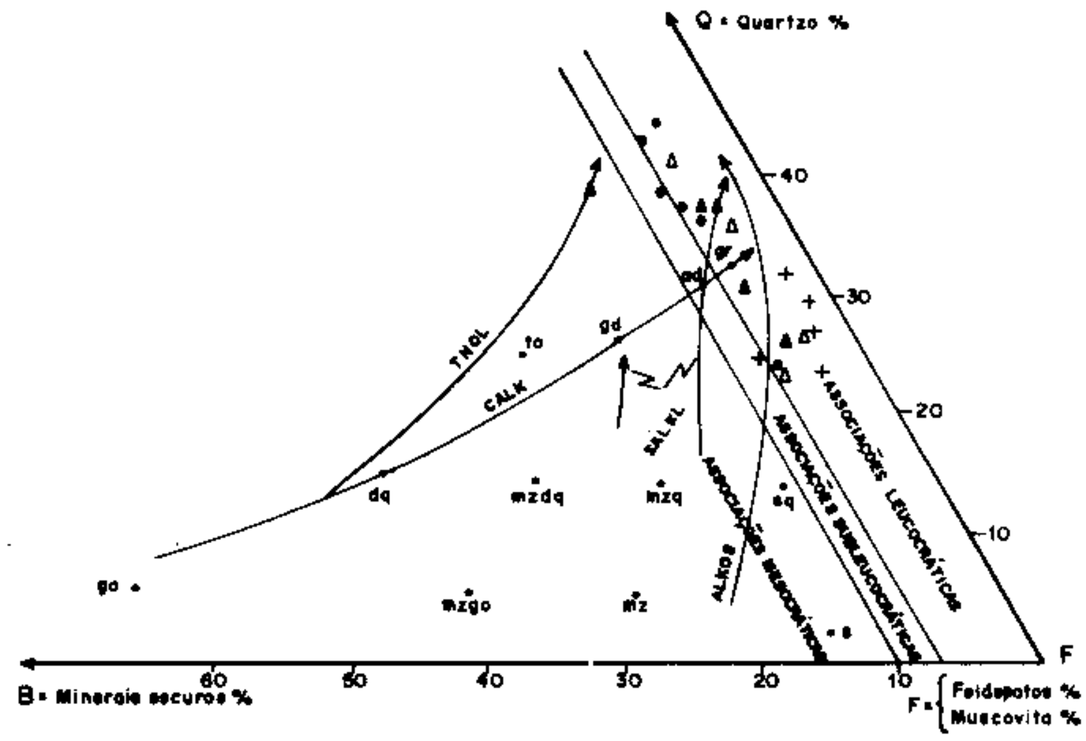



**Figura II.2.6** – Aplicação do diagrama triangular QBF de Debon & Le Fort (1983), mostrando as diferentes associações do tipo cafêmico ou aluminotafêmico, para os granitóides da folha Afrânio. THOL – toleítico; CALK – calcialcalino; SALKL – subalcalino claro; ALKOS – alcalino supersaturado. (△) A(T)ogn; (▲) felsito; (+) PlγA; (●) Plγ1A.

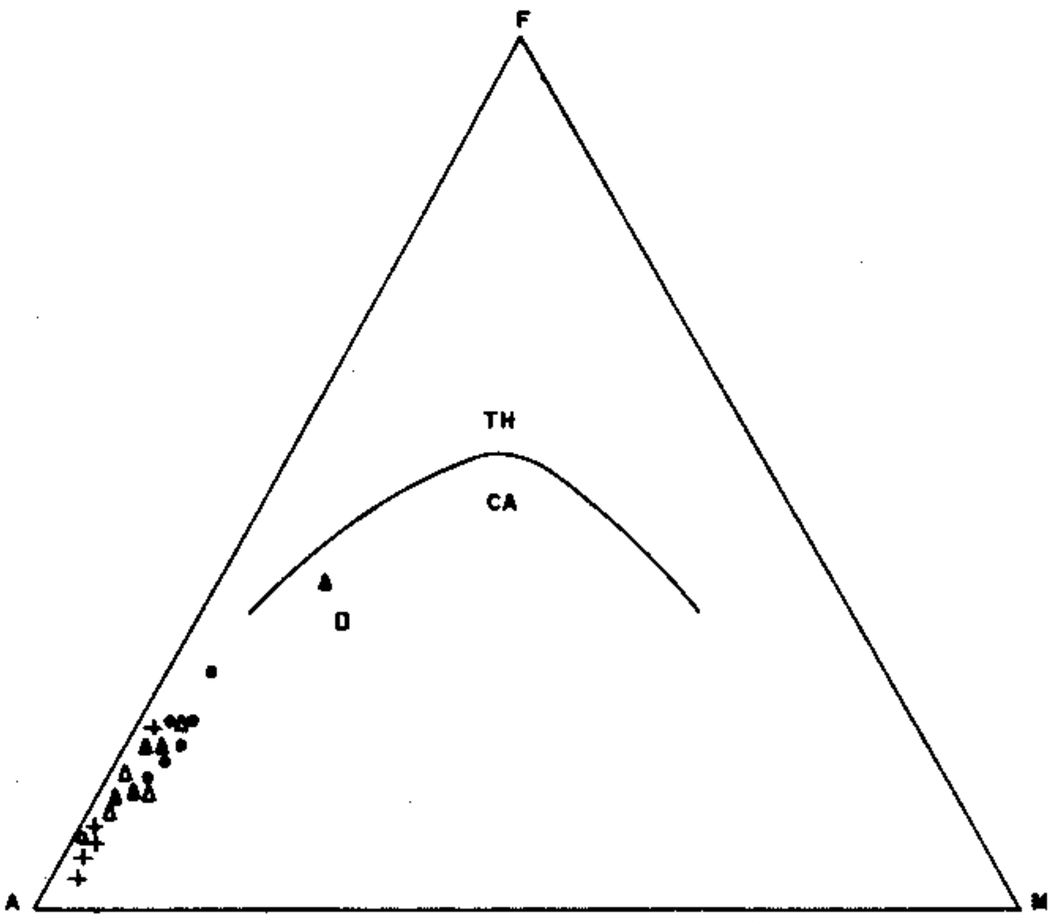



**Figura II.2.7** – Diagrama AFM dos granitóides da folha Afrânio. Limite dos campos calcialcalino e toleítico, segundo Irvine & Baragar (1971). (△) A(T)ogn; (▲) felsito; (+) PlγA; (●) Plγ1A; (○) Plγ e (□) PSβ.

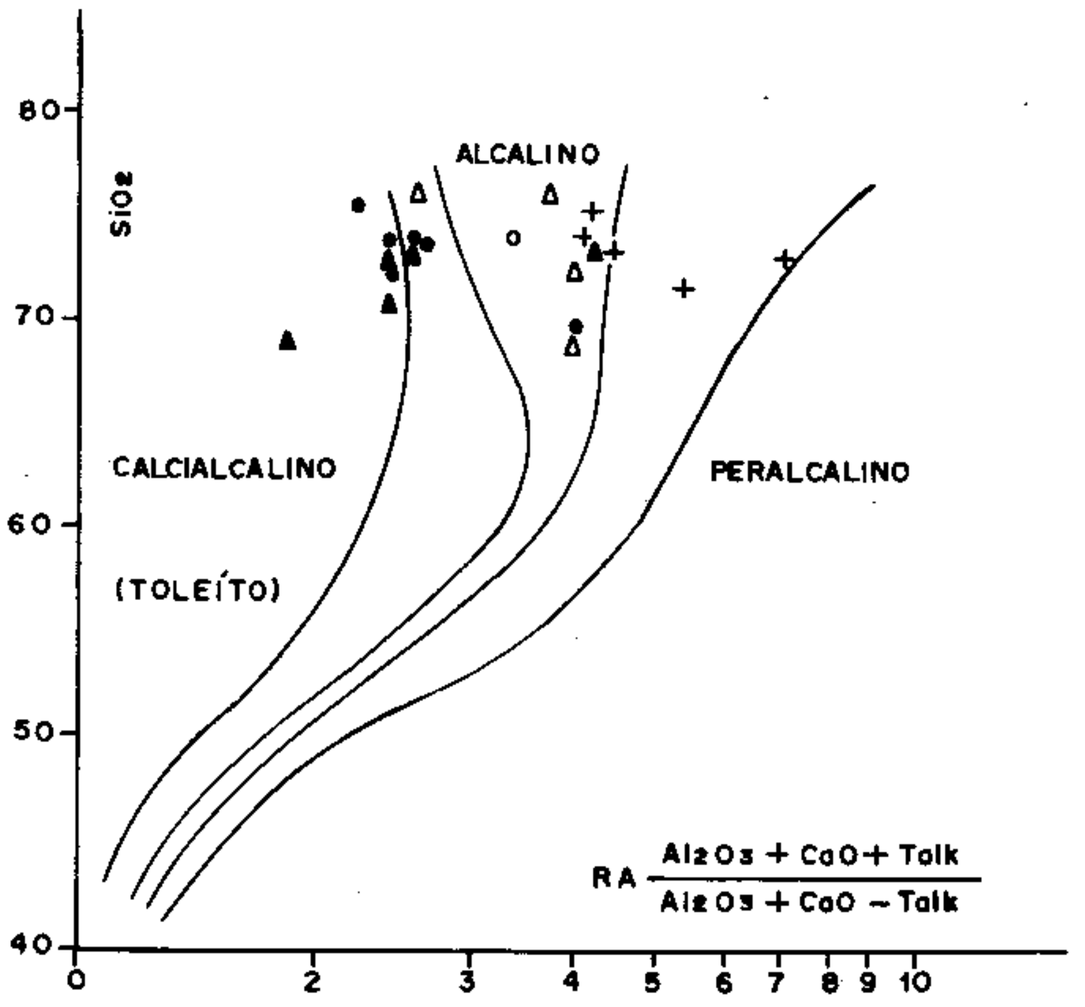



Figura II.2.8 – Diagrama de Wright (1969), mostrando a distribuição dos granitóides da folha Afrânio. (△) A(T)ogn; (▲) felsito; (+) PlγA; (●)Plγ1A e (○) Plγ.

Tabela II.2.6 – Minerais Normativos e Coríndon em Granitóides (Mesonorma e CIPW).

| Unidade litos-tratigráfica | Amostras | Minerrais | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | c | Di | Mt | Il | Hy | Hb | Bio | Ha | r/ti |
| PlγA | TS–189A | x1 | – | x> | x | – | – | X | X | XX |
| | TS–190 | x | – | xx | x | – | – | X | X | XX |
| | TS–353 | – | XX | xxx | x | – | xxx | – | – | XX |
| | TS–220 | – | XX | x<3 | x | x | xxx | – | – | XXX |
| | TS–074 | x | – | xx | x | – | – | X | X | X |
| Plγ1A | JP–034 | – | – | x | x> | – | – | xx | x | xx |
| | TS–330 | xxx | – | x | x | – | x | xx | x | x |
| | JP–075A | xxx | – | xx | x | – | – | xx | x | x |
| | JP–080 | xxx | – | xxx | x | x | – | xx | – | x |
| | JP–105 | xxx | – | xx | x | – | – | xx | x | xx |
| | JP–144 | xxx | – | xxx | x | – | – | xx | x | x |
| Plγ | JP–114 | xx | – | X | X | – | – | X | X | XX |
| Plγ1A | JP–084 | xxx | – | xx | x | xxx | – | xxx | – | x |
| | JP–094 | xxx | – | x>2 | x | – | – | xx | x | x |
| | JP–121 | xx | – | x> | x | – | – | x | x | xx |
| | JP–127 | xxx | – | x> | x | – | – | xx | x | x |
| | TS–298 | xxx | – | x> | x | – | – | xx | x | xxx |
| A(T)ogn | JP–140 | xx | – | xx | x | – | – | X | X | X |
| | JP–142 | xx | – | xx | x | x | – | XX | – | – |
| | TS–347 | – | – | x< | x | – | x | XX | X | XXX |
| | TS–348 | – | – | x< | x | – | – | XX | X | XX |

1 – A quantidade de x nos quadrinhos indica a maior ou menor quantidade do mineral normativo;

2 – x> significa quantidade mais ou menos igual de Mt e Il, porém Mt maior do que Il;

3 – x< significa quantidade mais ou menos igual de Mt e Il, porém Mt menor do que Il;

4 – r/ti = rutilo/titanita.

(1987), com base nos encraves, fez referência à natureza dos granitos, enquanto Atherton & Sanderson (1987) salientaram a importância da interação de fluidos com material aluminoso supracrustal no processo de transformação de granitos de origem mantélica em granitos tipo "S", como acontece no batólito Cordilhera Blanca (Peru ocidental). Também bastante interessante nesse contexto do estudo de assimilação foi o trabalho de Ague & Brimhall (1987), que conseguiram então caracterizar quatro categorias de granitos a partir da contaminação mais incipiente até aquela bastante marcante, a ponto de transformar o granito originalmente mantélico em granito crustal tipo "S".

Ao aplicarmos o esquema desses dois autores em nossa população granítica, utilizando a tabela II.2.6, teremos o seguinte quadro:

A. PIγA

*Granito tipo I-WC: diopsidio + (magnetita < ilmenita) + hiperstênio + hornblenda + rutilo/titanita*: 2 amostras – TS-353 e TS-220.

*Granito tipo I-MC: (coríndon + (magnetita < ilmenita) + biotita + hematita + rutilo/titanita: 3 amostras – TS-189A, TS-190 e JP-074.*

B. PIγ1A

*Granito tipo I-MC*: (magnetita < ilmenita) + biotita + hematita + rutilo/titanita: 1 amostra – JP-034.

*Granito tipo I-SC/I-SCR(tipo S)*: coríndon + (magnetita > ilmenita) + hiperstênio + hornblenda + biotita + hematita + rutilo/titanita: 5 amostras – TS-330, JP-075A, JP-080, JP-105 e JP-144.

C. PIγ

*Granito tipoI-SC*: coríndon + (magnetita + ilmenita) + biotita + hematita + rutilo/titanita: 1 amostra - JP-114.

D. PIγ/A (felsito)

*Granito tipo I-SC/I-SCR(tipo S)*: coríndon + (magnetita > ilmenita) + (hiperstênio) + biotita + rutilo/titanita: 5 amostras – JP-084, JP-094, JP-121, JP-127 e TS-298.

E.A(T)ogn

*Granito tipo I-SC*: coríndon + (magnetita > ilmenita) + (hiperstênio) + biotita + hematita + rutilo/titanita: 2 amostras - JP-140 e JP-142.

*Granito tipo I-MC*: (magnetita < ilmenita) + biotita + hematita + rutilo/titanita: 2 amostras – TS-347 e TS-348.

Sumariamente, temos o seguinte quadro:

a) *Granito I-WC*
PIγA: 2 amostras – TS-353 e TS-220
b) *Granito I-MC*
PIγA: 3 amostras – TS-189A,TS-190 e JP-074

PIγ1A: 1 amostra – JP-034
A(T)ogn: 2 amostras – TS-347 e TS-348
c) *Granito I-SC/I-SCR*
PIγ1A: 5 amostras – TS-330, JP-075A,JP-080, JP-105 e JP-144
Felsito: 5 amostras – JP-084, JP-094,JP-121, JP-127 e TS-298
d) *Granito I-SC*
PIγ: 1 amostra – JP-114
A(T)ogn: 2 amostras – JP-140 e JP-142

### 2.4.6.6 Índices de assimilação

Tomando-se apenas tentativamente as razões de elementos compatíveis *x* incompatíveis tipo Rb/Sr e Rb/Ba como índice de assimilação, como fizeram Tindle & Pearce (1983), vê-se que as quatro amostras da unidade PIγA são bastante dispersas, conforme mostrado na tabela II.2.7.

Na análise da Carta Geológica, encontra-se a resposta para esse quadro com valores tão dispersos, pois trata-se de assimilação em diferentes graus de xenólitos de supracrustais da Subunidade Gnáissico-Xistosa pelo magma granítico que gerou esses plutonitos.

### 2.4.6.7 Ambiência geotectônica

Inicialmente, com a aplicação do diagrama $R_1$-$R_2$ de La Roche (1980) e Batchelor & Bowden (1985) (figura II.2.9), vê-se que todas as unidades pertencem a um regime compressivo, variando porém em amplo espectro ambiental, pois englobam os granitos de origem mantélica, de ambiente de arco-de-ilha (FM), passam a tipos pré-colisionais, e, em seguida, evoluem a sincolisionais, até, finalmente, chegar aos termos tardiorogênicos.

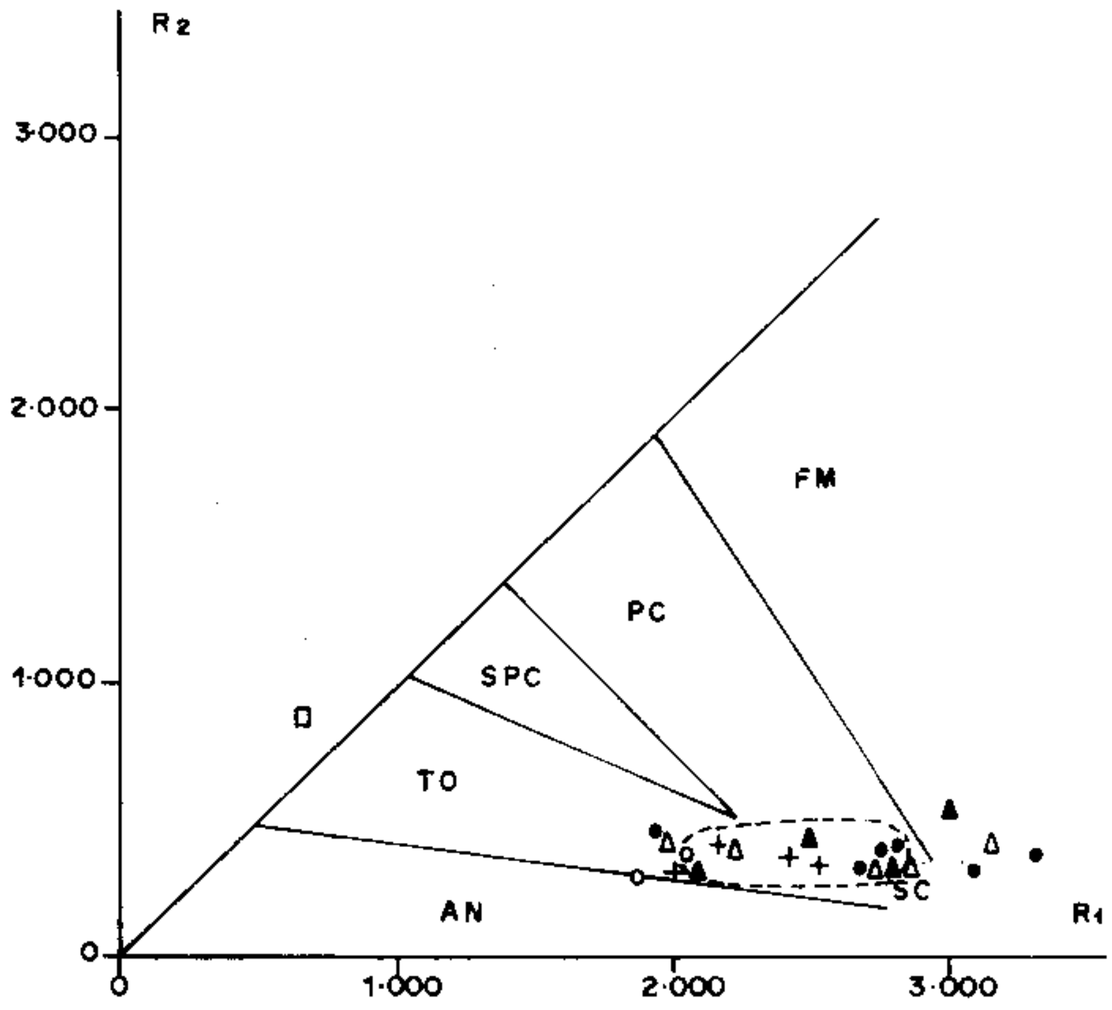



**Figura II.2.9** – Diagrama $R_1$, $R_2$, com indicação de ambientes tectônicos (La Roche et alii, 1980), para os granitóides da folha Afrânio. Chave dos campos: PC – pré-colisão, TO – tardiorogênico; SC – sincolisão. (△) A(T)ogn; (▲) felsito; (+) PIγA; (●) PIγ1A; (○) PIγ e (□) PSβ.

Streckeisen, com os campos das séries magmáticas e as associações metalogenéticas traçadas por Lameyre & Bowden (1982), está, de certa forma, corroborando as previsões estabelecidas com base no diagrama anterior.

Assim, verifica-se que das 22 amostras analisadas, treze posicionaram-se no campo 7 de anatexia ou pouco acima dele, e o restante se distribui nos campos 4 (calcialcalino, *high*-potássio, monzonítico), 5 (alcalino-aluminoso) e 6

### 2.4.6.8 Potencial metalogenético

Embora no subitem 2.4.6.5 tenhamos mostrado a evolução complexa desses granitos, desde o tipo "I" mantélico até o tipo "S" crustal, com seus estágios intermediários I-MC, I-SC, de uma maneira geral o diagrama da figura II.2.10 mostra a discriminação entre os tipos "I" e "S" e sobre os quais, em princípio se define o potencial metalogenético apoiado nas investigações de Ishihara (1977), Chappell & White (1977) e Takahashi et alii (1980). Assim, considerando a quase-equivalência dos granitos dos tipos "I" e "S" respectivamente com os da série magnetita e ilmenita, podem-se estabelecer as seguintes linhagens metalogenéticas:

a) *Granitos tipo I – Unidades PIγA e A(T)ogn:* Au, Mo, Cu, W, Pb, Zn, F, Ag, As;

b) *Granitos tipo S – Unidades PIγ1A, (felsito) e PIγ:* Sn, Nb, Ta, W, Th, U, TR

A figura II.2.11, constituída do diagrama QAP de (peralcalino). Confirmando a regra, a unidade PIγA continua mostrando a maior tendência alcalina, chegando a ter uma amostra no campo eminentemente peralcalino. Com base nessa distribuição de pontos, a previsão metalogenética é feita nos seguintes termos:

a) Campo (7) anatético à direita: uma amostra da subunidade A(T)ogn (raiz de zonas migmatizadas: fracas mineralizações): TR, Th.

b) Campo (7) anatético do centro para a esquerda: amostras das rochas ortognaisses PIγ1A, A(T)ogn e felsito: Cúpula de granitos: ótimo para mineralizações de Sn, W, Nb, Th, U, F, Be, pegmatito.

c) Campo (6) peralcalino: amostras das rochas: felsito (PIγ1A), A(T)ogn e ortognaisses PIγ1A (melhores perspectivas para essa última): Zr, TR, Y, Nb, U, Th, Ta.

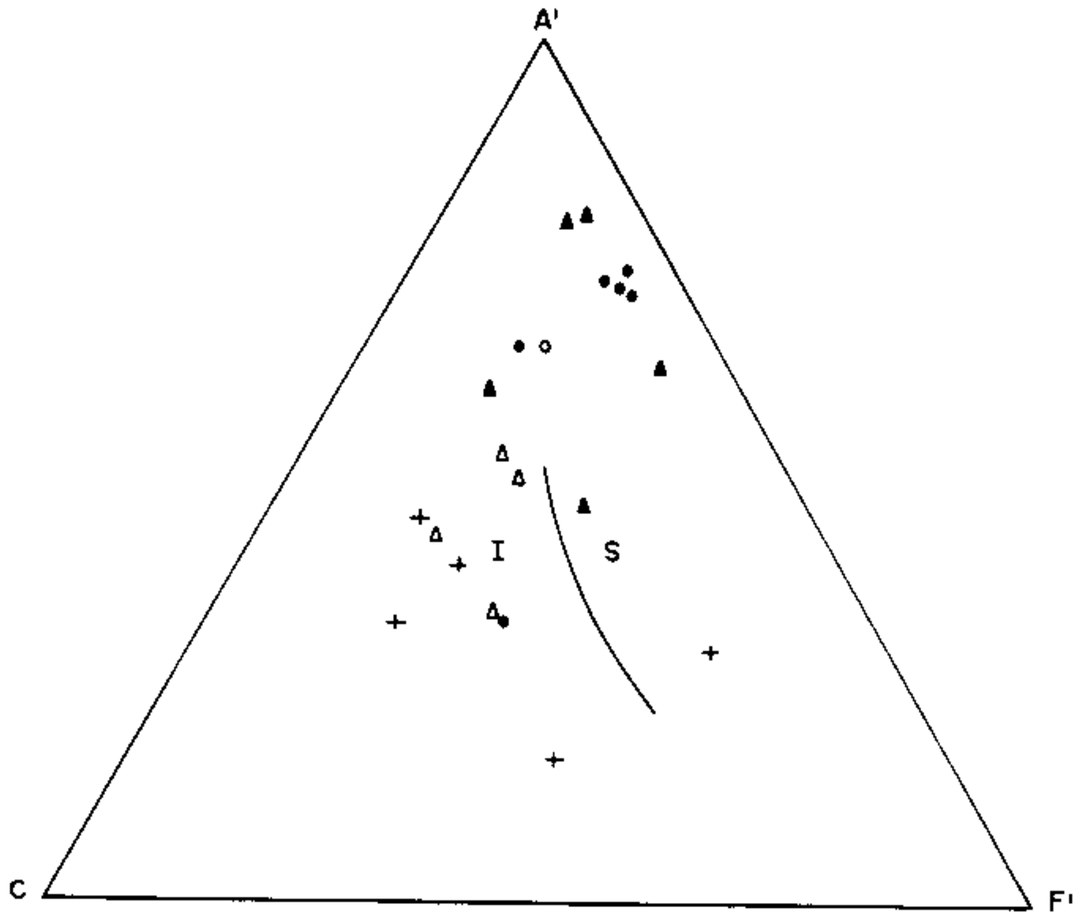



**Figura II.2.10** – Diagrama ACF (Takahashi et alii, 1980) com limite dos campos I e S, para os granitóides da folha Afrânio. (△) A(T)ogn; (▲) felsito; (+) PIγA; (●) PIγ1A e (○)PIγ.

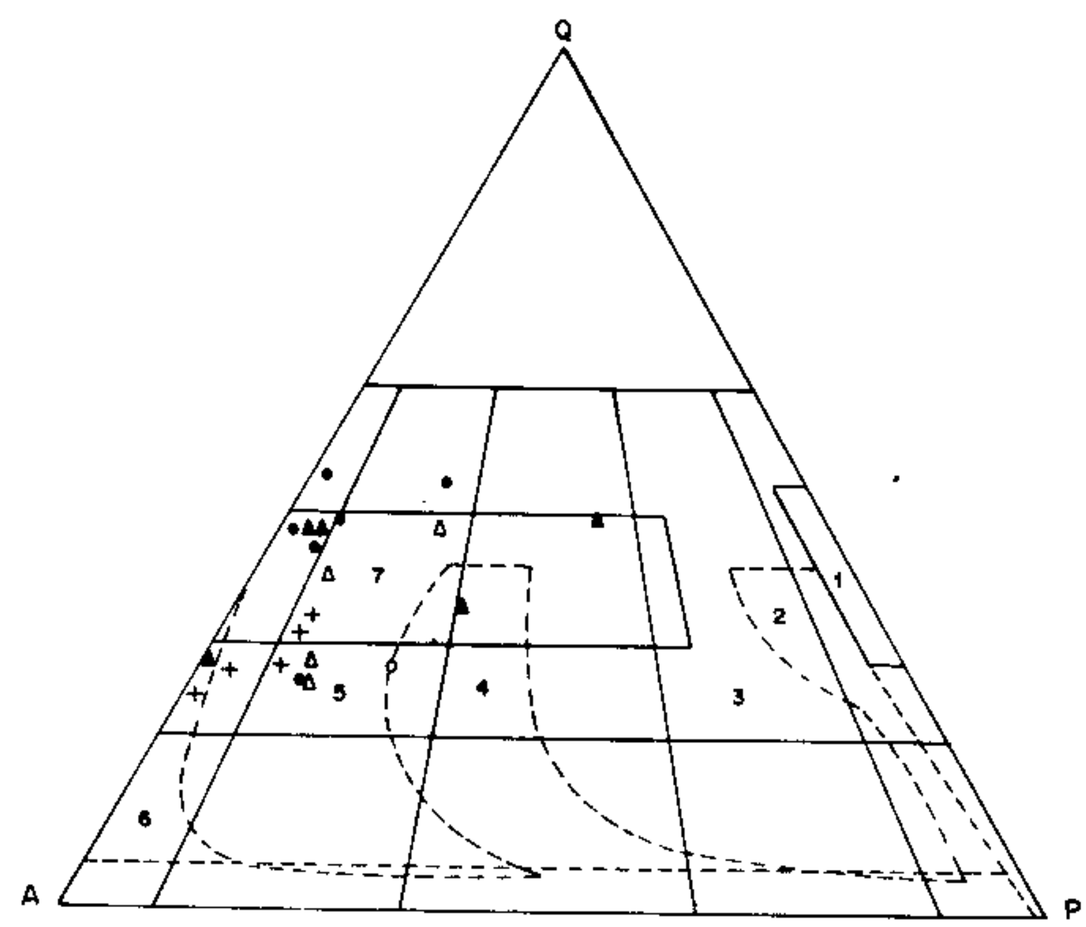



**Figura II.2.11** – Diagrama QAP de Streckeisen, utilizado por Lameyre & Bowden (1982), para os granitóides da folha Afrânio. Chave dos campos: 1 – toleítico; 2 – calcialcalino-trondhjemítico (baixo K); 3 – calcialcalino-granodiortico (médio K); 4 – calcialcalino-monzonítico (alto K); 5 – granitóides aluminosos de províncias alcalinas; 6 – alcalinas e peralcalinas; 7 – granito de fusão crustal. Granitóides: (△) – A(T)ogn; (▲) felsito; (+) PIγA; (●) PIγ1A e (○) PIγ.

d) Campo (5) alcalino-aluminoso: amostras das rochas: felsito (PIγ1A), A(T)ogn e ortognaisses PIγ1A (melhores perspectivas para as duas primeiras): Nb, Ta, Sn, Th.

e) Campo (4) calcialcalino-monzonítico: amostras das rochas: PIγ e felsito (PIγ1A): Mo-Cu, (Au), Th.

As expectativas para mineralizações sulfetadas (Cu, Mo), apesar de alguma indicação favorável no campo 4 (calcialcalino-monzonítico), também não são favoráveis, quando analisadas à luz dos valores de Rb/Sr *x* 100, muito abaixo do limite de 400, definido por Lawrence (1971) para o granito Galway, na Irlanda.

Resta a possibilidade de ocorrência de ouro ou até mesmo W (em forma de scheelita) para os granitos com encraves de supracrustais pelíticas ou psamopelíticas e carbonatadas; em outras palavras, ambiente de plataforma.

Na tabela II.2.8 acham-se resumidas as características mais importantes de todos os granitóides identificados na Folha Afrânio.

## 2.5 Coberturas Sedimentares Fanerozóicas

São coberturas detríticas que recobrem em discordância angular, notadamente as rochas do Complexo Casa Nova.

Não existem dados paleontológicos que possam determinar com segurança a idade correta dessas rochas, mas admite-se que estão geneticamente relacionadas aos ciclos de aplainamento do final do Fanerozóico. Regionalmente, Gava et alii (1983) propõem a sua subdivisão em dois agrupamentos: um com cotas em torno de 1.000m ou mais, relacionando-o ao Ciclo Sul-Americano, e outro com cotas abaixo de 1.000m relacionado às superfícies de aplainamento Velhas e/ou Paraguaçu. Por corresponderem aos citados ciclos de aplainamento e por também sobreporem unidades cretáceas, Gava et alii (op. cit.) admitem para essas coberturas idade tércio-quaternária.

No âmbito da Folha Afrânio é possível reconhecer duas superfícies de aplainamento distintas: uma com cotas variáveis entre 450 e 500m (TQac) e outra com cotas acima de 600, podendo atingir 680m (Tar e TQla).

### 2.5.1 Arenito Dois Irmãos – Tar

A denominação Arenito Dois Irmãos foi proposta por Leal (1971) para os sedimentos que ocorrem a NE e SW de Afrânio, conformando pequenas chapadas sedimentares. Para o autor citado, essas pequenas formas residuais, entrecortadas, constituídas predominantemente por conglomerados duros, com cimentação ferruginosa e granulação variável, estão relacionadas ao Terciário.

Caldasso et alii (1973) reconhecem uma seqüência de sedimentos a NE de Cachoeira do Roberto, litologicamente semelhantes aos da formação Serra Grande, e os considera como tal, relacionando-os ao Paleozóico (Siluro-Devoniano).

Tabela II.2.7 – Índice de Assimilação (seg. Tindley & Pearce, 1983).

| Unidade litos-tratigráfica | Amostras | Razões | |
|---|---|---|---|
| | | Rb/Sr | Rb/Ba |
| PlγA | TS–189A | 3,210 | 0,76 |
| | TS–190 | 1,490 | 3,40 |
| | TS–353 | 0,550 | 0,08 |
| | TS–220 | 1,420 | 0,39 |
| Plγ1A | JP–034 | 0,540 | 0,22 |
| | TS–330 | 1,025 | 0,16 |

Tabela II.2.8 – Caracterização dos Granitóides.

| CARACTERÍSTICAS | | REGIME TANGENCIAL | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Granitóides do Embasamento | Granitóides Sin-Evento Deformacional $D_1/D_2$ | | Granitóides Sin-Evento Deformacional $D_1/D_2$ | |
| | | A(TB)ogn | Plγ1A | Plγ1A-Felsitos | PlγA | Plγ |
| FORMA/DIMENSÕES | | Indefinida | **Sheets**, boudinados decimétricos | **Sheets**, boudinados decimétricos | Corpo alongado quilométrico | Corpo alongado quilométrico |
| CONTATO | Relações de Contato | Subconcordante | Concordante. | Concordante. | Concordante. | Concordante. |
| | Metamorf. Contato | Ausente | Ausente | Ausente. | Ausente | Ausente |
| MIGMATIZAÇÃO | | Presente | Indícios | Ausente | Ausente | Ausente |
| INTRUSÃO | Nível Crustal da Intrusão | Mesozona | Mesozona Epizona | Epizona | Mesozona | Epizona |
| | Tipo de Intrusão | | Forçada | Forçada | Forçada | Forçada |
| CARACTERÍSTICAS TEXTURAIS E ESTRUTURAIS | Granul./Textura | Média a grossa | Fina a grossa | Fina a média | Média a grossa, inequigranular | Média a granular |
| | Foliação/Lineação | Gnáissico-minolítica | Gnáissica | Gnáissica | Feição linear bem-desenvolvida | Feição linear bem- desen-volvida |
| | Controle Estrutural das Intrusivas | Pré-$D_1/D_2$ | Sin-$D_1/D_2$ | Sin-$D_2$/ Tardi-$D_2$ | Sin-$D_3$ | Sin-$D_3$ |
| ENCLAVES | Natureza/ Composição | Metabásica/ácidas; supracrustais metassedimentares | Supracrustais paraderivadas | Supracrustais paraderivadas | Supracrustais paraderivadas | Ausentes |
| | Distribuição/ Densidade | Freqüentes. | Freqüentes | Raros | Freqüentes. | |
| | Forma | Circulares, elipsoidais, sigmoidais | Angulosos, às vezes contatos difusos | Angulosos | Elipsoidas/ circulares | |
| CARACTERÍSTICAS COMPOSICIONAIS | Espectro Composicional | Granito/adamelito/ granodiorito | Granodiorito | Granodiorito/-adamelito. | Sienogranito/-adamelito. | Tonalito/ quartzodiorito |
| | Minerais Caracterist. (Acess. Importante) | KFD, PL, QZ, Bt (ZR, AP, op) | QZ, PL, KFD, MUS, Bt (ZR, AP, op) | QZ, PL, KFD, MUS, Bt (ZR, AP, op) | KDF, PL, QZ, PL, Bt (ZR, AP, op) | PL, QZ, Bt (op) |
| | Quimismo Relac. a Álcalis/Cálcio. | Alcalino | Calcialcalino a alcalino. | Calcialcalino a alcalino. | Alcalino com tendência peralcalina | Alcalino |
| | Quimismo Relac. a Alumina | Pera- a metaluminosa. | Peraluminosa | Peraluminosa | Pera- a metaluminosa. | Peraluminosa |
| | Linhagem Petrogenética (Ague & Brimhall, 1987) | I-SC/I-MC | I-RC E I-SC/I-SCR | I-SC/I-SCR | I-WC/I-MC | I-SC |
| POTENCIAL METALOGENÉTICO | | Au, Mo, Cu, W, Pb, Zn, F, Ag, As | Sn, Nb, Ta, W, Th, U, TR | Sn, Nb, Ta, W, Th, u, TR | Au, Mo, Cu, W, Pb, Zn, F, Ag, As. | Sn, Nb, Ta, W, Th, U, TR |

No presente trabalho, mantém-se a denominação de Arenito Dois Irmãos para os sedimentos que ocorrem a NE de Cahoeira do Roberto, os quais foram definidos originalmente por Leal (op. cit.). Apesar das semelhanças dessa seqüência sedimentar com os sedimentos da Formação Serra Grande, a abundância de concreções ferruginosas laterizadas, encontradas inclusive na base da seqüência, leva a crer em uma origem a partir do retrabalhamento em época terciária de sedimentos da referida formação.

As ocorrências a cerca de 7km a nordeste de Cachoeira do Roberto, serra do Retiro e morro Redondo formam relevos residuais que geomorfologicamente podem ser caracterizados como testemunhos. Esses sedimentos podem alcançar até aproximadamente 70m de espessura, sobrepostos diretamente nos metassedimentos do Complexo Casa Nova (figura II.2.12).

O horizonte inferior é constituído por arenito bege, esbranquiçado, muito caulinizado, granulometria média, friável, imaturo, matriz muito fina, com grãos de quartzo subangulosos a subarredondados, incluindo níveis centimétricos, tabulares, de caulim. No topo, desenvolve estratificação cruzada, acanalada, de porte métrico, tangencial na base. Minúsculas palhetas de moscovita detrítica são observadas. Próximo à base, contém bolas de argila e caulim, e grande quantidade de seixos de quartzo arredondados, de diâmetro decimétricos, associados a seixos de concreções ferruginosas laterizadas.

O horizonte médio, com aproximadamente 20m de espessura, é caracterizado pela presença de conglomerado organizado, monomítico, cor ocre-amarelada, onde a matriz é silte-arenosa, mal selecionada, imatura, caulinizada, localmente laterizada com concreções ferruginosas; o arcabouço é constituído essencialmente por grânulos, seixos e calhaus de aproximadamente 20cm de diâmetro, bem trabalhados, arredondados ou ovais, podendo ser observado embricamento dos seixos.

O horizonte superior, com aproximadamente 10m, apresenta arenito de cor ocre, granulometria média, litificado, caulinizado, laterizado, com níveis de arenito conglomerático e de caulim endurecido. No topo, esse horizonte apresenta-se de composição arcosiana, ocre-avermelhado, pintalgado de branco, endurecido e laterizado, capeado por crosta laterítica.

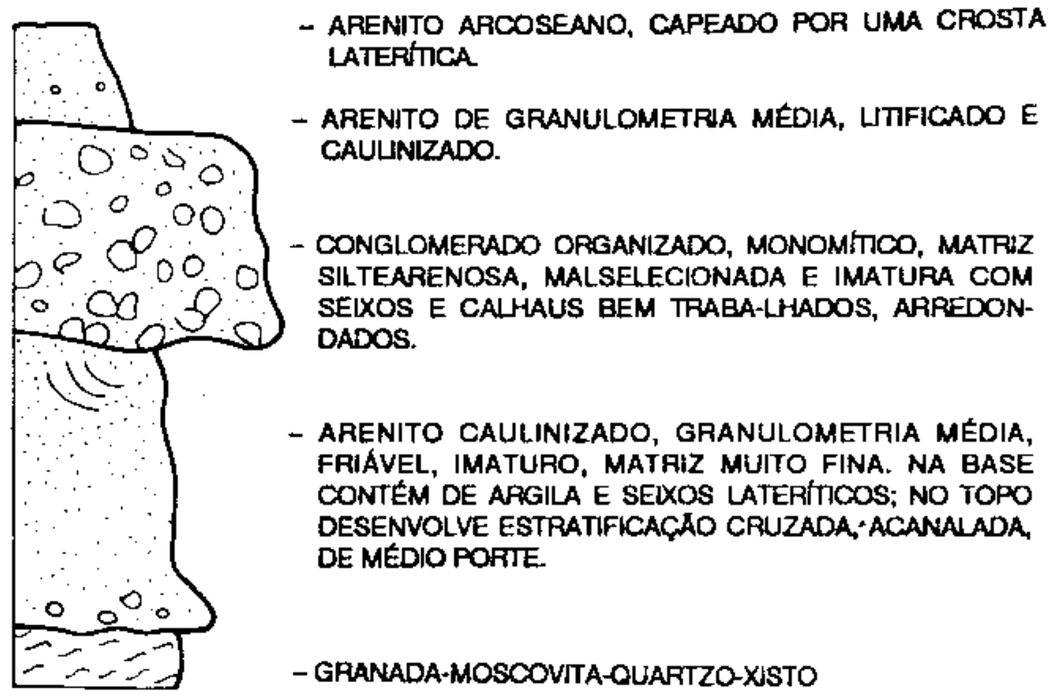



**Figura II.2.12** – Seção esquemática do arenito Dois Irmãos na localidade Morro Redondo (SW de Afrânio – PE).

### 2.5.2 Coberturas lateríticas – TQla

Formam relevos residuais caracterizados geomorfologicamente como testemunhos e têm sua melhor representatividade na serra da Serrinha (fronteira dos estados do Piauí e da Bahia). Exibem espessuras variáveis entre 5 e 15m, sobrepondo-se em discordância angular aos metassedimentos do Complexo Casa Nova, marcadamente na interfácies dos domínios Marinho-Plataformal e Profundo.

São arenitos grossos a conglomeráticos, malclassificados, incoerentes ou semiconsolidados, com níveis conglomeráticos quartzosos oxidados, normalmente com crosta laterítica no topo, que se admite ser responsável pela preservação dessas formas residuais. Apresentam-se com coloração avermelhada ou esbranquiçada, sendo destituídos de estrutura interna e conteúdo fossilífero.

A laterização dar-se-ia por enriquecimento supergênico, ou seja, através da lixiviação dos cátions em condições de clima quente e úmido, com a conseqüente concentração de material rico em ferro (Angelim, 1988).

### 2.5.3 Coberturas detrito-lateríticas – TQd/ltr

Ocorrem amplamente distribuídas, notadamente sobre os micaxistos da unidade PImc. Formam pequenas chapadas rebaixadas, as quais ocupam as áreas de interflúvios dos pequenos cursos d'água, sendo facilmente observáveis em imagens de radar, satélite e fotografias aéreas.

Trata-se de sedimentos argilo-silte-arenosos, coloração amarelo-ocre a avermelhada, com níveis de cascalhos oxidados ou laterizados. A espessura dessas coberturas pode variar da escala decimétrica até a métrica, tendo sido observados até aproximadamente 5m de cobertura em poços "amazonas". Próximo ao extremo-centro-sul da folha, nas proximidades de Malhadinha, tem-se uma seção aflorante com 1,5m de espessura, composta por uma seqüência clástica inferior de cascalhos oxidados ou laterizados (1m) de matriz areno-argilosa, recobertos por sedimentos silte-arenosos, com espessura média de 0,5m.

### 2.5.4 Coberturas aluvionares – Qal

A aluvião representativa na escala mapeada ocorre somente ao longo do riacho do Ouricuri, na porção sudoeste da folha. É constituída por areia esbranquiçada, geralmente grosseira. Em locais próximos às escarpas, a aluvião é coberta por seixos, blocos e matacões, enquanto, nas áreas vazantes, as suas margens são formadas por materiais pelíticos, localmente aproveitáveis em olarias, para a fabricação de tijolos e telhas, utilizados na construção civil.

# Capítulo 3
# Geologia Estrutural e Tectônica

*por*
*Francisco Edson Mendonça Gomes*

## 3.1 Comentários gerais

A geometria dos macroelementos estruturais no domínio da Folha Afrânio e áreas adjacentes (figura II.3.1) reflete uma história evolutiva complexa, com registros de vários episódios de deformação, metamorfismo e plutonismo.

Na área circunscrita à folha, apesar da ampla distribuição de coberturas sedimentares detríticas, que mascaram os traços estruturais e a coleta de informações mais detalhadas, foi possível a sua compartimentação em três domínios estruturais, com feições próprias, conforme ilustrado na figura II.3.2.

Domínio I – ocupa cerca de dois terços da área total e apresenta uma organização estrutural aparentemente simples, marcada por alguns traços esparsos de fotolineações onduladas e raras falhas e/ou fraturas orientadas preferencialmente segundo N-NE.

Domínio II – corresponde a uma faixa com largura média de 10km, alongada segundo NNE-SSW, bordejando o limite ocidental da folha. A leste, é delimitada pelos quartzitos que emolduram a Antiforme Ponta da Serra. O padrão estrutural é determinado preponderantemente por traços retilíneos ou curvilineares que delineam dobras realçadas por diferenças litológicas. A figura II.3.3 representa uma seção geológica esquemática transversal a esse domínio.

Outra feição de realce é um sistema de fraturas, algumas preenchidas por diques ácidos, que seccionam leucogranitóides expostos na zona de charneira de uma antiforme subsidiária da dobra maior. Ainda nesse domínio, tem-se um exemplo de figura de interferência, em grande escala, entre dobras $F_3$ e $F_2$. Nesse exemplo, os quartzitos foram, inicialmente, repetidos por dobramentos apertados e suborizontalizados ($D_2$) e, posteriormente, redobrados em $D_3$.

Domínio III – abrange uma estreita zona orientada preferencialmente segundo a direção E-W, disposta imediatamente abaixo do limite sul da Folha Paulistana. Em carta, configura uma estrutura em arco aberto, côncavo para sul, com reentrâncias e saliências de contornos suavizados. Sua extremidade oeste encurva-se progressivamente para sul à medida que se aproxima da antiforme Ponta da Serra, a ela adaptando-se estruturalmente.

O padrão estrutural na escala mesoscópica não é tão simples quanto na escala de mapas. A maioria dos afloramentos observados reflete a interação de duas fases deformativas principais: $D_2$ e $D_3$. Em alguns afloramentos, no âmbito das supracrustais do Complexo Casa Nova, há indícios de uma fase de deformação que afeta um bandamento primário ($S_0$) e, por sua vez, é deformada por $D_2$.

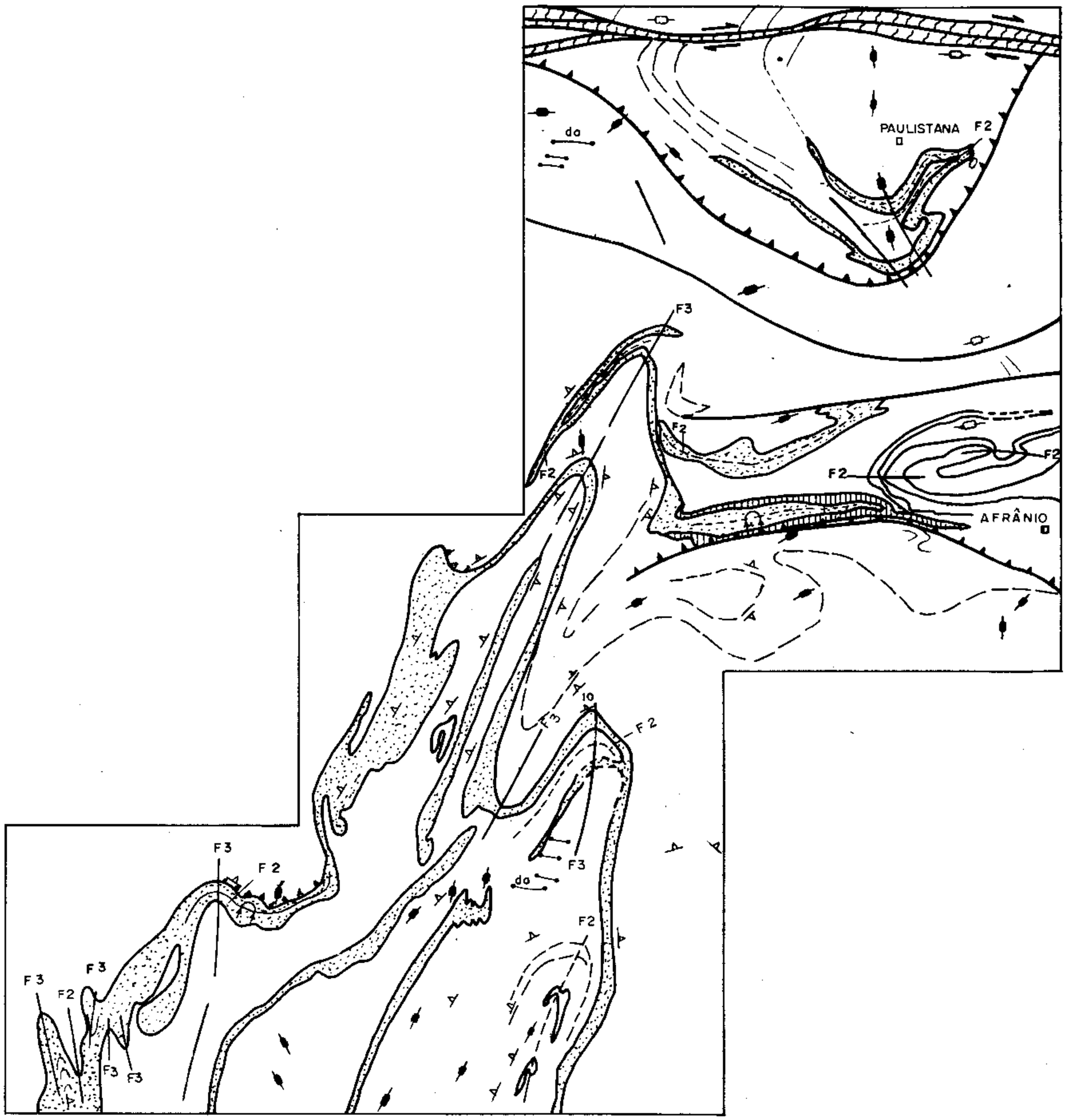
Essas três fases de deformação/metamorfismo são interpretadas como tendo-se desenvolvido durante o ciclo geodinâmico Transamazônico. As fases $D_1/D_2$ são relacionadas a um regime tectônico com forte componente tangencial, que resultou na geração de dobras apertadas a isoclinais e zonas de cisalhamento de baixo ângulo, com transporte tectônico para SSE ou SSW. As estruturas geradas nessas duas fases são superpostas por uma terceira fase ($D_3$), provavelmente, dentro de um contexto de deformação progressiva, com algumas feições sugestivas de um regime de *strain* com duas componentes: uma contracional e outra de cisalhamento transcorrente, em analogia ao modelo discutido por autores como Coward & Potts (1983), Ridley (1986), Lagarde & Michard (1986), entre outros.

A deformação ($D_4$) que culminou com cisalhamentos transcorrentes de extensão continental (por exemplo Lineamento Pernambuco), ao contrário do observado na vizinha Folha Paulistana, é nula ou fracamente penetrativa na área-objeto deste estudo. As evidências de sua atuação resumem-se a algumas falhas indiscriminadas e/ou fraturas orientadas segundo NE-SW (foto 20).

Tal interpretação, contudo, não é conclusiva, uma vez que esses tectonitos podem estar relacionados a um estágio tardio da própria deformação tangencial, em níveis crustais mais elevados.

## 3.2 Relações embasamento/coberturas dobradas

As rochas incluídas no embasamento (unidade Inferior) da área estudada foram agrupadas em duas subunidades, com características litológicas distintas, aqui denominadas:


PAULISTANA
F2
da
F3
F2
F2
F2
AFRÂNIO
F2
F3
F2
F3
F3
F3
F3
F3
F2
F3
F3
F3
F2
F3
F3
F2
F3
F3
F2

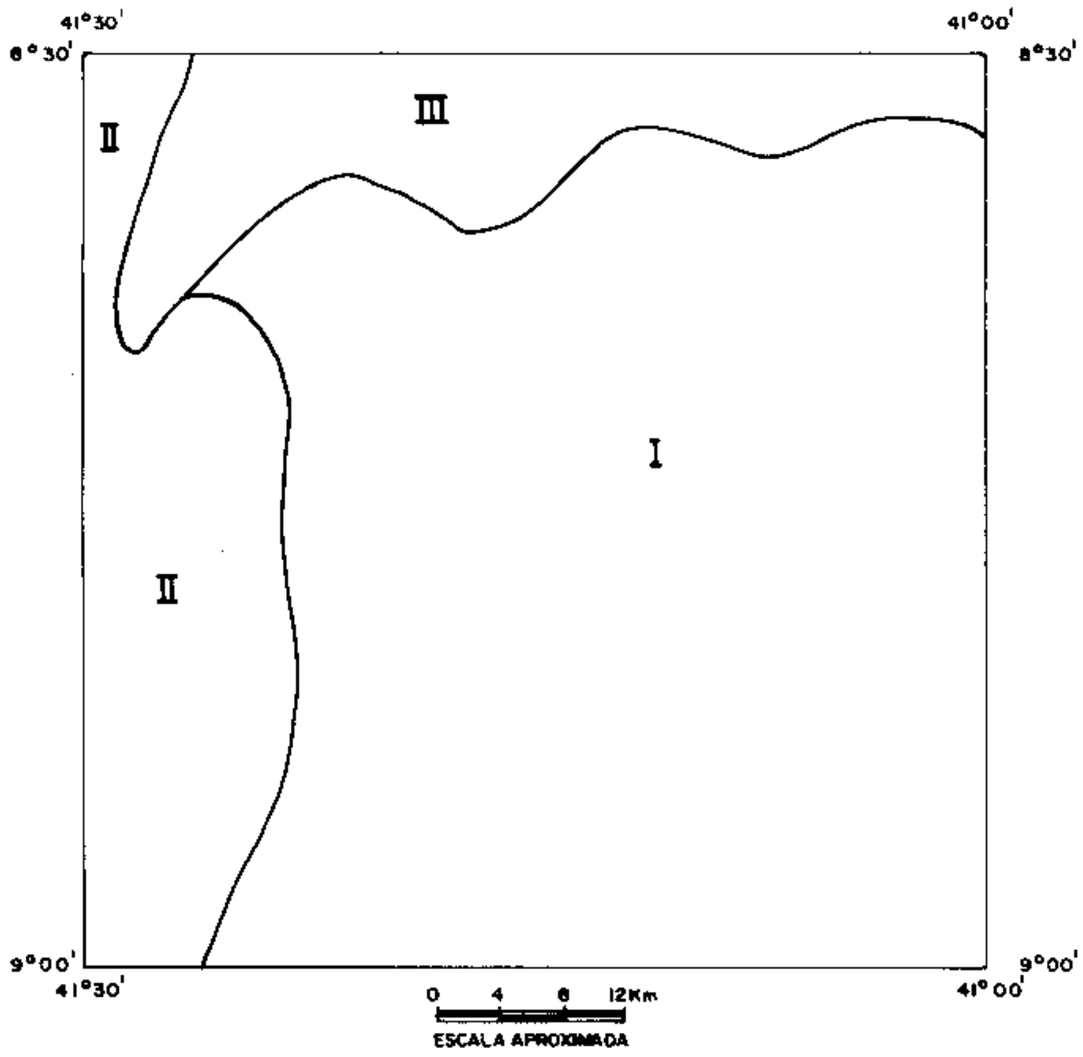



**Figura II.3.2** – Domínios estruturais. Domínio I – Estruturas orientadas preferencialmente N-NE e com mergulhos fracos e moderados para NNW; Domínio II – Estruturas orientadas preferencialmente NSW, com mergulhos fracos e moderados para NNW e ESE; Domínio III – Estruturas orientadas preferencialmente EW, com mergulhos fracos e moderados para norte.

Subunidade Gnáissica [A(T)ogn] e a Subunidade Gnáissico-Xistosa [A(T)gnxt]. A primeira é constituída essencialmente por associações gnáissico-migmatíticas e rochas metaplutônicas, enquanto que na segunda predominam tipos de natureza sedimentar, representados por micaxistos e metarcósios associados a paragnaisses, parcialmente migmatizados e injetados por corpos granitóides de formas predominantemente tabulares.

Em macroescala, a geometria estrutural da Unidade inferior exibe uma aparente concordância com as estruturas das supracrustais do Complexo Casa Nova. Dessa forma, é de se supor um envolvimento conjunto pelas deformações transamazônicas, tanto no conjunto de rochas da Unidade Inferior, quanto nas supracrustais do Complexo Casa Nova.

Diante desse fato, os critérios utilizados em campo para individualização das supracrustais da unidade inferior, em relação às do Riacho do Pontal, foram:

– presença de minerais indicadores de grau metamórfico mais elevado;

– intercalações de rochas ultrabásicas e básicas anfibolitizadas, associadas a calcissilicáticas, quartzitos ferríferos e metachertes;

– delgados corpos de leucogranitóides, de suposta composição trondjemítica, repetidos por dobramentos isoclinais, conferindo à rocha um bandamento gnáissico.

No domínio dos ortognaisses migmatizados [A(T)ogn] a abundância de corpos anfibolíticos, seja realçando o bandamento gnáissico ($S_n$), ou como melanossoma nas partes migmatizadas, interpretadas como diques antigos, constitui importante critério para sua individualização.

No âmbito das folhas Paulistana, Afrânio e Barra do Bonito, as coberturas inerentes ao Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal são representadas por uma complexa associação de metassedimentos, metavulcânicas e metaplutônicas, que juntas compõem o denominado Complexo Casa Nova.

O relacionamento entre essas seqüências supracrustais e as de outros sistemas de dobramentos do Nordeste brasileiro constitui 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 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 com McReath & Jardim de Sá (1979), Jardim de Sá & Hackspacher (1980), Souza et alii (1979), Jardim de Sá (1984, 1987), dentre outros. Não estão incluídas nessa categoria os sistemas de dobramentos Orós, no Ceará, e Sergipana. A Faixa Orós, segundo Macedo et alii (1980), é uma seqüência vulcanossedimentar implantada no Proterozóico Médio e só deformada no Brasiliano. O Sergipano, de há muito tido como Brasiliano, foi considerado como tal por Jardim de Sá.

As observações levadas a efeito durante o atual levantamento no espaço do denominado Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal sugerem uma evolução policíclica, com deposição no Proterozóico Inferior e deformação nos ciclos Transamazônico e Brasiliano, corroborando as idéias de autores como Inda & Barbosa (1978), Souza et alii (1980) e Jardim de Sá (1987,1988), entre outros.

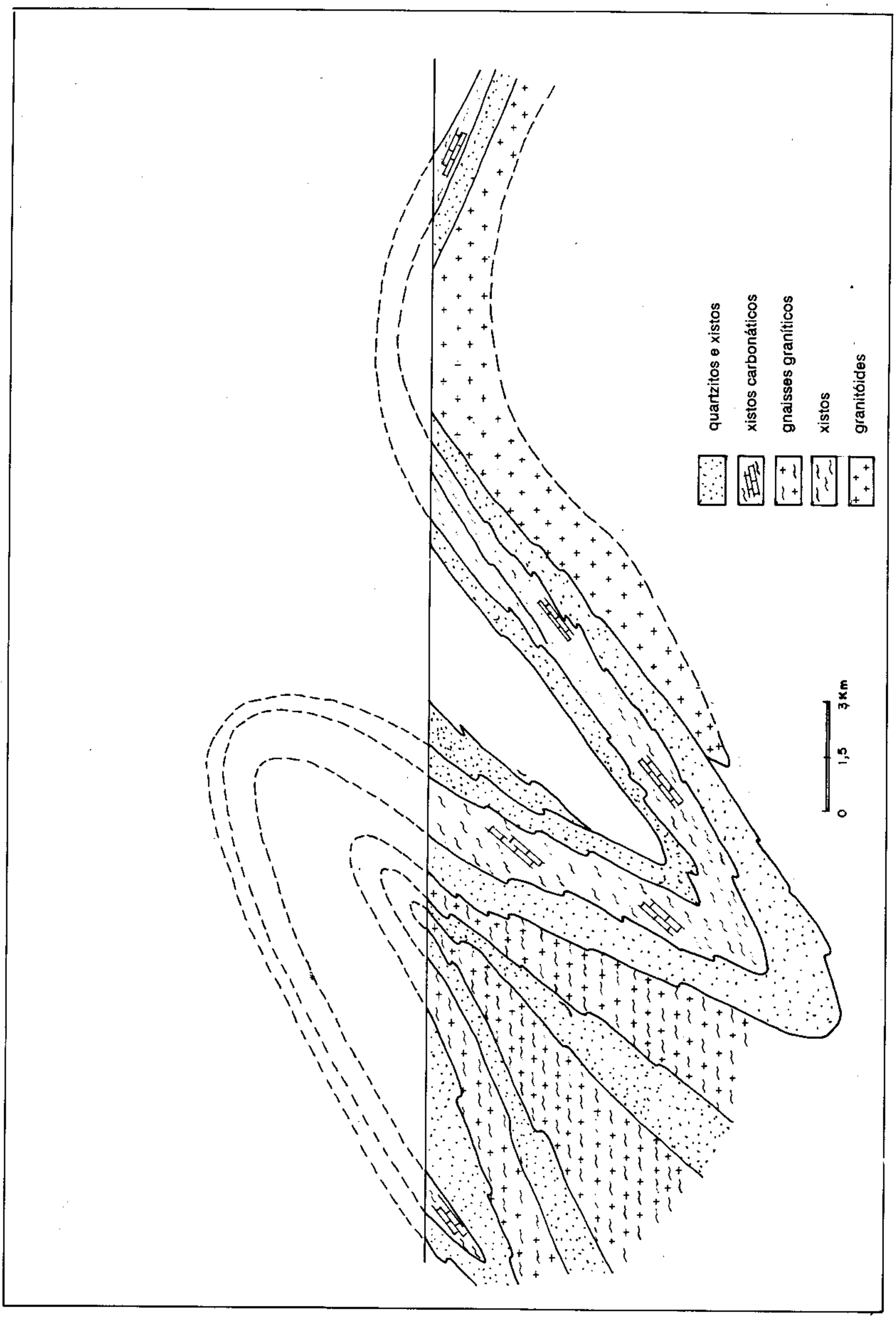



**Figura II.3.3** – Seção geológica esquemática transversal à antiforme Ponta da Serra.

## 3.3 Análise geométrica das deformações

No âmbito da folha, foram reconhecidos dois principais eventos tectonometamórficos, que influenciaram de forma marcante a estruturação desse segmento crustal. Tais eventos estão devidamente caracterizados na tabela II.3.1 e figura II.3.4.

O evento mais antigo acha-se registrado somente nas rochas da Unidade Inferior retrabalhada. Corresponde à deformação $D_n$, identificada por um bandamento gnáissico e/ou foliação ($S_n$). O evento seguinte 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 a unidade inferior, quanto as coberturas sobrejacentes.

### 3.3.1 Evento 1 – Deformações exclusivas do embasamento

A principal feição, em escala mesoscópica, relacionada a esse evento, é um bandamento gnáissico e/ou foliação penetrativa ($S_n$) (foto 21). Esse bandamento é acentuado pela alternância de faixas colorimétrica e composicionalmente distintas, refletindo tanto variações litológicas originais como processos de segregação metamórfica superposta. A foliação é marcada pela orientação preferencial de biotita ou grãos deformados de quartzo e feldspato.

Na maioria dos afloramentos, não foram observados registros de deformações pretéritas à fase que gerou esse bandamento $S_n$. No entanto, em alguns afloramentos de migmatitos da Unidade Inferior, percebe-se uma maior complexidade na geometria das meso- e microestruturas.

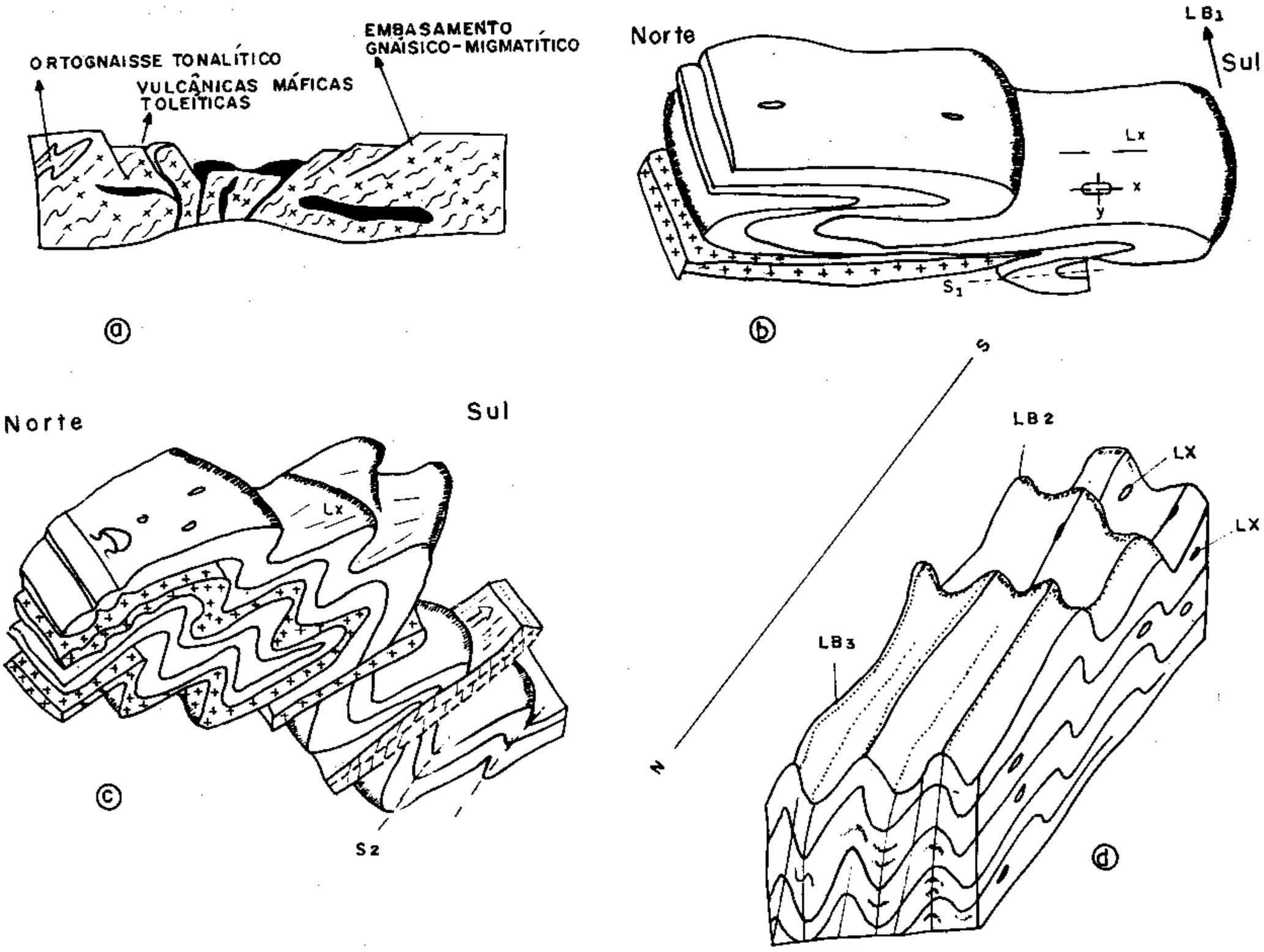



**Figura II.3.4** – Aspectos geométricos das deformações no sistema de dobramentos Riacho do Pontal.

Tabela II.3.1 – Síntese da Evolução Geológica Regional.

| | Deformações | Rochas Envolvidas | Metamorfismo | Idade | Cinemática da Deformação | Estruturas | Atividades Magmáticas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Evento (1) | $D_n$ | Gnaisses e migmatitos da unidade inferior | Fácies anfibolito de grau médio a superior, anatexial | Arqueana | | –Bandamento gnáissico;<br>– Foliação de transposição;<br>– Complexos padrões de interferência de dobras | Associações magmáticas complexas; incluindo granodioritos e tonalitos |
| Estágio Rift | Fig. II.3.4a | Início da deposição do complexo Casa Nova | | Proterozóica inferior | Extensional | Falhas normais? | Vulcanismo fissural máfico-toleítico Monte Orebe |
| EVENTO (2) | $D_1$<br>Fig. II.3.4b | Gnáisses e migmatitos do embasamento | Facies xisto-verde médio a anfibolito médio? | TRANSAMAZÔNICA | CISALAMENTO TANGENCIAL | – Xistosidade; clivagem de transposição; bandamento direfenciado;<br>– Dobras isoclinais e intrafoliais sem raízes.<br>– Dobras cilíndricas e acilíndricas;<br>– Clivagem crenulação/transposição/xistosidade;<br>– Lineação de estiramento;<br>– Foliação milonítica;<br>– Zonas de cisalhamento contracional e extensional (restrita)<br>– Rampas laterais e zonas de extrusão lateral | – Plutonismo granitóide de derivação crustal e mantélica na forma de corpos tabulares (granitóides tipo S)<br>– Vulcanismo da Unidade Paulistana<br>– Sills e soleiras básicas e ultrabásicas em áreas restritas.<br>Veios pegmatóides |
| | $D_2$<br>Fig. II.3.4c | Supracrustais do Riacho do Pontal. | Fácies xisto-verde médio a anfibolito superior | | | | |
| | $D_3$<br>Fig. II.3.4d | | Xisto-verde | | Componente de transcorrência > > empurrão | – Megadobras normais c/s. ax. fortemente inclinadas.<br>– Clivagem de crenulação;<br>Mesodobras simétricas | – Plutonismo granitóide |

O metamorfismo que acompanhou a deformação $D_n$ é apenas inferido como tendo atingido fácies anfibolito de alta temperatura, em alguns locais chegando a anatexia. Essa afirmação fundamenta-se na presença da seguinte associação mineralógica: biotita-hornblenda-plagioclásio-feldspato-quartzo, comumente verificada nos afloramentos descritos.

### 3.3.2 Evento 2

Compreende as fases de deformação $D_1$, $D_2$ e $D_3$, atribuídas ao desenvolvimento do Ciclo Transamazônico e interpretadas como fases distintas de um único processo de deformação progressiva, em regime de cisalhamento dúctil.

As fases $D_1$-$D_2$ afetaram indistintamente a Unidade Inferior e as supracrustais do Complexo Casa Nova. As estruturas resultantes dessas deformações reúnem determinadas características, interpretadas como tendo sido geradas em regime tectônico com intensa deformação dúctil e metamorfismo relacionadas a cisalhamentos simples de baixo ângulo com movimentação de massa 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.

#### Deformação $D_1$

Os efeitos da fase de deformação $D_1$ nas rochas da Unidade Inferior não são muito claros, mas apenas inferidos como responsáveis por mais uma refoliação das estruturas planares anteriores, provavelmente incluindo transposição e deslocamento de massas associadas a empurrões, de maneira análoga às coberturas. Seguramente, o metamorfismo relacionado a $D_1$ e às fases subseqüentes teve caráter retrogressivo sobre tais rochas.

Como citado anteriormente, nas supracrustais do Complexo Casa Nova, $D_1$ é o estágio inicial de um mesmo processo evolutivo da tectônica tangencial; portanto, sua individualização em relação a $D_2$ é bastante difícil. Apesar da limitação, atribui-se a essa fase a geração de dobras isoclinais recumbentes (figura II.3.5 e foto 22) com xistosidade de fluxo planoaxial. Também é responsável por um bandamento diferenciado, paralelo a $S_0$ (fotos 8, 9 e 11). A foliação $S_1$ muitas vezes é definida pela orientação preferencial de grãos de quartzo deformados e palhetas de moscovita.

Em macroscala, a área estudada não exibe nenhum exemplo de dobras $F_1$. Em escala de afloramentos, as estruturas dobradas dessa fase geralmente são intrafoliais sem raízes, desenhadas por venulações quartzosas (figura II.3.5 e foto 22), afetando o acamamento, realçado pela alternância de faixas e/ou lâminas metapelíticas e metapsamíticas em metarritmitos. 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, podendo, localmente, interceptar-se em alto ângulo.

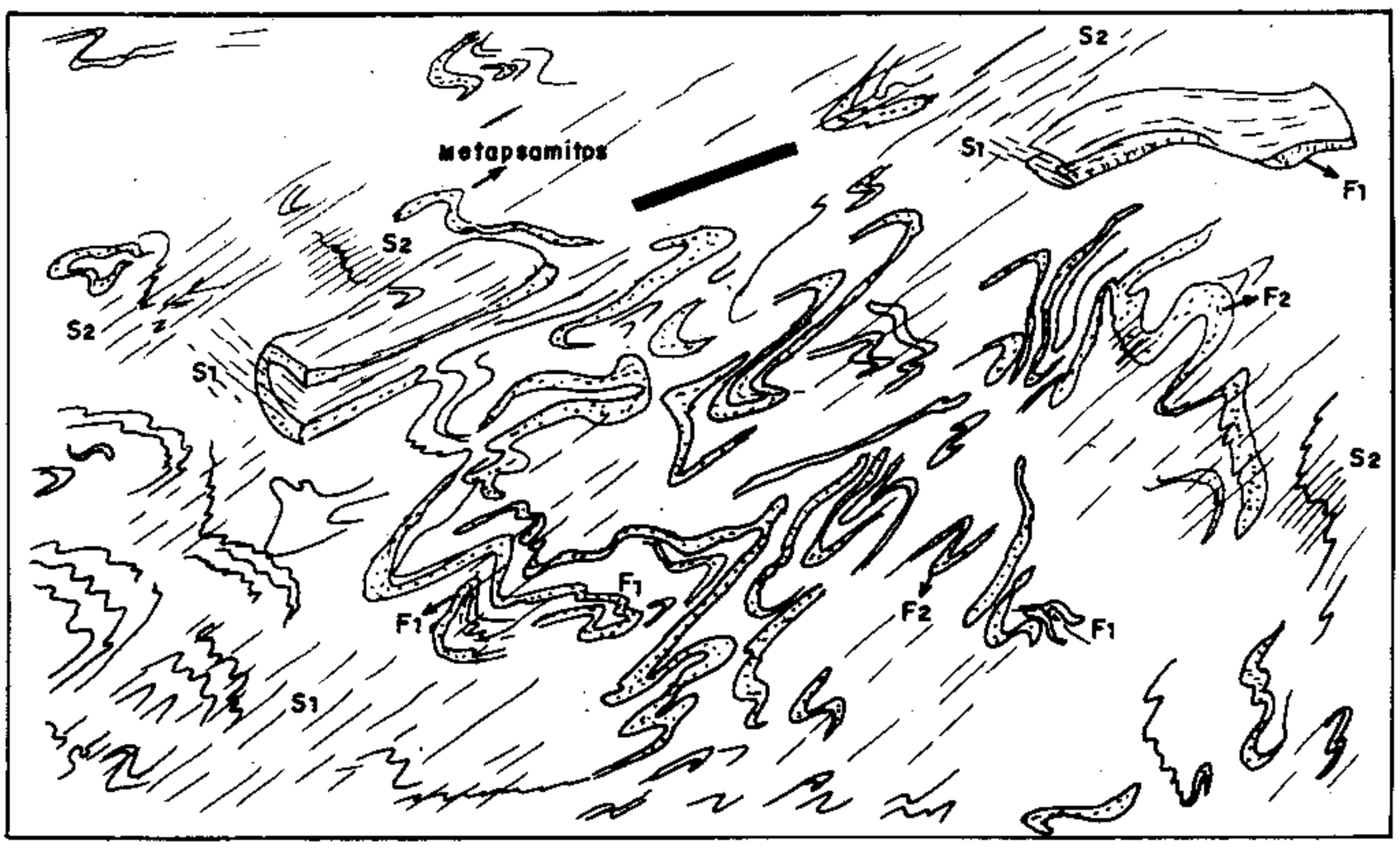



**Figura II.3.5** – Relações geométricas entre estruturas geradas em dois estágios distintos (D1 e D2) da deformação tangencial. A rocha afetada é um metarritmito da unidade PImcaz. Desenho calcado na foto 22. A escala, representada pela barra negra, tem 15cm.

**Deformação $D_2$**

Dentre as várias feições estruturais atribuídas a essa fase, sobressaem-se aquelas coerentes com uma tectônica de empurrões dúcteis, em níveis crustais profundos.

Em macroscala, as evidências dessa fase deformacional são notáveis no extremo-norte da folha, onde destacam-se megadobras apertadas, com terminações angulosas; estruturas ovaladas à semelhança de domos estruturais, provavelmente geradas pela superposição de dobras $F_3$ sobre $F_2$, onde as mais novas ($F_3$) corresponderiam a um incremento de deformação, relacionado a variações no estado de *strain* induzido pela presença de rampas laterais, conforme ilustrado na figura II.3.6, e traços de zonas miloníticas com geometria de empurrões, evoluindo para rampas laterais.

Na escala de afloramento, tanto no âmbito das rochas da unidade inferior e metaplutônicas nelas intrusivas, quanto nas supracrustais do complexo Casa Nova, as feições mais proeminentes da deformação $D_2$ são: foliação e/ou xistosidade penetrativa ($S_2$), planoaxial de dobras isoclinais recumbentes ($F_2$) (foto 23); clivagem de crenulação e/ou fratura (fotos 8 e 9) que evolui, nas zonas de deformação mais intensa, para clivagem de transposição (foto 24), planoaxial de dobras deitadas, apertadas, com charneiras angulosas (fotos 10 e 11); clivagem de transposição, plano axial de dobras apertadas a isoclinais (figura II.3.5 e foto 22); lineações $L_{x2}$, desenvolvidas sobre $S_2$, marcadas por agregados quartzofeldspáticos e cristais de turmalina estirados, boudinados e rompidos (fotos 2 e 3) ou materializados por eixo "X" de dobras em "bainha" (foto 4). Observam-se, ainda, outras estruturas micro- e mesoscópicas, tais como: relações angulares entre superfícies S-C-C (foto 25) (Berthé et alii, 1979); dobras com charneiras curvilineares que gradam até dobras em "bainha" (foto 26); e boudinagem de veios pegmatóides (foto 27).

Nas zonas de máxima deformação $D_2$, a foliação $S_2$, definida pela orientação planar de biotita, quartzo e feldspato, dá lugar a um bandamento milonítico diferenciado, a foliações miloníticas anastomosadas e lenticularizadas (foto 28). Nesses locais, as dobras isoclinais $F_2$ são extremamente atenuadas ou rompidas. Uma característica peculiar a essas zonas é a heterogeneidade na intensidade da deformação, o que é evidenciado por fatias de rochas deformadas justapostas a fatias com alta taxa de *strain* cisalhante.

As estruturas lineares geradas sin-$D_2$ incluem, além das lineações de estiramento e/ou mineral, oblíquas ou paralelas às charneiras de dobras $F_2$, lineações **b**. Estas são bastante freqüentes e consistem de eixos de pequenas dobras (foto 7), crenulações (fotos 8, 9 e 29) e interseção de $S_2$ com $S_1/S_0$ (fotos 8 e 9).

Em muitos locais, as lineações $L_{x2}$ estão dispostas paralelamente aos eixos de microcrenulações ($L_{b3}$), orientados preferencialmente segundo NE-SW, com caimento suave para NE, o que sugere cogeneticidade entre ambas.

Em síntese, a lineação de estiramento relacionada à cinemática tangencial, no Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal, é interpretada, a exemplo de outros cinturões de cisalhamento nos Alpes e em outras partes do mundo, por autores como Mattaeur et alii (1983), Malavieille et alii (1984), Lacassin (1984), como resultantes de deformações dúcteis em um contexto de cisalhamento simples progressivo, próximo ao *strain* plano. Sua direção corresponde aproximadamente ao eixo "X" do elipsóide de deformação finita e à direção dos empurrões.

As dobras $F_2$ desenvolveram-se em todas as escalas; regra geral, as pequenas dobras variam de fechadas a isoclinais, com charneiras espessadas arredondadas ou angulares e morfologia variando entre os tipos 2 e 3 de Ramsay (1967) (fotos 10, 11, 24 e 30). No geral, são bastante assimétricas, com vergência preferencialmente para sul (fotos 24 e 27). As superfícies axiais orientam-se geralmente na direção E-W, com variações localizadas para NE-SW e NW-SE, e mergulhos suaves a moderados, raramente verticalizados, dirigidos para norte. As linhas de charneiras $F_2$ apresentam caimentos fracos a moderados, com sentido oscilando entre E e NE. 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.

**Deformação $D_3$**

A deformação $D_3$, como enfatizada anteriormente, foi individualizada neste trabalho exclusivamente por uma questão de sistemática terminológica, já que não se pode dissociá-la, temporal e geneticamente, da deformação $D_2$. No domínio da folha ora investigada, tal deformação é a principal responsável pelo modelamento das grandes estruturas cartografadas, sobretudo na sua porção ocidental. Podendo-se citar, como exemplo, a Antiforme Ponta da Serra e dobramentos menores a ela associados, com eixos orientados na direção NNE-SSW, com caimento suave para NNE e superfície axial verticalizada (figuras II.2.1 e II.3.4). Na escala de afloramento, as dobras $F_3$ variam de arqueamento suaves (foto 31) até dobras abertas (foto 6) a fechadas, com charneiras arredondadas, e morfologia tendendo aos tipos 1B e 1C de Ramsay (1967); comparativamente às dobras $F_2$, apresentam alto índice de simetria e são, em muitos casos, compatíveis com estruturas geradas em regime de cisalhamento puro. Invocando hipoteticamente tal mecanismo para explicar a geração da Antiforme Ponta da Serra, ter-se-ia de admitir considerável encurtamento segundo o eixo "Y" do elipsóide de deformação, em tempos tardi-deformação tangencial $D_2$.

$S_3$ é uma clivagem de crenulação e/ou de fratura, com mergulho forte, planoaxial ou em "leque", orientada segundo N e NNE. Localmente, pode evoluir para zonas miloníticas verticalizadas com geometria de transcorrências e deslocamentos na mesma direção dos empurrões. Como referido anteriormente, essas zonas são interpretadas como rampas laterais.

**Figura II.3.6 –** Modelização hipotética, em dois estágios, da evolução tectônica da faixa de dobramentos Riacho do Pontal: a) fechamento do proto-oceano e colisão das margens continentais no segmento correspondente à protuberância que hoje corresponde à zona de terminação da antiforme Ponta da Serra. Empurrões, dobramentos, expulsão lateral de material e início do desenvolvimento de rampas laterais; b) estágio pós-colisão, com deslocamento de massas ao longo de empurrões N-S e rampas laterais, principalmente a sul da zona de sutura. Geração de grandes dobras normais com eixos orientados N-S, resultantes da atuação de um campo de estresse secundário, paralelo ao eixo "y" do elipsóide de deformação. Esse modelo admite, obviamente, um estágio inicial com rifteamento-geração de crosta oceânica – deposição dos sedimentos que evoluíram para o complexo Casa Nova, em bacias de margem continental tipo atlântico. E um estágio subseqüente, compreendendo convergência de blocos crustais de margens irregulares, subducção e consumo de crosta oceânica sob a margem situada a norte.

evolução crustal da área investigada, atribuído ao ciclo tectonometamórfico Transamazônico (evento tectônico 2). Esse ciclo consiste de três fases de deformação ($D_1$, $D_2$ e $D_3$), interpretadas dentro de um contexto evolutivo progressivo, cuja cinemática, eminentemente tangencial no início ($D_1$-$D_2$), adquire, ao seu final, uma forte componente transcorrente.

A abordagem cinemática levada a efeito neste trabalho fundamentou-se no estudo de várias estruturas assimétricas, ou indicadores cinemáticos, micro- e mesoscópicos, de acordo com critérios amplamente difundidos na literatura geológica por vários autores. Por exemplo: Berthé et alii (1979); Mattaeur et alii (1981); Simpsom & Schmid (1983); Lacassin (1984); Passchier & Simpsom (1986); Malavieille (1987); Cobbold & Gapais (1987).

A análise das estruturas assimétricas relacionadas geneticamente à cinemática tangencial dão suporte a um modelo tectônico que admite translação de material rochoso dirigido, predominantemente, de N para S, ao longo de zonas miloníticas de baixo ângulo, intra- e inter-unidades litostratigráficas.

Essas faixas miloníticas evoluem a partir da foliação ou xistosidade penetrativa ($S_2$), que são planoaxiais de dobras apertadas a isoclinais $F_2$. As lineações minerais e/ou de estiramento, observadas em vários afloramentos, estão contidas nessas superfícies.

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 (dobra a) (foto 23) à direção de extensão regional, que é 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 e/ou mineral ($L_{x2}$) é definida pelo alongamento de fenocristais de feldspato em rochas graníticas (foto 15), encraves básicos em metadioritos, fitas de quartzo e agregados quartzofeldspáticos. Nos quartzitos expostos nos flancos e na zona de terminação da Antiforme Ponta da Serra, são vários os exemplos dessa lineação, evidenciados pela presença de cristais prismáticos de turmalina, contidos na superfície $S_2$, boudinados e rompidos (fotos 2 e 3). A orientação geral de tais lineações é subparalela à direção de extensão indicada pela boudinagem de foliação, ou seja, em torno de NNE-SSW.

Nos domínios da Folha Paulistana, ao norte da Folha Afrânio, a orientação geral das lineações de estiramento ($L_{x2}$), que comprovadamente corresponde à direção aproximada do cisalhamento, é relativamente constante, segundo duas direções preferenciais: NNW-SSW e E-W, conforme ilustrado na figura II.3.1. Essa última direção, é explicada nos modelos cinemáticos apresentados nas figuras II.3.4 e II.3.6, como resultante da extrusão lateral de massas rochosas ao longo de superfícies milonitizadas fortemente inclinadas ou verticalizadas, com geometria transcorrente ou transpressiva, desenvolvidas para acomodar os esforços compressivos tangenciais N-S. Situação semelhante é reconhecida e discutida por vários autores dentre os quais destacam-se por exemplo: Gibbi (1983), Tapponier (1986), Mattaeur (1986) e Dewey et alii (1986). Percebe-se, no âmbito dessas zonas transcorrentes, que as dobras $D_2$ apresentam um grau de simetria considerado atípico para as dobras dessa geração. Assim, pressupõe-se que tais dobras foram nucleadas cedo-$D_2$, em condições de significativo encurtamento crustal com linhas de charneiras formando pequeno ângulo com a direção das transcorrências. Posteriormente, o funcionamento dos cisalhamentos com geometria transcorrente E-W teria induzido a inflexão das estruturas pretéritas para essa direção.

Como comentado anteriormente, tais feições desenvolveram-se nas imediações de rampas frontais. Nesses locais, o *strain* principal regional, eminentemente rotacional (cisalhamento simples), desenvolve uma componente essencialmente não-rotacional (cisalhamento puro). Desse modo, conclui-se que a deformação é, no início, acompanhada de estiramento crustal vertical, materializado nas lineações de estiramento transversais ao sistema. Com a evolução da deformação, os empurrões são acomodados por transcorrências (estiramento horizontal) evidenciadas por lineações de estiramento dispostas longitudinalmente aos traços dos empurrões.

Um fato que caracteriza de modo incisivo a natureza dupla do *strain*, nessas zonas, é a existência de megacristais centimétricos de granada transformados em elipsóides, achatados na superfície $S_2$, em um afloramento nos arredores da cidade de Afrânio.

Outras feições estreitamente relacionadas a essas zonas miloníticas são observadas em cortes verticais (plano "XZ" do elipsóide de deformação finita) e dizem respeito às estruturas meso e microscópicas indicadoras de vergência tectônica. As mais importantes identificadas na área em estudo são: estruturas S-C-C (Berthé et alii, 1979) (fotos 25 e 27), minidobras assimétricas (fotos 7 e 24) e boudinagem assimétrica de veios pegmatóides e de quartzo (fotos 27 e 32), todas observadas na escala de afloramentos.

Em resumo, a geometria das estruturas relacionadas à tectônica tangencial é, na sua maioria, coerente com o modelo de deformação progressiva dúctil em regime não-coaxial (cisalhamento simples), atuando em amplos segmentos crustais com sentido de movimento, preferencialmente dirigido de N para S.

Essa regra, entretanto, tem as suas exceções, como observado nas proximidades da cidade de Afrânio, na serra da Queimada e em alguns outros afloramentos a NE, na Folha Santa Filomena.

Próximo à cidade de Afrânio, ao longo da BR-407, por uma extensão de 5km, a geometria das superfícies S-C indicam inversão no sentido do transporte tectônico,

durante a deformação tangencial que passa a ser dirigida de SW para NE. Fenômenos semelhantes a este são reportados por Coward (1983), Malavieille (1984) e interpretados, respectivamente, como retroempurrões e efeitos de dobras reclinadas com eixos paralelos à direção do transporte.

Nenhuma das explicações citadas encontra sustentação nos dados de campo. Trouw (1987), após breve visita à área, admite, como hipótese mais provável, que tais estruturas relacionam-se a uma fase de crenulação assimétrica tardia, associada a pequenas falhas. Posteriormente, Berthrand (1988), durante uma excursão científica à região, interpreta tais estruturas S-C, com indicação de inversão da polaridade tectônica, como zonas miloníticas extensionais sin $D_1$-$D_2$. Essa última interpretação é coerente com o modelo cinemático proposto para a deformação tangencial como um todo e explica a presença de estruturas com feições semelhantes nas folhas Paulistana e Santa Filomena.

# Capítulo 4
# Reconhecimento Geoquímico

*por*
*Sérgio João Frizzo*

## 4.1 Introdução

O panorama geoquímico de distribuição dos elementos-traço foi definido para os sedimentos de drenagem da Folha Afrânio, através da coleta e estudo dos resultados analíticos de 435 amostras desse material. O presente capítulo descreve as metodologias das diversas fases do trabalho, e culmina com o traçado das zonas de destaque para os elementos e suas associações, e seu significado geológico.

## 4.2 Considerações sobre o ambiente e dispersão dos elementos

A região em estudo faz parte do polígono semi-árido do Nordeste, registrando durante a maior parte do ano uma estação quente e seca; o período de chuvas é de fevereiro a maio, com precipitações irregulares e as médias anuais ficam em torno de 650mm.

O relevo em toda a porção oriental da área é de chapada, relativamente plano, e com as drenagens encaixadas em vales em forma de "U"; as altitudes são em torno dos 500m e os desníveis atingem dezenas de metros. Nas regiões central e oeste, a superfície torna-se irregular, subindo para nova região plana com altitudes próximas dos 660m. Serras alongadas de direção NNE-SSW (serras do Brejo, Barreiro e do Ouricuri) são observadas por todo o extremo-oeste da folha, com altitudes máximas de 730m e desníveis mais abruptos.

A cobertura de vegetação é a típica caatinga aberta que predomina em todo o sertão nordestino; pouco cede espaco à agricultura, praticada pelos sertanejos em nível de subsistência e com técnicas rudimentares. São cultivados especialmente algodão, milho e feijão.

Os solos são pouco desenvoltos, formados em geral por apenas um horizonte, com pequena espessura, de desagregação da rocha subjacente. A drenagem é intermitente, passando de torrencial após as grandes chuvas até secar no rigor do verão; apenas os rios maiores mantêm água, empoçada, até o inverno seguinte.

O clima semi-árido e a relativamente pequena ação de hidratação-solubilização das águas superficiais faz com que haja domínio do intemperismo físico sobre o químico e, em conseqüência, o transporte clástico seja mais atuante que o hidromórfico. Todavia, a importância desse último foi ressaltada por Frizzo & Tinoco (1987) em sedimentos de corrente coletados nesse ambiente climático, ao demonstrar que em *trains* normais, não-derivados de mineralização, as dispersões essencialmente hidromórficas têm extensões equivalentes (chumbo e zinco) ou suplantam em duas ou três vezes a extensão das dispersões clásticas (cobre, ferro e manganês). Concluem que os elementos-traço nos sedimentos de corrente aparentam estar em parte ligados a hidróxidos secundários e a *coatings* nos grãos resistatos, que se dispersam alternada e recorrentemente em fases clásticas e hidromórficas obedecendo ao ciclo inverno-verão.

Sob uma condição climática de semi-aridez, e com rala cobertura vegetal, a dispersão eólica das partículas mais finas existentes na superfície do solo é muito favorecida, podendo ocasionar diluição de anomalias ou originar falsos *trains* de dispersão. Não há estudos específicos sobre esse tema na região nordestina. Melo & Bjorklund (1984) analisaram cromo na fração menor que 2 $\mu$ de sedimentos de drenagem da porção central do Ceará, sem registrar influência do transporte eólico. Beeson (1984) testou sem resultado a fração menor que 70 $\mu$ (200 *mesh)* em idêntico ambiente climático, na Austrália.

As distâncias em que alguns elementos-traço são transportados nas drenagens são reportadas em vários estudos geoquímicos orientativos realizados no Nordeste: dispersões desde algumas centenas de metros até 15km para os litófilos cromo e tungstênio, respectivamente (Pereira, 1978; Melo & Bjorklund, 1984; Lins & Wanderley, 1979). Para calcófilos, distâncias desde 1,7km para cobre (Melo Jr., 1983) a 10km para molibdênio (Lins & Wanderley, op. cit.); Frizzo & Tinoco (op. cit.) obtiveram dispersões normais (de *background*) de 10km para cobre e zinco e de 24km para chumbo.

Em termos de densidade adequada de amostragem, Galbraith (1972), em trabalho realizado no sertão da Bahia, afirma que densidade de coleta de uma amostra/100km$^2$ consegue identificar distritos metalíferos com extensão acima de 25km$^2$, e Pereira (op.

cit.) comenta que densidades de 5 a 10km$^2$ podem revelar a presença de corpos ultramáficos de pequena expressão.

A sistemática de reconhecimento geoquímico aplicada tem, portanto, 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 coleta de sedimentos na rede hidrográfica obedeceu aos critérios 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 conter jazimentos minerais. Na área da folha, as bacias de captação planejadas para cada amostra foram na ordem de uma amostra 4 a 6km$^2$; na porção centro-oeste, a amostragem nas cabeceiras das drenagens foi mais rarefeita, devido à dificuldade de acesso quando do encerramento das atividades de campo.

A locação das estações para concentrados não foi sistematizada para toda a área, tendo sido 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 coletado em concentradores naturais no local designado para a amostragem.

Nas estações, foram descritos os parâmetros ambientais mais importantes, utilizando-se a Ficha de Campo da CPRM; cada local de amostragem e seu acesso foram marcados com tinta vermelha, para controle da amostragem.

A presença de pequenas barragens nos riachos, por vezes a relativamente curta distância entre uma e 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 representem fatores de influência na interpretação dos dados.

Foram coletadas 435 amostras de sedimentos de corrente e 83 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 menos 150*mesh*. A fração grossa (28 ou 32 a 80*mesh*) foi estocada para eventuais determinações posteriores.

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, Fe e Mn.

Os concentrados de bateia não foram analisados; encontram-se estocados, assim como a fração grosseira dos sedimentos, a fim de possibilitar reanálises e determinações mineralógicas ou químicas, elucidativas para aspectos particulares desse reconhecimento geoquímico.

### 4.3.4 Processamento estatístico

Todo o processamento dos resultados analíticos 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, Ti, Mn, B, Ba, Co, Cr, Cu, La, Nb, Ni, Pb, Sc, Sr, V, Y, Zr (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 freqüência 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 da distribuição de freqüência e escala de apresentação dos resultados analíticos. Na determinação de associações e no traçado dos limites de zonas anômalas, são também considerados os teores de alto *background*, isto é, os valores mais elevados, sem serem anômalos, correspondentes à faixa acima de 85% da distribuição de freqüência para o elemento e população considerados. A figura II.4.1 apresenta graficamente as distribuições dos elementos nas diversas populações; a figura II.4.2 mostra os resultados obtidos em cada Cluster e as relações observadas, considerando-se somente amostras de teores elevados (alto *background* a anômalas), para a população global.

## 4.4 Consistência dos dados

Não houve ocasião para a coleta de réplicas de campo seguindo a sistemática de etapa exclusiva, a fim de verificar

Tabela II.4.1 – Parâmetros Geoquímicos em Sedimentos de Corrente.

| | | 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 | Sc–E | Sr–E | V–E | Y–E | Zr–E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | % | | % | % | % | % | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 1] | 2 | 1 | 3 | 1 | 0,18 | 58 | 0,5 | 0,05 | <0,05 | 0,2 | 100 | <10 | 30 | <5 | 10 | <5 | <20 | <10 | <5 | <10 | <5 | <100 | 20 | <10 | 15 |
| | 2] | 33 | 22 | 86 | 58 | 3,7 | 1160 | 7 | 1 | 3 | >1 | 5000 | 500 | 2000 | 70 | 200 | 150 | 70 | 15 | 100 | 100 | 15 | 300 | 200 | 50 | >1000 |
| | 3] | AARA | AAAA | AAAA | AAAA | AAAA | AAAA | AAAA | AAAA | AARR | RRRR | AARR | AAAA | AAAA | AAAA | RARR | AAAA | AARR | RR– | AARA | AAAA | AARA | RRRR | RRRR | AAAA | AARR |
| | 4] | 8,7 | 4,9 | 19,8 | 9,3 | 0,97 | 217 | 2,14 | 0,16 | 0,13 | 1,1 | 740 | 121 | 197 | 13,2 | 36 | 17,3 | 17,9 | 8,5 | 15,8 | 13,2 | 5,8 | 70 | 54 | 15,6 | 232 |
| | 5] | 1,66 | 1,79 | 1,63 | 1,85 | 1,62 | 1,69 | 1,60 | 1,90 | 2,40 | 1,6 | 2,11 | 1,72 | 2,02 | 1,66 | 1,72 | 2,08 | 1,47 | 1,28 | 1,61 | 1,78 | 1,43 | 1,47 | 1,55 | 1,46 | 2,16 |
| | 6] | U | U | UEB | U | U | U | UEB | U | UI | CA | U | U | U | UEB | U | M | BI | CB | U | U | U | UCB | U | U | B |
| | 7] | 19 | 19 | 50 | 35 | – | 600 | 5 | 0,7 | 0,7 | – | 3000 | 500 | 1000 | 50 | 200 | 100 | 50 | 15 | 50 | 50 | – | 300 | 150 | 50 | 1000 |
| B | 1] | 3 | 2 | 9 | 2 | 0,44 | 100 | 0,5 | 0,02 | <0,05 | 0,3 | 100 | 10 | 30 | 5 | 10 | <5 | <20 | <10 | <5 | <5 | <5 | <100 | 20 | <10 | 20 |
| | 2] | 45 | 36 | 108 | 58 | 4,9 | 1300 | 7 | 1 | 2 | >1 | 5000 | 500 | 1500 | 100 | 200 | 150 | 50 | 20 | 70 | 30 | 15 | 500 | 150 | 100 | >1000 |
| | 3] | AARA | AARR | AAAA | AAAA | AAAA | AAAA | AARA | AARA | AARA | RR– | AAAA | AARA | AAAA | AARR | AARA | AARR | AAAA | AARR | AAAA | AAAA | AARR | RRRR | AAAA | AARA | AARA |
| | 4] | 9,4 | 8,9 | 24 | 10,5 | 1,1 | 251 | 2,1 | 0,15 | 0,12 | 1,3 | 901 | 160 | 183 | 16,7 | 35 | 17,4 | 14,5 | 11,2 | 16,4 | 13,7 | 5,7 | 75 | 57 | 17,2 | 199 |
| | 5] | 1,58 | 1,76 | 1,47 | 1,79 | 1,48 | 1,54 | 1,66 | 2,28 | 2,25 | 1,32 | 2,02 | 1,64 | 1,91 | 1,59 | 1,61 | 1,88 | 1,32 | 1,37 | 1,59 | 1,46 | 1,37 | 1,48 | 1,56 | 1,45 | 2,10 |
| | 6] | U | B | U | U | U | U | U | MI | UI | CA | U | UEA | U | UI | U | U | U | UI | U | U | UI | UCB | U | U | U |
| | 7] | 30 | 22 | 50 | 30 | 2,5 | 550 | 7 | 0,7 | 0,7 | – | 5000 | – | 700 | 70 | 150 | 70 | 5 | – | 50 | – | – | 300 | – | 70 | 1000 |
| C | 1] | 2 | 2 | 4 | 1 | 0,22 | 85 | 0,7 | 0,05 | 0,05 | 0,5 | 200 | 70 | 50 | 5 | 15 | <5 | <20 | <10 | 5 | <10 | <5 | <100 | 20 | <10 | 70 |
| | 2] | 17 | 20 | 41 | 28 | 2 | 460 | 5 | 0,5 | 0,2 | >1 | 1500 | 300 | 700 | 30 | 70 | 70 | 50 | 15 | 50 | 30 | 7 | 300 | 150 | 50 | >1000 |
| | 3] | AAAA | AARA | AARA | AAAA | AAAA | AAAA | AAAA | AARR | AARR | AA– | AAAA | AAAA | AAAA | AAAA | AARA | AAAA | AA– | AA– | AAAA | AARA | AA– | RR– | AAAA | AAAA | AAAA |
| | 4] | 6,3 | 5 | 15,5 | 6,2 | 0,71 | 193 | 1,49 | 0,11 | 0,09 | 1,25 | 553 | 152 | 153 | 9,7 | 26 | 11,6 | 17,9 | 8,3 | 12,4 | 11,5 | 4,8 | 60 | 51 | 14,6 | 246 |
| | 5] | 1,68 | 1,88 | 1,70 | 2,15 | 1,69 | 1,47 | 1,50 | 1,75 | 1,69 | 1,31 | 1,65 | 1,57 | 1,89 | 1,56 | 1,46 | 2,25 | 1,32 | 1,28 | 1,74 | 1,56 | 1,31 | 1,57 | 1,64 | 1,56 | 2,37 |
| | 6] | UI | BCB | UIEB | UI | U | UEB | U | UI | BCB | CA | U | U | B | UI | U | UI | UI | CB | UI | UI | UEB | CB | UI | U | BI |
| | 7] | 15 | 11 | – | 29 | 1,8 | – | 5 | – | 0,2 | – | 1500 | – | 700 | 30 | – | 50 | 50 | 15 | 50 | 30 | – | 300 | – | 50 | 1000 |
| D | 1] | 1 | 2 | 1 | <1 | 0,12 | 46 | 0,3 | 0,05 | 0,05 | 0,15 | 150 | <10 | 200 | <5 | <5 | <5 | <20 | <10 | <5 | 20 | <5 | <100 | <10 | <10 | 70 |
| | 2] | 15 | 14 | 25 | 16 | 1,5 | 680 | 3 | 0,5 | 0,7 | >1 | 1000 | 100 | 1500 | 15 | 70 | 30 | 150 | 10 | 20 | 200 | 5 | 500 | 70 | 70 | >1000 |
| | 3] | AAAA | RARR | AAAA | RARR | AAAA | AAAA | AAAA | AAAA | AAAA | AAAA | AAAA | AARR | AARA | AARR | AAAA | RRRR | AAAA | | AARA | AAAA | | AAAA | AAAA | AAAA | AAAA |
| | 4] | 2,8 | 4,3 | 7,7 | 2 | 0,42 | 156 | 2,18 | 0,17 | 0,24 | 0,43 | 404 | 17 | 545 | 5,7 | 12,6 | 6 | 43 | | 5,8 | 68 | | 104 | 17,7 | 14,7 | 328 |
| | 5] | 2,27 | 1,89 | 2,13 | 3,39 | 1,82 | 2,04 | 1,69 | 1,65 | 1,86 | 2,36 | 1,87 | 2,97 | 1,53 | 1,63 | 2,24 | 2,05 | 2,32 | | 2,16 | 2,03 | | 1,69 | 2,13 | 1,70 | 2,37 |
| | 6] | BCB | CB | UCA | PCB | UI | UI | UI | U | B | P | U | PICB | U | CB | UI | ICB | PI | | PI | UI | | U | MI | UI | UEA |
| | 7] | 15 | 13 | – | 6 | 1 | – | – | 0,5 | 0,7 | >1 | – | 50 | 1500 | 15 | 30 | 20 | 100 | | 15 | – | | 500 | 70 | 70 | 1000 |
| E | 1] | 2 | 2 | 3 | 2 | 0,38 | 54 | 0,7 | 0,15 | 0,1 | 0,15 | 100 | <10 | 150 | <5 | 15 | <5 | <20 | <10 | 5 | <10 | <5 | <100 | <15 | <10 | 100 |
| | 2] | 50 | 16 | 52 | 38 | 3,7 | 1920 | 7 | 0,7 | 1 | >1 | 3000 | 200 | 2000 | 30 | 150 | 70 | 150 | 15 | 70 | 100 | 20 | 700 | 200 | 150 | >1000 |
| | 3] | AAAA | RARR | AAAA | AAAA | AAAA | AAAA | AARR | AAAA | AAAA | AARR | AAAA | AAAA | AAAA | AAAA | AAAA | AAAA | AAAA | AA– | AAAA | AAAA | AARR | AAAA | AAAA | AAAA | AARR |
| | 4] | 9,8 | 5,7 | 14,4 | 11 | 1,05 | 295 | 2,25 | 0,28 | 0,29 | 0,83 | 774 | 48 | 579 | 12,6 | 51 | 20 | 38 | 8,6 | 20 | 25 | 9,3 | 99 | 63 | 29 | 604 |
| | 5] | 2,20 | 1,80 | 2,16 | 2,11 | 1,86 | 1,99 | 1,76 | 1,55 | 1,82 | 1,91 | 1,89 | 2,93 | 2,00 | 1,86 | 1,81 | 2,18 | 2,02 | 1,25 | 1,95 | 1,96 | 1,53 | 1,88 | 1,90 | 1,78 | 2,39 |
| | 6] | UI | UI | UI | B | M | UEB | U | U | B | ICA | U | MI | U | UI | U | P | UI | CB | UI | U | UI | UCB | U | U | PCA |
| | 7] | 30 | 11 | 47 | 35 | 3,3 | – | – | – | 0,7 | – | 2000 | 150 | 2000 | 30 | 150 | 50 | 150 | 15 | 70 | 100 | – | 500 | 200 | 150 | – |

Notas: 1] Valor mínimo é 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, P = Duas populações. 7] Limiares atribuídos.

Populações: A – Micaxistos (161 amostras); B – Grauvacas (191 amostras); C – Tércio-quaternário (24 amostras); D – Granitóides (22 amostras); E – Unidade Ponta da Serra (33 amostras).

Não são apresentados os parâmetros para Ag, Be (EE) que não foram detectados na maior parte das amostras, e para As, Au, Cd, Mo, Sb, Sn, Zn, que não foram detectados na totalidade. Nb e Sc na população C tiveram a maioria dos resultados qualificados e variância não-determinada.

A: análise por Absorção; – E: análise por Espectrografia de Emissão.

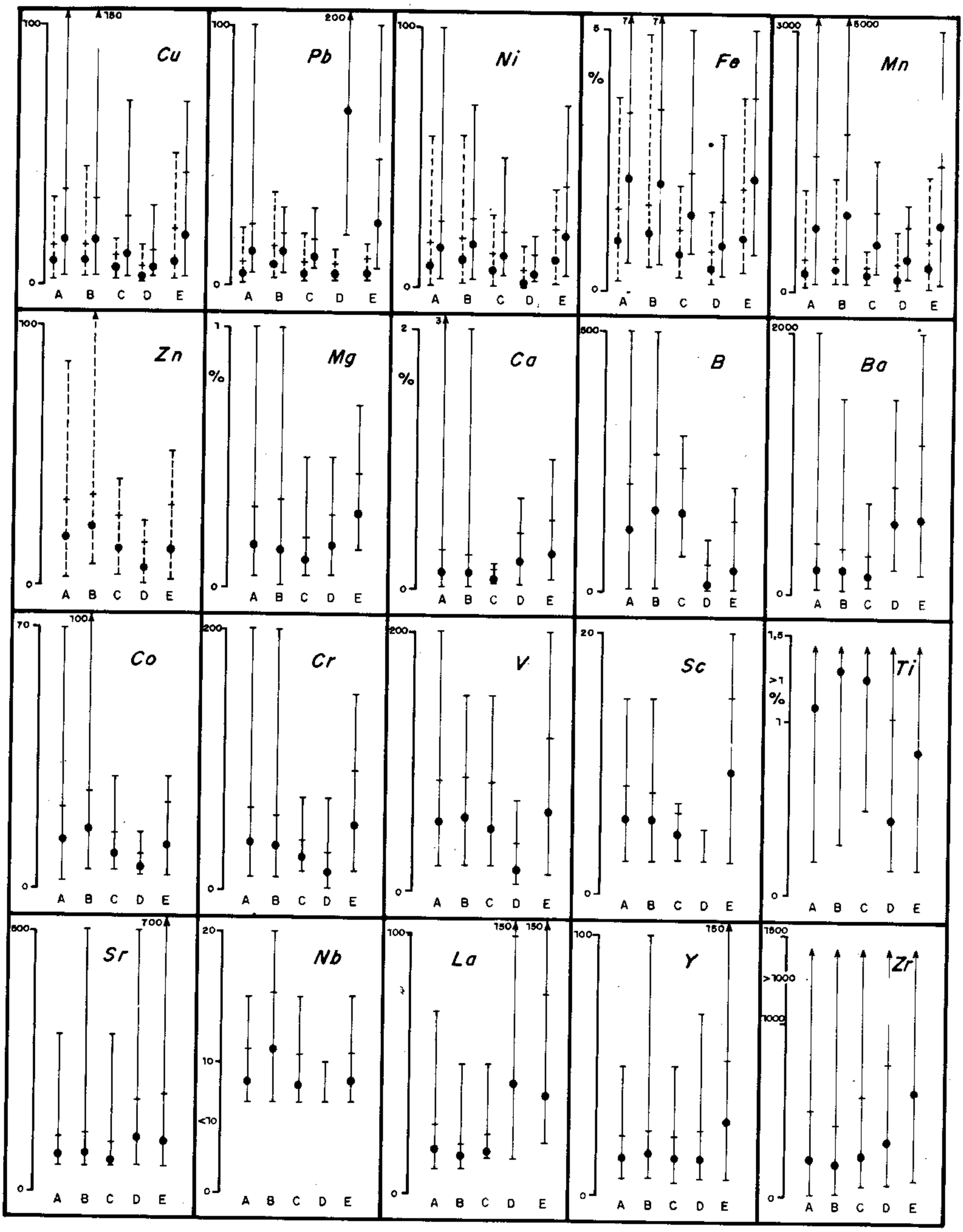



**Figura 2.4.1 – Distribuição de elementos em sedimentos de corrente.**

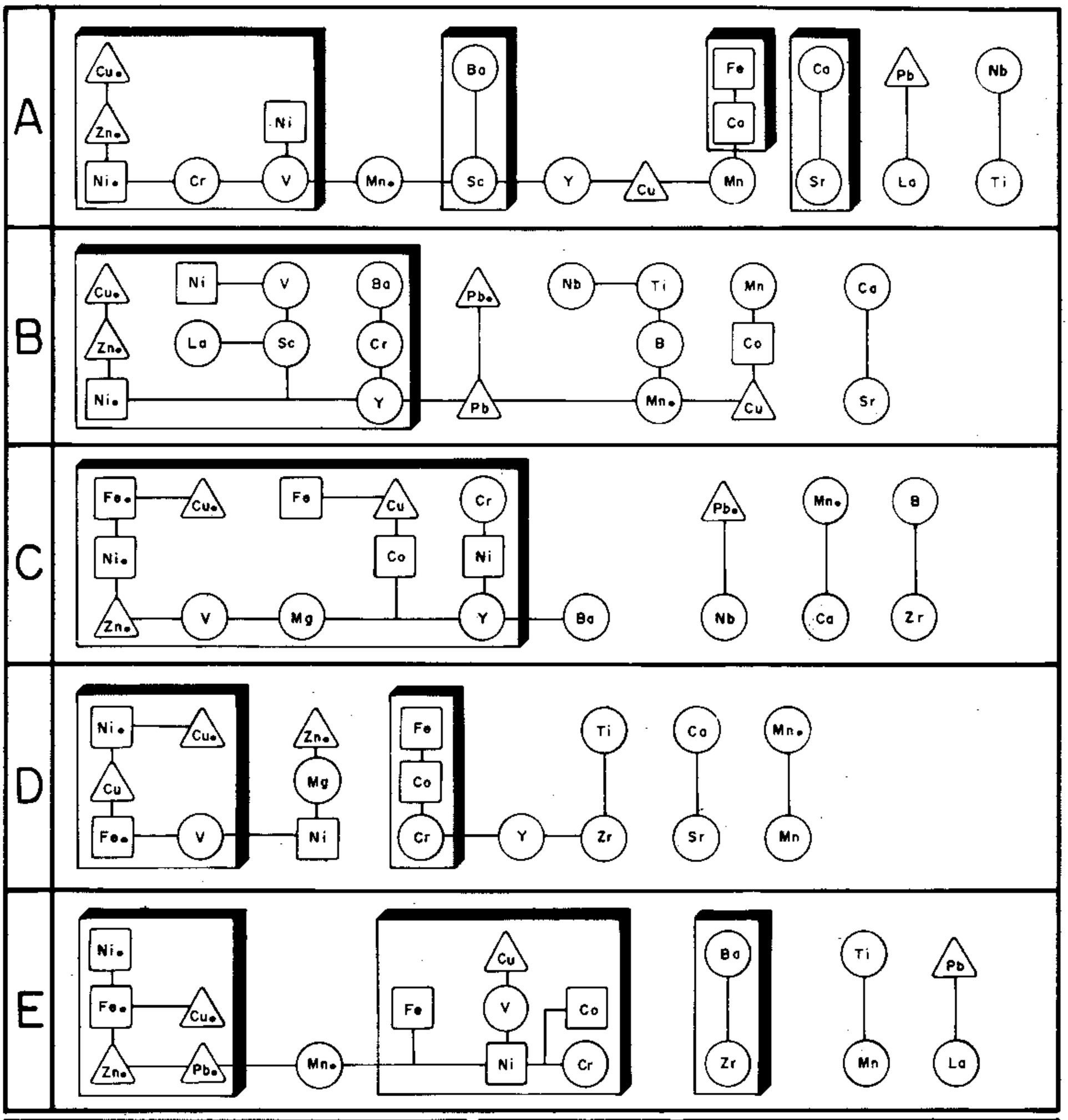



**Figura II.4.2 – Correlações entre elementos de sedimentos de corrente.**

todos os fatores de variabilidade relacionados a uma eventual retomada na prospecção de uma área.

Em folhas mais a norte (Patos e Simões), onde esse estudo foi realizado, verificou-se que a variância introduzida (amostragem mais análise) é relativamente alta; a amostragem provavelmente é a maior fonte da variabilidade dos resultados, pela dificuldade e erros em se localizarem as estações das amostras de rotina, e pela própria característica do transporte clástico, ao distribuir menos homogeneamente minerais no leito das drenagens.

Dá-se ênfase ao estudo das relações entre elementos e suas associações, uma vez que o trato de elementos isolados é fortemente influenciado por esses problemas de variância.

## 4.5 Resultados obtidos

### 4.5.1 Caracterização das populações

A exata caracterização das populações amostradas em sedimentos de corrente depende da representatividade da amostragem e das diferentes mobilidades e formas da dispersão dos elementos-traço. A amostra estatística, para significativamente representar a população, deve obedecer às mesmas condições traduzidas na relação adequada entre o maior ou menor número de amostras (menores ou maiores bacias de captação) em função da complexidade geológica da área.

Foram consideradas neste estudo cinco amostras estatísticas, representativas das unidades geológicas maiores, ou sejam, conjuntos de sedimentos agrupados por critério de influência dominante nas respectivas bacias de captação.

Apesar da relativa heterogeneidade interna de cada população, os testes de distribuição de Kolmogorov-Smirnov e Chi-quadrado (item E.3 da tabela II.4.1) aceitaram a hipótese de lognormalidade para a grande maioria dos elementos, comprovando o acerto da partição proposta. As populações consideradas são a seguir descritas, de maneira genérica:

a) Micaxistos: composta por 161 amostras, coletadas nas porções sudeste, sul, norte, nordeste e noroeste da folha. Suas bacias de captação têm influência predominante de xistos a duas micas, às vezes granatíferos, metagrauvacas com xistosidade incipiente, às vezes feldspáticas e/ou com abundantes venulações quartzosas; na porção norte, predominam biotita-xistos granatíferos. Constituem-se em variações faciológicas da Unidade Sedimentar do Complexo Casa Nova.

A figura II.4.1 e a tabela II.4.1 mostram para todos os elementos as abundâncias médias, comparativamente às demais populações avaliadas.

As relações entre os elementos são bastante complexas (figura II.4.2), observando-se uma grande dependência entre elementos de variadas afinidades, característica de rochas paraderivadas. A família principal tem um ramo máfico, representado pela associação Cu (AA)-Zn (AA)-Ni (AA)-Cr-V-Ni (EE), derivado especialmente de biotitas; liga-se, através do manganês (AA), ao par bário-escândio (proveniente de anfibólios) e, através do ítrio, a Fe (EE)-Co-Mn (EE)-Cu (EE), típico de granadas. Os pares isolados Ca-Sr, La-Pb e Nb-Ti parecem provir, respectivamente, de plagioclásios (ou calcita), feldspatos potássicos e dos minerais rutilo/ilmenita. Com base na análise de agrupamento dos elementos-traço, chegou-se a definir, portanto, a mineralogia dos sedimentos de corrente derivada dessa unidade litológica.

As relações entre valores anômalos e de alto *background* dos elementos são várias, espelhando genericamente as correlações observadas computando-se todas as 161 amostras: Cu-Zn (AA), Fe-Mn (EE) e La-Pb (EE) formam relações biunívocas; anomalias de cobre (AA) ocorrem com valores elevados de Ni, Fe (AA e EE), além do Zn. Manganês (AA) liga-se a Fe, Mn (EE), Ba, V, e ferro (EE) a Mg, Ba, Co, além de Mn (EE). Anomalias de cálcio juntam-se a Fe (EE), Mg, Ba, nióbio a ítrio e, por último, vanádio a ferro (EE e AA).

De interesse também é a constatação de que valores anômalos de zircônio correlacionam-se a Cu, Fe (AA) e Ba, implicando provavelmente a presença de associações mineralógicas nos sedimentos (zircão + mineral máfico), antes do que anfibólios (hornblendas), muito enriquecidas nesse elemento.

b) Grauvacas: o maior conjunto estudado, sendo composto por 191 amostras de sedimentos, coletadas nas porções central, leste, nordeste e extremo-WNW da folha. Suas bacias de captação drenam metagrauvacas xistosas, que gradam para fácies mais feldspáticas injetadas por *sheets* de granitóides a duas micas e felsitos (porções central e oeste) da Unidade Sedimentar do Complexo Casa Nova.

Em comparação com as outras populações, esta apresenta maiores concentrações de Pb, Zn, Fe (AA), Ti, Mn, B, Co, Nb (EE) e é deficiente nos granitófilos lantânio e zircônio (figura II.4.1 e tabela II.4.1).

As associações normais obtidas entre os elementos-traço, como mostra a figura II.4.2, formam praticamente uma única família, juntando com coeficientes de correlação acima de 0,7 os elementos Cu-Zn-Ni (AA) e Ba-Cr-Y-Ni-V-Sc-La (EE), que se ligam, com níveis mais baixos de correlação e através de chumbo (AA e EE), aos conjuntos Nb-Ti-B-Mn (AA) e Mn (EE)-Co-Cu (EE). Corresponde provavelmente a uma associação de diversos minerais nos sedimentos, constituída de biotita/anfibólios + moscovita (que aparenta ser responsável pela ligação Ba-Cr-Y) + rutilo/ilmenita + turmalina + granada; feldspatos potássicos são representados pelo chumbo. Constituindo uma família, essa variada mineralogia tem constância na maioria dos sedimentos da população amostrada. O par cálcio-estrôncio, isolado, tem proveniência de plagioclásios ou carbonatos (calcita).

O exame das correlações entre elementos com teores anômalos e/ou de alto *background* mostra uma grande interdependência entre os elementos Pb, Fe, Ni (AA) e Ni (EE); anomalias de zinco (AA) ocorrem associadas a valores altos de Cu (AA), Ni (AA, EE) e anomalias de cobre (EE) ligam-se a magnésio.

c) Tércio-Quaternário: 24 amostras de sedimentos de corrente compõem essa população, estabelecida sobre coberturas lateríticas (sedimentos argilo-silte-arenosos com níveis de concreções ferruginosas e conglomerados laterizados) e cobertura detrítica silte-argilosa inconsolidada, malclassificada e com níveis conglomeráticos, atribuídos ao Tércio-Quaternário. Distribuem-se especialmente nas porções centro-sudoeste e centro-sul da folha, com pontos também a centro-nordeste.

Em termos de abundância relativa de elementos, a população se destaca por deficiências marcantes em Fe, Pb (EE), Mg, Ca, Ba, Sc, Sr, Nb (figura II.4.1 e tabela II.4.1).

O gráfico de associações gerais (figura II.4.2) é dominado por uma família que reúne a maior parte dos elementos avaliados: Cu (AA)-Fe (AA)-Ni (AA)-Zn (AA)-V-Mg-Y-Fe-Cu-Co-Cr-Ni, que representa certamente a soma de vários minerais na fração mais fina dos sedimentos, derivados das porções argilosas e síltica das rochas cenozóicas. A alta correlação obtida (coeficiente acima de 0,73) indica que essa composição miscigenada ocorre em quase todas as amostras. São observados ainda os pares manganês (AA)-cálcio, provavelmente representativos de granadas, e boro-zircônio, indicativo da ocorrência associada de turmalina e zircão. Por último, o par nióbio-chumbo (AA) pode ser proveniente de epídoto (uma derivação a partir do zircão, mineral mais resistente do que o epídoto no ciclo intempérico, seria mais plausível; entretanto, o par citado tem correlação negativa com Zr).

Não foram obtidas relações significativas ao se considerar somente os valores de alto *background* e anômalos encontrados nas 24 amostras.

d) Granitóides: compõe-se de apenas 22 amostras, situadas especialmente no extremo-WSW da folha e coletadas também em alguns pontos no sudoeste e noroeste da área. Encontram-se estabelecidas sobre rochas graníticas, quartzoalcalifeldspato-tonalito, biotita-granito, quartzomonzodiorito e ortognaisses de composição granodiorítica. A figura II.4.1 e a tabela II.4.1 mostram para esse conjunto uma maior abundância de lantânio, chumbo (EE) e estrôncio, e menores concentrações de Cu, Zn, Ni, Fe, Mn (AA) e Ti, Mn, B, Co, Cr, Cu, Ni, V (EE).

As associações gerais, ao contrário daquelas determinadas para as populações anteriormente comentadas, mostram-se mais específicas: o conjunto ou família Cu (AA,EE)-Ni(AA, EE)-Fe (AA)-V-Mg-Zn(AA) é proveniente de biotitas; o conjunto Fe(EE)-Co-Cr-Y-Zr-Ti é comum em anfibólios, e os elementos cálcio-estrôncio derivam de plagioclásios. As associações de teores elevados são interdependentes entre os elementos níquel (AA e EE), boro e cromo; as anomalias de cromo ligam-se também a magnésio.

e) Ponta da Serra: composta por 33 amostras de sedimentos de corrente, cujas bacias de captação recebem material de rochas gnáissicas a duas micas, com lentes e intercalações de xistos, calcissilicáticas e anfibolitos da Subunidade Gnáissico-Xistosa, e quartzitos, moscovita-quartzitos e xistos carbonáticos da Unidade Sedimentar de Domínio Marinho Plataformal do Complexo Casa Nova, biotita-granito e, no extremo-nordeste, metacherte-moscovita-quartzitos, xistos e metabásicas da Unidade Vulcanossedimentar (Monte Orebe), do Complexo Casa Nova. As amostras foram coletadas nas porções sudoeste, oeste e extremo-nordeste da folha.

As maiores concentrações dos elementos Mn, Ni (AA) e Fe, Mg, Ca, Ba, Cr, Cu, Sc, V, Y, Zr (EE) foram determinadas nessa população; os demais elementos avaliados registram teores médios (figura II.4.1 e tabela II.4.1). As associações gerais são observadas na figura II.4.2: o agrupamento principal reúne Cu-Ni-Fe-Zn-Pb (AA), com origem provável em biotitas, através de manganês (AA) a Fe-Co-Cr-Ni-V-Cu (EE), associação comum de anfibólios. Os pares correlatos lantânio-chumbo (EE) e titânio-manganês (EE) derivam respectivamente de apatita e espinélio. Por último, o par bário-zircônio (coeficiente de correlação de 0,7) tem origem incerta, podendo derivar dos minerais zircão ou esfeno; entretanto, talvez represente uma associação mineralógica antes de geoquímica, uma vez que para os dois minerais citados as associações mais comuns são de outros elementos-traço.

Somente duas associações anômalas foram definidas, relacionando anomalias de chumbo (AA) ou cobalto a teores elevados de cobre (EE).

### 4.5.2 - Zonas e estações anômalas

O esquema das associações de alto *background* e anômalas (detalhe da figura II.4.2) mostra um inter-relacionamento entre praticamente todos os elementos-traço avaliados; comprova assim a miscigenação mineralógica nas principais unidades ocorrentes.

Uma vez que o diagrama é construído computando-se todas as amostras que tenham revelado teores anômalos e/ou de alto *background* para algum elemento, as ligações obtidas refletem enriquecimento em traços nos minerais primários; evidências de mineralizações não são percebidas, pois formam associações específicas em poucas amostras.

As zonas anômalas delimitadas através dos sedimentos de corrente são a seguir sistematicamente descritas. O traçado de seus limites em mapa abrange as bacias de captação das amostras anômalas e, por vezes, também são consideradas as amostras de alto *background*, quando de elementos definidores de cada zona. A figura II.4.3 as representa sobre um fundo geológico simplificado.

**a) Elementos Granitófilos**

**a.1) Chumbo (AA)**

Na porção central da folha, região de Vereda, é registrada uma ampla zona anômala para chumbo (AA), abrangendo as bacias de captação de 19 amostras de sedimentos de corrente. Foram encontrados dez valores de alto *background* (18 e 20ppm Pb/AA) e nove teores anômalos, desde 22ppm a um máximo de 36ppm Pb (AA). Na maioria das estações, o elemento ocorre isoladamente, relacionando-se, em sete amostras, a valores elevados de Ni (EE) e Fe (AA), e em seis, a Zn e Ni (AA).

O domínio litológico é de metagrauvacas feldspáticas da Unidade Sedimentar do Complexo Casa Nova, com abundantes venulações quartzosas e intrusões de felsitos e *sheets* de granitóides a duas micas; a sul e sudeste da zona, ocorrem coberturas lateríticas. A proveniência do chumbo é incerta, devido à ausência de outros elementos efetivamente associados; parece provável uma origem em feldspatos potássicos (chumbo substitui o cátion K na estrutura desses minerais). Chumbo com extração total (Espectrografia de Emissão) somente foi verificado em duas amostras, com teores de alto *background*, implicando um estágio adiantado de alteração/decomposição dos feldspatos nessa região. Pode-se supor, como corolário, que os felsitos e granitóides têm pouca influência nessa dispersão, por apresentarem feldspatos mais conservados.

Cerca de 6km a nordeste, entre as regiões de Barroca do Boi e Descoberta, quatro amostras coletadas nas cabeceiras do riacho Cachoeira do Roberto apresentaram uma anomalia (20ppm) e três valores de alto *background* para chumbo (AA), com o mesmo condicionamento.

Na região de Baixa Verde, WSW da folha, também foi definida uma zona anômala para chumbo (AA), com abrangência nas bacias de captação de cinco amostras; os teores de chumbo variaram desde alto *background* de 8ppm em uma amostra até anomalias de 12 e 14ppm nas demais. Similarmente à zona anteriormente descrita, não ocorrem outros elementos associados, registrando-se principalmente anomalias de boro (150 e 200ppm), zinco (anomalia de 52ppm e alto *background* de 44ppm), e valores elevados de Ni, Fe, Cu (AA) e Cu (EE) em duas das amostras da zona.

As litologias dominantes são gnaisses a duas micas intercalados com xistos a estaurolita, granada, cianita e lentes de calcissilicáticas, anfibolitos e quartzitos ferríferos, não individualizados, da Subunidade Gnáissico-Xistosa; na porção oriental da zona, influenciando diretamente uma amostra, ocorre muscovita-quartzito da unidade sedimentar do Complexo Casa Nova, e cobertura sedimentar inconsolidada do Tércio-Quaternário. Como aventado para a primeira zona descrita, à falta de informações adicionais derivadas de associações com outros elementos-traço, atribui-se a origem das anomalias a feldspatos potássicos em estágio de intemperização.

**a.2) Zircônio**

Foram delimitadas duas zonas anômalas para esse elemento; a primeira situa-se quase no extremo-noroeste da folha, compreendendo seis amostras de sedimentos de corrente coletadas no riacho do Brejo e em dois seus afluentes pela margem esquerda. Os teores determinados foram de 1.000ppm Zr em uma amostra e 1.000ppm Zr nas demais, sem relacionamento sistemático com outros elementos-traço; em duas amostras, foram obtidas anomalias de Ni (AA), Fe (AA), B (EE) e valores altos (chegando até a anômalos) de Ni, Co, V, Fe, Ba (EE) e Pb (AA).

Embora a porção ocidental da zona anômala situe-se sobre a serra do Brejo, estabelecida em xistos e quartzitos da unidade sedimentar do Complexo Casa Nova, todas as estações de amostragem têm influência direta de um corpo alongado de quartzomonzodiorito, sem dúvida a fonte do mineral acessório zircão e origem das anomalias de zircônio na rede de drenagem.

A segunda zona anômala é observada na região de Jardineira, centro-sudoeste da área em estudo; abrange as bacias de captação de cinco amostras coletadas em afluentes e no riacho da Baixa Funda, com teores de 500 e 700ppm Zr (alto *background)* a mais de 1.000ppm Zr (três amostras anômalas). Valores anômalos de Y, Ni (AA e EE), Fe (AA e EE), Ba, Co, Cu (AA e EE) e de alto *background* para vários outros elementos ocorrem em uma das amostras da zona anômala; não há associações do zircônio com outros elementos-traço.

Sedimentos detríticos silte-argilosos inconsolidados cobrem larga faixa na porção central da zona, contendo moscovita-quartzitos na parte ocidental, xistos a duas micas, metagrauvacas xistosas da Unidade Sedimentar do Complexo Casa Nova e ainda cobertura laterítica na parte oriental. A proveniência das anomalias é do mineral zircão, enriquecido pelo retrabalhamento supergênico nessas restritas porções das coberturas inconsolidada e laterítica.

**a.3) Lantânio-(bário)**

Na região de Tapagem, no oeste da folha, encontra-se uma extensa zona anômala cujos elementos definidores são lantânio e, secundariamente, bário. Lantânio ocorre em teores anômalos de 50 a 150ppm em nove das dez amostras que compõem a zona, e bário com concentrações de 1.000 e 1.500ppm o acompanha em cinco delas. São registradas ainda anomalias de chumbo (AA), nióbio, zircônio e boro, além de valores de alto *background* para outros elementos, todos sem relacionamento aparente com os elementos principais da associação.

A zona anômala marca de maneira inequívoca a faixa aflorante de um extenso corpo de quartzoalcalifeldspato-granito do Proterozóico Inferior e um pequeno corpo, logo a norte, de biotita-granito, cujo reflexo nos sedimentos são, além de lantânio e bário, anomalias de zircônio. Além dos

granitos, nos limites da zona ocorre cobertura detrítica silte-argilosa (grande faixa na porção setentrional), moscovita-quartzito do Complexo Casa Nova (extremo-norte) e gnaisses a duas micas da Subunidade Gnáissico-Xistosa (extremo-sudeste da zona anômala).

Lantânio provavelmente tem origem no mineral acessório monazita, e bário, em feldspatos potássicos – a associação entre esses dois elementos, no caso, corresponde a uma característica litológica e não a algum mineral específico.

**a.4) Lantânio-chumbo (EE)**

Lantânio associa-se a chumbo (EE) em uma ampla faixa N-S, nas proximidades da cidade de Ouricuri, no sudoeste da folha. A zona anômala cobre as bacias de captação de quatro amostras, que apresentam concentrações anômalas de 50ppm e 70ppm La, e teores de 20 e 30ppm (alto *background)* e anomalias de 50 e 100ppm Pb (EE). Sem caracterizar qualquer relacionamento, ainda ocorrem valores anômalos e de alto *background* de zircônio e ítrio em duas amostras, e teores logo abaixo do limiar para Ba, Ca, Ni e Pb (AA).

Litologicamente, a zona compreende, na porção meridional, ortognaisses bandados e migmatizados com paleossoma tonalítico e neossoma quartzofeldspático, atribuído ao Arqueano, xistos a duas micas geralmente granadíferos e metagrauvacas feldspáticas da Unidade Sedimentar do Complexo Casa Nova; na porção setentrional, domina a cobertura silte-argilosa inconsolidada do Tércio-Quaternário, aparecendo ainda moscovita-quartzito do Complexo Casa Nova.

Os elementos-traço apontam para uma derivação a partir de epídoto ou apatita, acessórios que devem se concentrar nos xistos e metagrauvacas da unidade sedimentar, nessa específica região de sua extensa área aflorante.

É notavel também a dispersão anômala de La-Pb ao longo do alto curso do riacho Jardim, e em dois pequenos afluentes pela margem direita (não representada como zona anômala na figura II.4.3). Amostras desse trecho de drenagem apresentam chumbo com um teor de 30ppm, correspondente a alto *background*, e seis anomalias de 50ppm Pb (EE); cinco delas contêm lantânio desde 30ppm a valores anômalos de 50 e 70ppm La. Bário e cálcio em teores altos foram também detectados em, respectivamente, quatro e três das amostras referidas. Em toda essa região drenada pelo riacho Jardim, ocorrem os xistos e metagrauvacas da Unidade Sedimentar do Complexo Casa Nova, e não surgem outras evidências geoquímicas que modifiquem a hipótese de origem das anomalias nos minerais epídoto ou apatita.

**a.5) Nióbio**

Nas regiões de Morada Nova e Triunfo, no extremo NNE da folha, anomalias de nióbio foram detectadas em 10 amostras de sedimentos, com teores de 15ppm. Outros elementos não ocorrem associados, observando-se em duas amostras anomalias de 300ppm de estrôncio; são registradas ainda concentrações elevadas de Pb, Cu (AA) e Ni, Ba, Zr, Y, Cr, V (EE).

O perímetro da zona anômala engloba predominantemente biotita-xisto granatífero da Unidade Sedimentar do Complexo Casa Nova, contendo encaixados dois pequenos corpos de quartzoalcalifeldspato-granito.

O nióbio tem sua origem no granito, provavelmente concentrado no mineral biotita pela igualdade de teores nas amostras; a distribuição das estações de coleta e anômalas, por sua vez, faz supor a presença de outros corpos graníticos, possivelmente satélites com bem mais restrita superfície aflorante, situados na porção sul da zona anômala.

**b) Elementos Máficos**

**b.1) Cálcio-cromo-(estrôncio-níquel/EE)**

Ocorre no extremo-SSW da área uma zona anômala, abrangendo as bacias de captação de cinco amostras de sedimentos, cujos elementos definidores são cálcio e cromo; apresentam anomalias de 0,7% Ca e de 30 a 150ppm Cr em quatro das cinco amostras mencionadas. Em três aparecem relacionados, subsidiariamente, os elementos estrôncio (200ppm, correspondente a alto *background)* e níquel (uma anomalia de 20ppm, em amostra da população de granitóides, e dois valores de alto *background*). Foram obtidos resultados elevados para vários outros elementos-traço, especialmente Ni (AA), La, Mg, Co, Cu, Ba e Y. A distribuição das anomalias na zona indica uma variação composicional interna, com o registro de cromo e níquel (EE) predominando na porção setentrional, e cálcio e estrôncio na parte meridional.

As rochas dominantes são gnaisses a duas micas intercalados com xistos a estaurolita, granada e cianita, e que contêm lentes não-individualizadas de calcissilicáticas, anfibolitos e quartzitos ferríferos. Na porção sul e no extremo-norte, a zona abrange porções de granitos.

Os elementos da associação anômala são característicos de anfibólios, e muito provavelmente a origem das anomalias são corpos de anfibolitos situados no dominio gnáissico, não representados na escala de mapeamento.

**b.2) Níquel/AA, EE-(zinco-magnésio-ferro/AA)**

Na região centro-noroeste da folha, 13 amostras coletadas no alto curso dos riachos da Vereda Velha, Sumidouro e da Boa Vista caracterizam uma zona anômala para níquel (AA e EE), contendo subsidiariamente zinco, magnésio e ferro (AA), numa típica associação de ascendência máfica. Os resultados de alto *background* e anômalos para esses elementos foram de 23 a 40ppm Ni

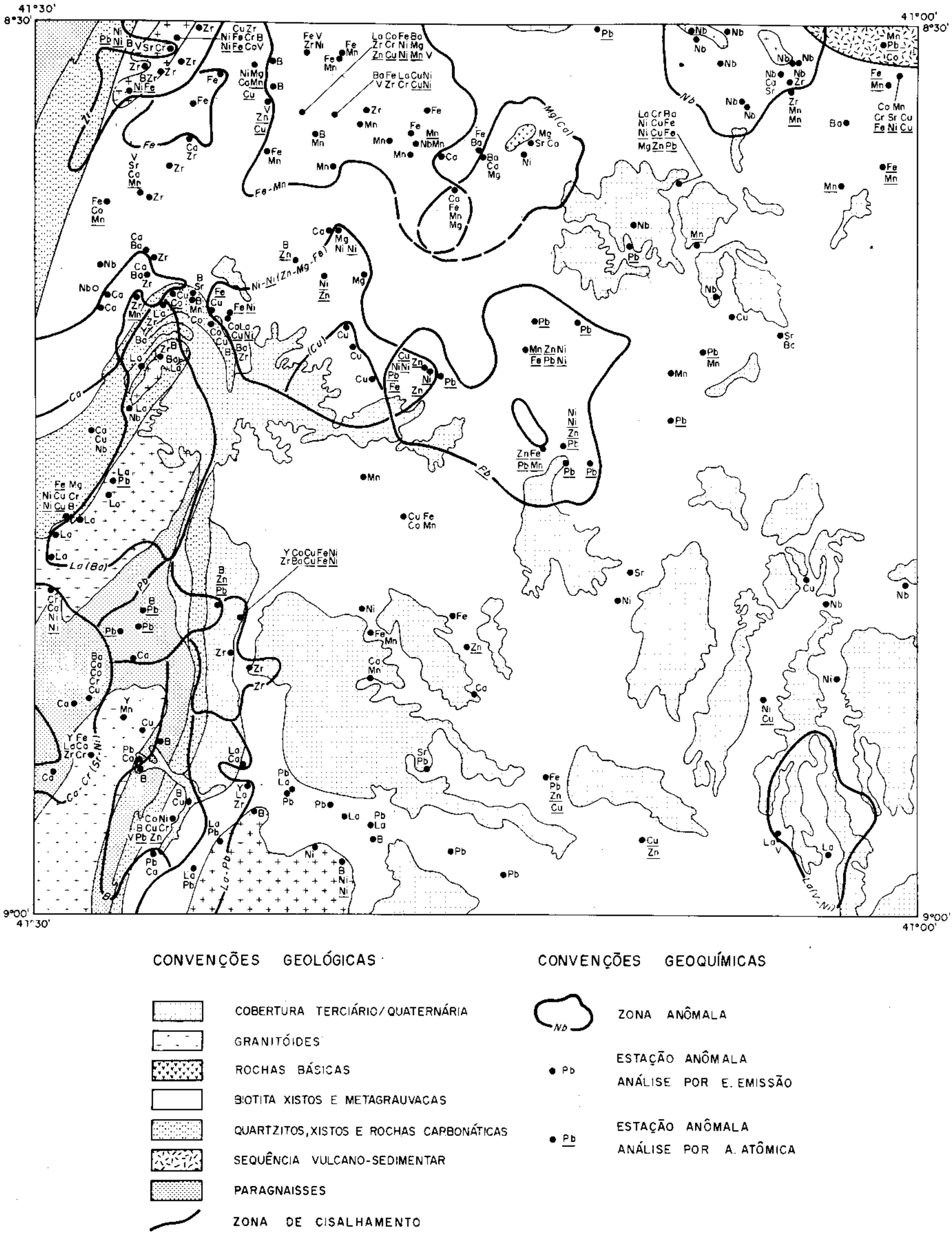



**Figura II.4.3 – Integração geológico-geoquímica. Folha Afrânio.**

(AA), 30 e 50ppm Ni (EE), 37 a 72ppm Zn (AA), 0,5 e 0,7% Mg e 1,8 a 3,7% Fe (AA); são ainda observados valores elevados de bário, cobre, zircônio, cálcio (EE) e cobre, chumbo (AA), entre outros elementos menos freqüentes, que não guardam relacionamento aparente com os elementos principais da zona anômala. Na porção sul, pode ser delimitada uma subzona, formada pelas bacias de captação de três amostras, que contêm anomalias de 70ppm de cobre (EE), além dos demais elementos da associação máfica.

As litologias dominantes na região são metagrauvacas feldspáticas da Unidade Sedimentar do Complexo Casa Nova, e a sul da zona ocorrem coberturas sedimentares silte-argilosas com níveis conglomeráticos, semiconsolidadas, do Tércio-Quaternário.

A disposição das estações anômalas indica como fonte as metagrauvacas. A associação dos elementos e aqueles acessórios e não-sistemáticos podem ter em comum origem no mineral biotita, muito abundante nesse tipo litológico. Certamente, a zona corresponde a uma variação faciológica das metagrauvacas, expressa pela diferente composição das biotitas, enriquecidas em elementos de afinidade máfica; para a subzona de cobre (EE), a explicação é a mesma, e a hipótese é suportada pela relativamente pequena flutuação dos teores de alto *background* e anômalos.

**b.3) Ferro (EE)**

Quase no extremo-noroeste da folha, região da fazenda Várzea, quatro amostras coletadas no riacho do Mancinho e num pequeno afluente seu definiram uma consistente zona anômala para ferro (EE) com o registro de duas anomalias de 5% e dois valores de alto *background*, de 3% Fe. Não ocorrem outros elementos relacionados; em duas amostras, verificam-se valores de alto *background* para Y, Zr, Pb (AA) e, em outra, teores de Co, Mn (EE) e Fe, Cu, Mn, Pb (AA) na mesma escala de concentração.

As rochas ali ocorrentes são biotita-xistos granatíferos da Unidade Sedimentar do Complexo Casa Nova.

A falta de outros elementos na composição de uma família característica impede a definição da origem da dispersão anômala; uma ampla gama de minerais constituintes de rochas pode fornecer ferro para os sedimentos. Merece também consideração a hipótese de presença influente de óxidos (hematita) ou sulfetos (pirita) no material aluvionar.

O levantamento aeromagnetométrico revelou ali a presença de uma zona com resposta idêntica a de rochas máficas, que se estende para nordeste até o limite da folha.

**b.4) Associação máfica Ni-Cr-Cu-Co-Fe-Zn**

Em vários locais da área estudada, foram coletados sedimentos, em estações isoladas, cujos resultados analíticos revelaram a presença de anomalias e valores de alto *background* de vários elementos indicadores de rochas máficas; correspondem à porção esquerda do diagrama triangular das associações anômalas para a área total (detalhe da figura II.4.2).

Os teores considerados como anômalos variam em função das populações amostradas, registrando-se 14 a 58ppm Ni (AA) e 15 a 70ppm Ni (EE), 1,5 a 4,9% Fe (AA) e 3 a 7% Fe (EE), 15 a 45ppm Cu (AA) e 20 a 100ppm Cu (EE), 15 a 70ppm Co, 50 a 200ppm Cr e 52 a 108ppm Zn (AA).

As estações que mais se destacam sob essa influência são as FP-147 e 148, no médio riacho dos Pilões (NNW), estabelecida em biotita-xisto granatífero do Complexo Casa Nova; amostra 051, coletada a sul de Ouricuri (SW) em aluviões derivadas de metagrauvacas feldspáticas; estação FP-466, a sul da cidade de Afrânio (NE), com influência da seqüência vulcanossedimentar Monte Orebe; estação FP-030, próxima do sítio Ponta da Serra (W), com área de captação em quartzitos e xistos carbonáticos do Complexo Casa Nova; amostra 078, no médio riacho da Baixa Funda (centro-SW), em zona de influência da cobertura detrítica silte-argilosa; a estação 133, no extremo-NNW da folha, estabelecida em quartzomonzodiorito, e finalmente a estação 314, situada no médio curso do riacho Cachoeirinha (centro-NE), influenciada por metagrauvacas e coberturas lateríticas.

Vários são os minerais que contêm elementos dessa associação na estrutura cristalina, podendo-se citar, entre aqueles mais comuns formadores e acessórios nas rochas da região, micas, anfibólios e magnetita; nesse estágio de reconhecimento geoquímico regional, a eles são atribuídas as anomalias.

**c) Outros**

**c.1) Boro**

Com centro na cidade de Ouricuri, no sudoeste da folha, é desenhada uma zona alongada N-S, relativamente enriquecida no elemento boro; abrange as bacias de captação de cinco amostras, que revelaram teores de 100ppm (alto *background*) a anomalias de 150ppm em três amostras, e um máximo de 200ppm de boro. Não há relacionamento direto com outros elementos-traço, e duas amostras apresentam teores anômalos e de alto *background* de elementos de afinidade máfica.

A faixa em destaque acompanha a disposição estrutural N-S das unidades litológicas que ocorrem em seu domínio: gnaisses a duas micas, xistos, anfibolitos da Unidade Gnáissico-Xistosa, quartzitos, xistos e metagrauvacas feldspáticas da Unidade Sedimentar do Complexo Casa Nova e, na porção central da zona, uma faixa de aluvião arenosa ao longo do riacho do Ouricuri e de um afluente seu pela margem direita.

A fonte do boro é o mineral turmalina, derivado, de acordo com a distribuição das estações anômalas, de uma faixa alongada e ressaltada topograficamente, e da aluvião

quaternária do afluente mencionado; como esses sedimentos inconsolidados situam-se sobre o pacote Casa Nova, a turmalina deve ser proveniente das cabeceiras da pequena drenagem, cerca de 4km a sul da zona, onde corta quartzitos inerentes ao Domínio Marinho-Plataformal do Complexo Casa Nova.

**c.2) Cálcio**

No extremo-oeste da folha, região de Mancinho, no alto curso do riacho de mesmo nome e no baixo curso do riacho Sumidouro, foram coletadas nove amostras de sedimentos de corrente, que resultaram anômalas em cálcio. As concentrações para esse elemento variaram desde 0,5% Ca (correspondente a alto *background*) a anomalias de 0,7% e dois picos máximos de 1,5% Ca. Vários outros elementos (especialmente Fe, Zr, Mg, Ba, Cu) foram registrados em teores elevados a anômalos sem, no entanto, mostrarem relacionamento com o elemento definidor da zona. A faixa anômala abrange o flanco oeste (serra do Brejo) de um grande arqueamento imposto a biotita-xistos granatíferos/ metagrauvacas da Unidade Sedimentar do Complexo Casa Nova, que é a litologia dominante; ocorre ainda um pacote de quartzitos da mesma unidade e, na porção sul da zona, extensa lente de rocha calcissilicática relacionada ao Domínio Marinho-Plataformal do Complexo Casa Nova.

As anomalias de cálcio derivam dos minerais carbonáticos desse tipo litológico que, em função da distribuição das amostras anômalas na rede de drenagem, não se resume a apenas à lente mapeada; os valores mais elevados para cálcio (1,5%) foram obtidos em duas amostras coletadas logo a jusante dos quartzitos, e as bacias de captação das amostras de alto *background* das estações situadas nas cabeceiras do riacho Mancinho não abrangem a referida litologia. É razoável supor, portanto, a existência de várias outras lentes de rochas carbonáticas, de menores dimensões (não cartografáveis em escala 1:100.000), encaixadas no pacote de xistos dessa região.

Pouco a sul da zona, uma amostra coletada no riacho das Cacimbas apresentou anomalia de 1% de cálcio, influenciada por material proveniente de uma estreita faixa de xistos carbonáticos, cerca de 1km a montante da estação de amostragem.

**c.3) Lantânio-(vanádio-níquel/EE)**

No extremo-sudeste da folha, na região da Chapada do Umbuzeiro Velho, as bacias de captação de quatro amostras, coletadas em três diferentes drenagens, formam uma zona anômala para lantânio (duas anomalias de 50ppm e dois valores de alto *background* de 30ppm) e apresentam secundariamente os elementos vanádio (anomalia de 150ppm e dois teores de 100ppm V, alto *background*) e níquel (concentração de 30ppm Ni/EE em três amostras). Ítrio ocorre em duas amostras e Pb, Fe (EE), Cu, Zn (AA), isoladamente, todos com teores elevados sem, contudo, atingirem os respectivos limiares.

A drenagem corta xistos micáceos e metagrauvacas da Unidade Sedimentar do Complexo Casa Nova, e os interflúvios são cobertos por sedimentos argilo-silte-arenosos com níveis de concreções ferruginosas (coberturas lateríticas).

As anomalias podem ser provenientes de diversos minerais (hornblenda, epídoto, limonita secundária), que contêm ou podem conter essa associação de elementos na estrutura cristalina; dos minerais aventados, apenas limonita é improvável, uma vez que os resultados para ferro (AA e EE) se situaram em níveis normais.

**c.4) Ferro(EE)-manganês(EE)**

Constitui a maior zona anômala delimitada na área em estudo, abrangendo as bacias de captação de 22 amostras, coletadas nos riachos dos Pilões, Tatarambi e baixo curso do Vereda Velha, no norte da folha. Ferro (EE) ocorre em 21 amostras com teores de alto *background* de 3%, anomalias de 5% e um valor máximo de 7% Fe; manganês (EE) teve resultados altos em 17 sedimentos, desde 2.000ppm (alto *background*) a anomalias de 3.000 e 5.000ppm Mn. Os elementos Co, Ba, Cu, B, Ni, Zr, V, Y, Mg (EE) e Ni, Cu, Pb, Mn, Fe (AA) ocorrem em concentrações elevadas em diversas amostras, sem, no entanto, mostrar um maior relacionamento específico com a associação Fe-Mn.

A maior parte da área é dominada por biotita-xistos com granada da Unidade Sedimentar do Complexo Casa Nova, e nos extremos-sudoeste e sudeste (onde há superposição com uma zona anômala Mg-Ca), o xisto gradaciona a um pacote de metagrauvacas feldspáticas da mesma unidade.

A presença de manganês em sedimentos de corrente de regiões semi-áridas (com pouco ou nenhum intemperismo químico) é em geral indicativa de granadas, ainda mais em zonas como esta, cuja litologia apresenta abundantemente esse mineral; ferro também é um seu constituinte normal, o que permite atribuir como origem da zona anômala uma facies mais enriquecida em granadas, em relação à restante superfície aflorante do xisto.

**c.5) Magnésio-(cálcio)**

Na porção centro-norte da folha, região entre os riachos do Meio e dos Pilões, nove amostras coletadas predominantemente neste último revelaram teores elevados de magnésio e cálcio, definindo uma ampla zona em que o primeiro é o elemento definidor. Magnésio teve resultados de 0,5% (alto *background*) em seis amostras, e anomalias de 0,7% (duas amostras) e 1% Mg; cálcio foi observado em quatro amostras, sendo sua relação com o magnésio estabelecida por seus resultados mais expressivos (0,7, 1 e 2% Ca), que ocorrem nas mesmas amostras anômalas para magnésio (a amostra 287 contém 1% Mg e 2% Ca, as concentrações máximas verificadas). Ferro e

escândio principalmente, e também Cu, Ba, V, Ni (EE) e Ni, Mn, Cu (AA) encontram-se com relativa freqüência acompanhando os elementos principais.

Geologicamente, essa faixa compreende biotita-xistos granatíferos e metagrauvacas feldspáticas da Unidade Sedimentar do Complexo Casa Nova; quase na porção central da zona anômala (alto riacho dos Pilões), ocorrem rochas máficas e ultramáficas alteradas, cortadas por veios pegmatíticos e de material carbonático, com um jazimento de vermiculita em fase de explotação.

A fonte da associação anômala são as rochas máfico-ultramáficas, por seu enriquecimento em micas magnesianas e venulações carbonáticas. A locação das estações de amostragem, adicionalmente, indica a provável presença da mesma seqüência litológica logo a sul e mais a sudoeste, até a rede hidrográfica do riacho do Meio, embora com expressão superficial provavelmente não-cartografável nesta escala de mapeamento.

**d) Mineralizações**

A metodologia de reconhecimento geoquímico empregada na folha não favorece a detecção de dispersões lineares, características de ocorrências minerais aflorantes; o enfoque aplicado no delineamento das zonas anômalas pressupõe variações litológicas contrastantes que, em função de cada associação determinada, podem se constituir ou não em metalotectos.

Assim é a zona Mg-(Ca), anteriormente comentada no subitem c.5, ao indicar a região de maior favorabilidade para vermiculita, adicionalmente ao local do depósito já conhecido; ocorre o mesmo com a faixa anômala para cálcio (subitem c.2), revelando potencial para rochas carbonáticas.

Com relação aos elementos calcófilos, em nenhuma amostra analisada foram obtidas altas concentrações e/ou associações características, que pudessem ser atribuídas a sulfetos; entretanto, algum potencial é revelado para cobre, na região das cabeceiras do riacho da Boa Vista (subitem b.2).

Dos elementos granitófilos, a única indicação de fases ácidas residuais mineralizadas foi a presença de 2ppm de berílio na amostra 433, coletada próximo do açude Barra da Melancia (leste da folha), que revela uma associação típica de rocha granítica (valores elevados de Ba, Sr, Pb), embora situe-se em terreno constituído de metagrauvacas do Complexo Casa Nova. Nióbio no extremo-NNE da folha, como descrito no subitem a.5, pela ausência de qualquer contraste provavelmente deriva de minerais normais (biotita), e não de minerais de minério (columbita-tantalita).

# Capítulo 5
# Geofísica

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

## 5.1 Sistemática adotada

A sistemática adotada consistiu nas seguintes etapas:

a) Interpretação qualitativa das cartas originais de magnetometria (campo total) gerados na execução do Projeto Aerogeofísico Borda Sul da Bacia do Parnaíba. Nesta 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 das cartas preliminares do projeto, com o objetivo de fornecer subsídios para a solução de problemas relativos à compartilhação 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 cartas de contorno gamaespectrométrico dos canais de contagem total, potássio, urânio, tório, das razões U/Th, U/K e Th/K, além do magnético do campo total, na escala 1:100.000.

d) Interpretação dessas cartas 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 Sul da Bacia do Parnaíba, levantado pela Prospec S.A. dentro do Convênio DNPM/CPRM, de que constou levantamento gamaespectrométrico (canais de contagem total, tório, urânio e potássio) e magnetométrico (campo total). Os perfis aerogeofísicos foram voados segundo a direção N-S, espaçados de 2km, a, em média, 150m sobre o 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 $pol.^3$. A Prospec efetuou o processamento dos dados e elaborou os produtos finais sob a forma de arquivos digitais (fitas magnéticas) e de cartas de contorno do campo magnético residual nas escalas 1:100.000 e 1:250.000.

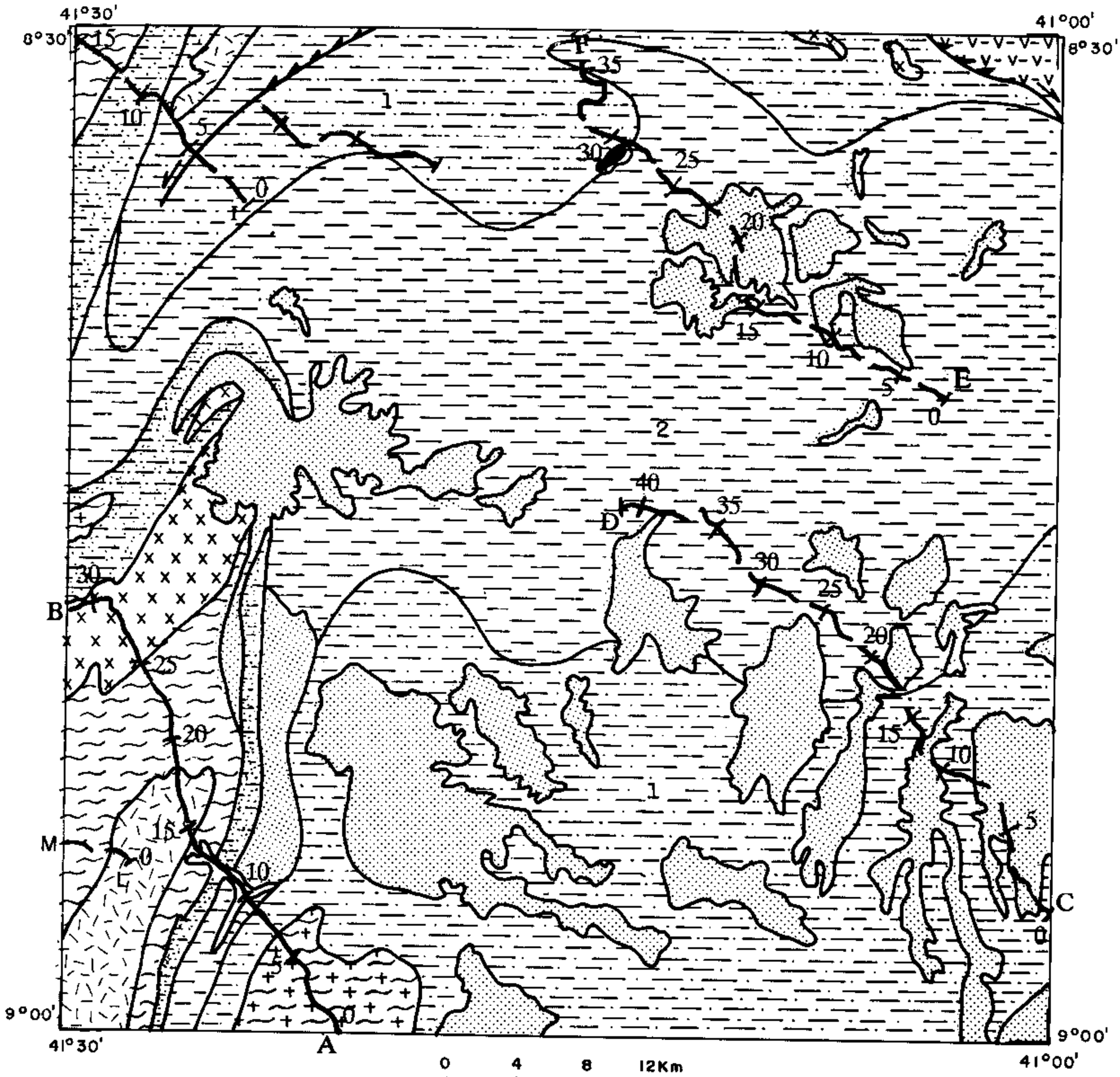
Do reprocessamento dos dados efetuados pela CPRM nessa etapa constou a geração de *grids* de cada tema geofísico, com células de dimensões de 250 x 250m, a partir dos dados digitais finais do projeto submetidos a um filtro antializamento, com freqüência de corte de 0.002 ciclos/m. Após a geração dos *grids,* foi aplicado um filtro direcional aos dados dos temas que apresentarem problemas de nivelamento segundo a direção das linhas de vôo, decorrentes da fase de aquisição ou do processamento dos dados. Após esse tratamento, foram confeccionadas cartas dos temas, na escala 1:100.000, com os seguintes intervalos de contorno:

| | |
|---|---|
| Contagem Total | = 100 cps |
| Potássio | = 5 cps |
| Urânio | = 2 cps |
| Tório | = 5 cps |
| Razão U/K | = 0.10 |
| Razão U/Th | = 0.05 |
| Razão Th/K | = 0.10 |
| Campo Magnético Total | = 5 nT |

### 5.2.2 Geofísica terrestre

Do levantamento geofísico terrestre constou perfil gravimétrico A-B regional abrangendo as folhas Afrânio e Barra do Bonito, e seis perfis magnetométricos e cintilométricos (trechos A-B, C-D, E-F, G-H, I-J e L-M). A direção geral dos perfis é SE-NW, à exceção do L-M, que possue direção E-W (figura II.5.1).

O levantamento magnético foi efetuado com magnetômetros de precessão protônica, da Geometrics, modelo 816 e G-826, com precisão de 1nT (nanoTesla). 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. Do processamento dos dados constou apenas a correção dessa variação. Na época do levantamento (dezembro, 1987), o valor do campo total era de




Coberturas Fanerozóicas

## Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal
## Rochas Plutônicas

Rochas Máfico-ultramáficas pós-deformação tangencial

Granitóides sin-evento deformacional $D_3$

Granitóides sin-evento deformacional $D_1/D_2$

## Complexo Casa Nova

Domínio vulcanossedimentar

Domínio plataformal

Domínio marinho-profundo

Gravimetria, Magnetometria e Cintilometria

Magnetometria e Cintilometria

## Unidade Inferior

A(T)gnxt – Unidade Gnáissico-Xistosa

A(T)ogn – Ortognaisses migmatizados

**Figura IL5.1 – Localização dos perfis geofísicos.**

25.480nT, a declinação magnética -21°36', e a inclinação -12°31'.

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

Nos levantamentos magnetométricos e cintilométricos, o espaçamento entre as estações foi de 100m.

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, da aquisição 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 0,01miligal.

Foram utilizadas como amarração as estações gravimétricas de primeira ordem a seguir indicadas, pertencentes à Rede Fundamental do Observatório Nacional:

| Código da Estação | Localidade | Valor de G |
|---|---|---|
| 090780 | Paulistana (PI) | 978031,88 |
| 090680 | Petrolina (PE) | 978041,02 |

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 média;

g' = gravidade teórica; e

CT = correção do terreno.

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, concluiu-se que se poderia utilizar os dados gravimétricos sem essa correção.

## 5.3 Interpretação e correlação dos dados

### 5.3.1 Magnetometria aérea

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

a) inclinação magnética da área;

b) direção e sentido do perfil em relação ao norte magnético;

c) forma, profundidade e mergulho do corpo;

d) orientação do corpo em relação ao norte magnético;

e) magnetização remanente, se houver.

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

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

#### 5.3.1.1 Interpretação magnética

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 foram determinadas através de *software* de modelamento, as feições das anomalias resultantes (figura II.5.2).

Na análise qualitativa, a carta aeromagnetométrica (figura II.5.3) foi dividida em seis unidades magnéticas distintas, com base no relevo magnético e nas feições das anomalias em duas dimensões:

Unidade Magnética A – Corresponde a uma área anômala no centro-noroeste da folha e caracteriza-se por um relevo magnético alto, no contexto da folha, com amplitude máxima de 160nT. O modelamento dessa anomalia mostra que o corpo causador está inclinado para NW, com o topo situado a aproximadamente 500m abaixo da superfície do terreno (figura II.5.4). Utilizou-se um contraste de susceptibilidade magnética ($\Delta K = 1.000^{10-6}$ e.m.u.) adequado para as rochas básicas encaixadas em rochas gnáissicas.

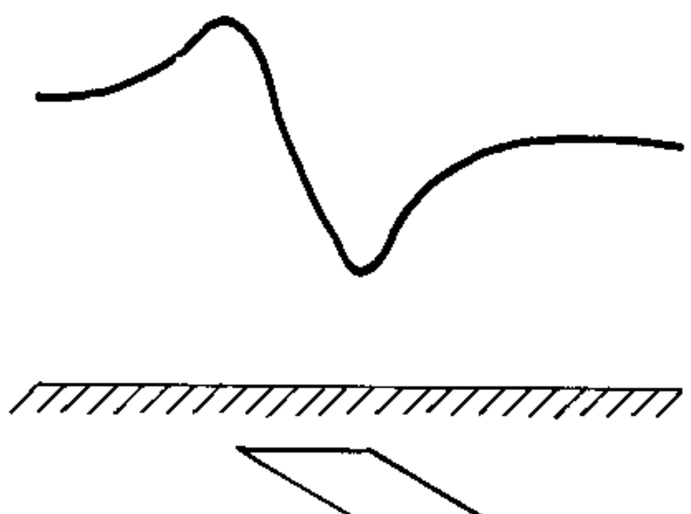
Unidade Magnética B – Corresponde a duas áreas no centro-norte da folha e caracteriza-se por um relevo magnético médio com amplitude máxima de 25nT, representando corpos geológicos individualizados.

Unidade Magnética C – Corresponde à borda de uma anomalia situada no limite oeste da folha; aparentemente representa a influência no campo geomagnético provocada por corpo magnético identificado na folha ao lado, Barra do Bonito.

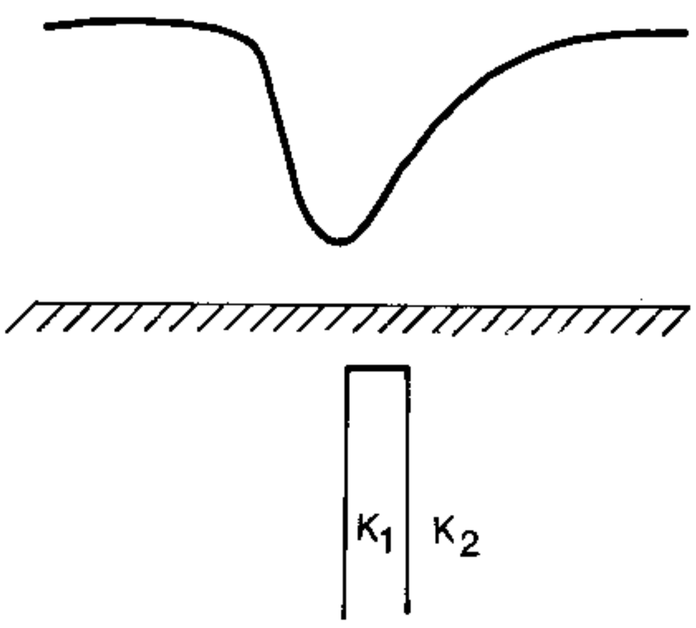
Unidade Magnética D – Corresponde a uma larga faixa de direção SW-NE, ocupando a maior parte da folha, que possui um gradiente magnético baixo e está geologicamente relacionada a rochas de baixa susceptibilidade magnética; aparentemente, está representando rochas de embasamento em profundidade.

Unidade Magnética E – Corresponde a duas áreas, uma a norte da folha e outra a sul, caracterizando-se por um gradiente médio, com as curvas de contorno orientadas na direção geral E-W, a sul, e WSW-ENE, a norte.

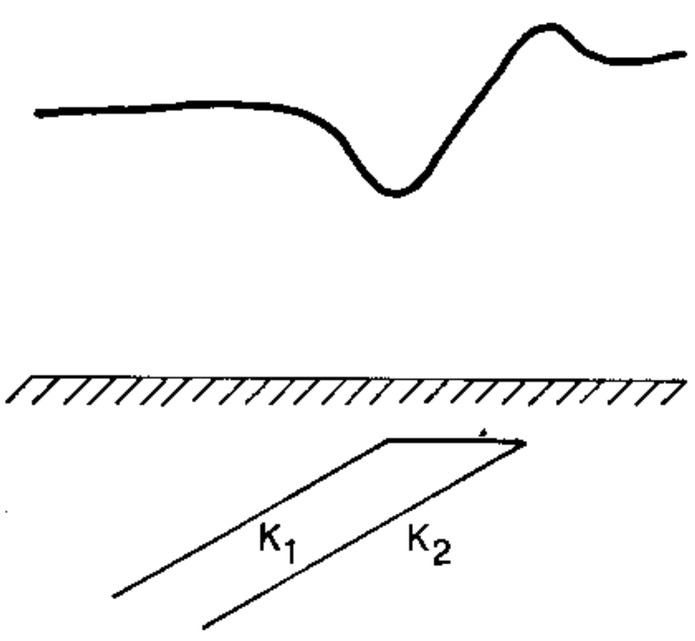
Unidade Magnética F – Localiza-se no sul da folha, caracterizando-se por um relevo magnético médio, amplitude máxima de 25nT, com as linhas de contorno orientadas na direção geral SSW-ENE.



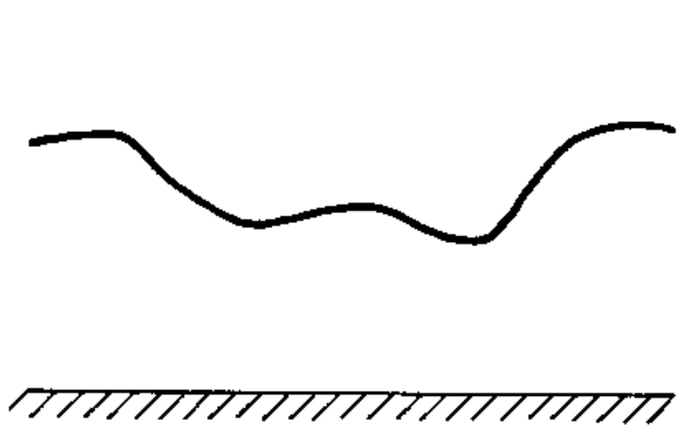

Dique Inclinado



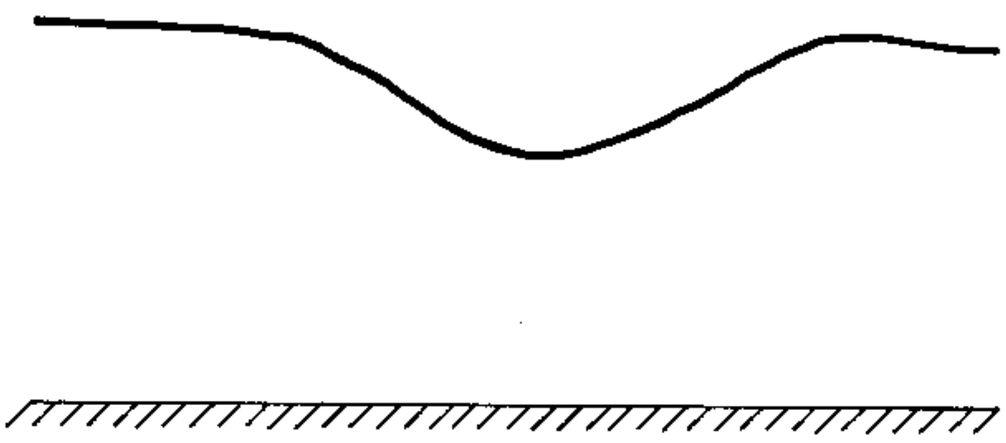

Dique Vertical



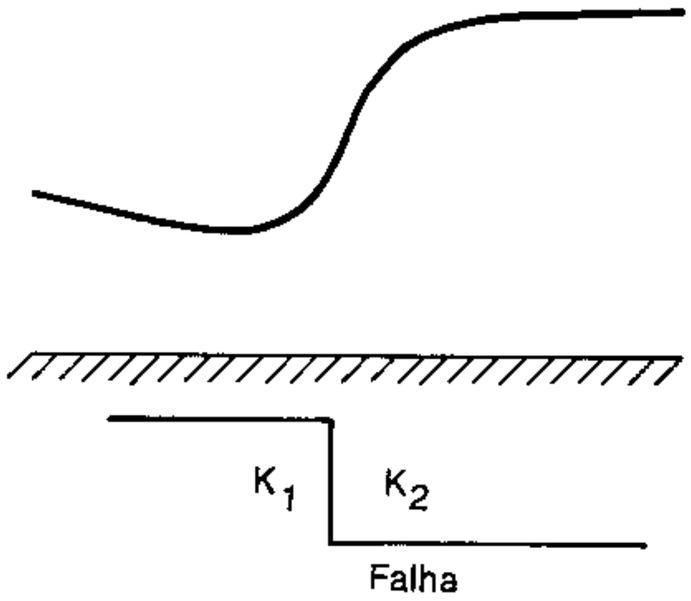

Dique Inclinado



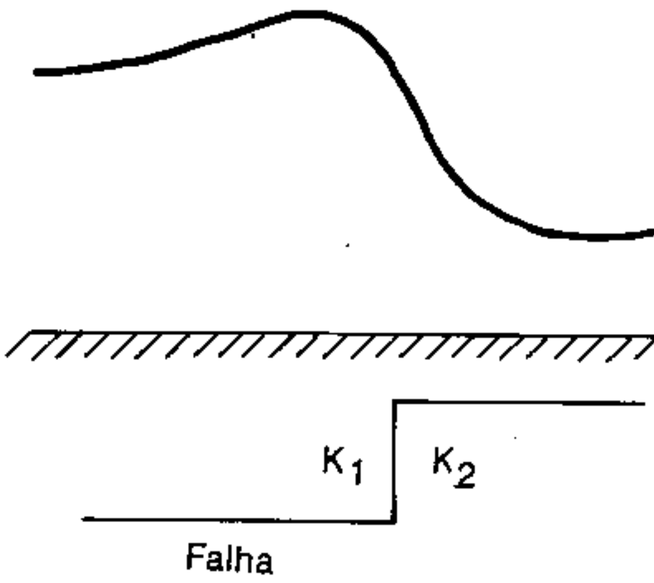

Sill ou Derrame Vulcânico




Pequena Intrusão
(Cilindro Vertical)




Falha




Falha

K = Susceptibilidade magnética ($K_1 > K_2$)

NW ⟶ SE – Direção dos Perfis

D = – 20°51' (ano de 1978)
I) = – 8°31'

Obs.: Anomalias esquemáticas sem referência quantitativa.

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

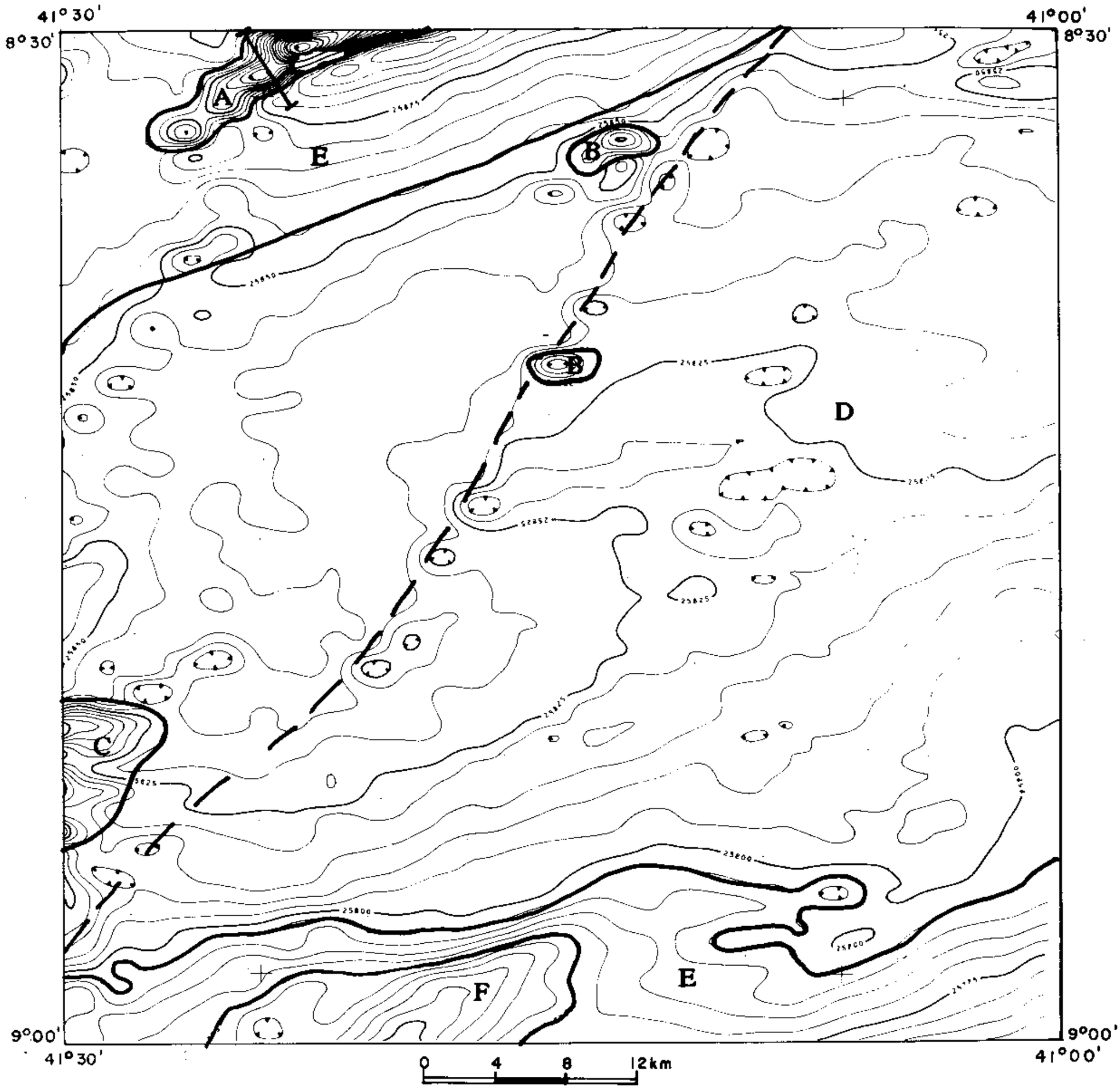



**Figura II.5.3 – Interpretação do mapa de campo magnético total.**

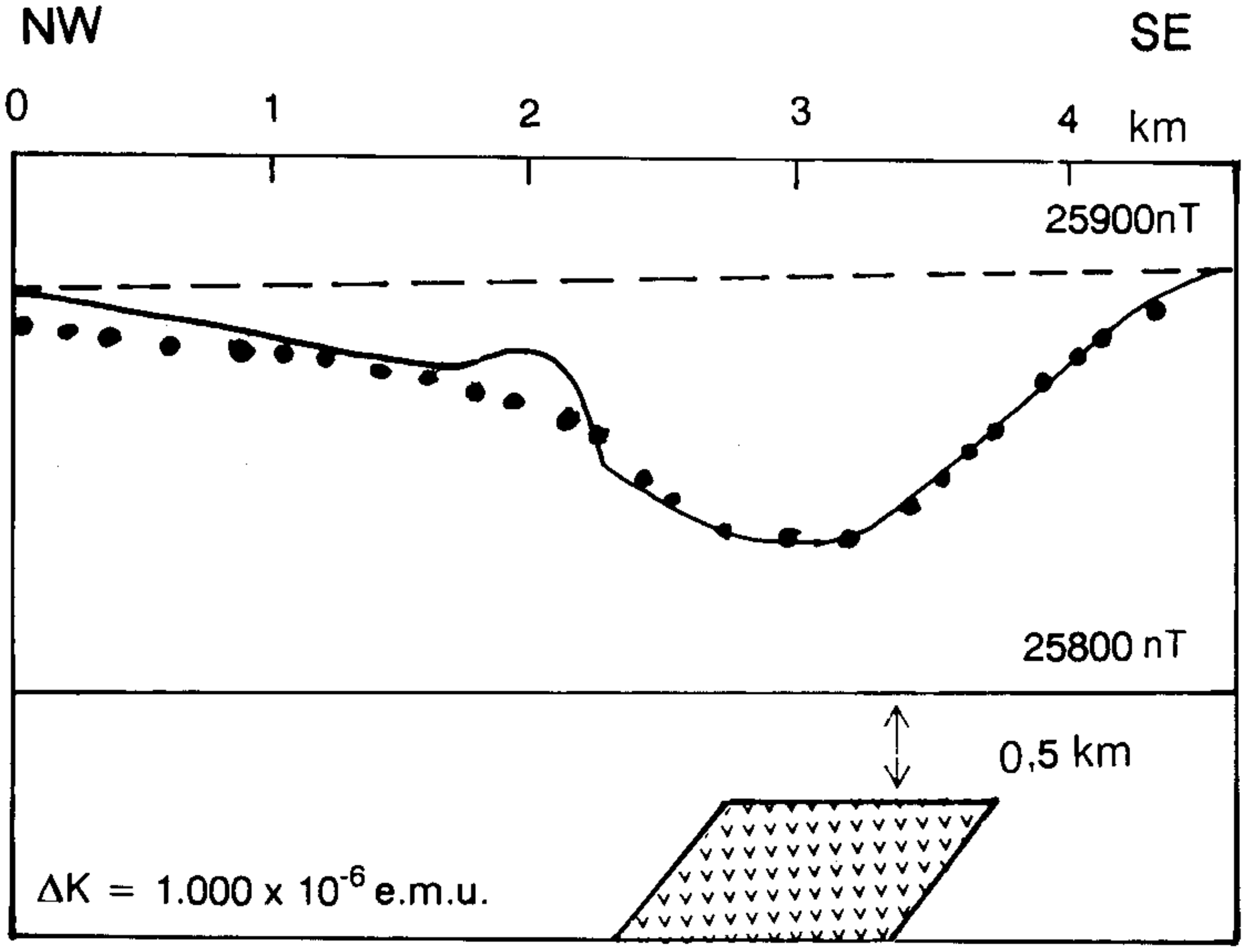



**Figura II.5.4** – Modelamento de perfil aerogeofísico.

### 5.3.1.2 Correlação geológica das unidades magnéticas

Subunidade Gnáissica [A(T)ogn] – Essa subunidade litológica, cuja maior expressão ocorre no sul da folha, está representada pela Unidade Magnética F. Aparentemente os limites desse corpo, em subsuperfície, são bem maiores que a área aflorante cartografada.

Subunidade Gnáissico-Xistosa [A(T)gnxt] – Os paragnaisses com intercalações de xistos que constituem essa subunidade litológica não apresentam assinaturas magnéticas características que pudessem distingui-los dos metassedimentos do Complexo Casa Nova, incluindo-se na Unidade Magnética D. Sobre essas rochas, ocorre também a Unidade Magnética C, que é a borda de uma unidade magnética da folha vizinha (Barra do Bonito). Assim, a Unidade Magnética C não tem significado geológico nesta folha.

Complexo Casa Nova – Os quartzitos e xistos desse complexo, que também não apresentam uma assinatura magnética característica, estão incluídos nas unidades D e E. Aparentemente, a área delimitada pela Unidade Magnética D corresponde a um pacote metassedimentar mais espesso, enquanto as áreas abrangidas pela Unidade E, a norte e a sul da folha, estão indicando um pacote metassedimentar menor. Com relação à unidade vulcanosedimentar, os horizontes de metachertes, aflorantes na parte noroeste da folha, estão incluídos na Unidade Magnética A e apresentam alongamento na mesma direção da unidade. O limite sul da Unidade Magnética A coincide com a zona de cisalhamento contracional cartografada.

Rochas Plutônicas – Os granitóides cartografados não apresentam contraste de susceptibilidade magnética para distingui-los dos metasedimentos. Estão englobados nas unidades magnéticas D e E.

O corpo de rocha máfica cartografado na localidade da mina Massapê (fazenda Boa Vista) corresponde a uma anomalia magnética que define a Unidade Magnética B. Além dessa anomalia, também ocorre outra semelhante mais a sul. Entre as duas anomalias, existe um alinhamento magnético de direção geral SW-NE, indicando uma zona de fraturamento que poderia sugerir algum relacionamento genético entre os corpos causadores.

Em termos regionais, a unidade magnética E, no norte e no sul da folha, separada pela unidade D, reflete, provavelmente uma estruturação primitiva da crosta, originalmente segundo três grandes blocos.

## 5.3.2 Gamaespectrometria aérea

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 a radiação emitida pelo isótopo potássio 40.

### 5.3.2.1 Interpretação radiométrica

Na interpretação dos dados radiométricos, procurou-se estabelecer intervalos de radioatividade que melhor representassem as diferentes litologias. A partir dessa definição, os diferentes temas gamaespectrométricos utilizados neste trabalho foram interpretados mediante a delimitação de zonas de variação de radioatividade, que constituem as unidades radiométricas. Os resultados estão indicados nas figuras II.5.5 e II.5.6.

Na delimitação das unidades, adotou-se a convenção de utilizar como prefixo a letra R para contagem total, os respectivos símbolos químicos para o urânio (U), tório (Th) e potássio (K), UT para a razão U/Th, UK para razão U/K e TK para a razão Th/K.

Neste trabalho, estão incluídos apenas as cartas de interpretação dos canais de contagem total e potássio, visto que os outros temas gamaespectrométricos não adicionaram maiores contribuições à geologia da área.

### 5.3.2.2 Correlação geológica das unidades radiométricas

Subunidade Gnáissica [A(T)ogn] – O corpo de maior expressão ocorre no sul da folha e apresenta alta radioatividade nos canais de contagem total e potássio, representada, respectivamente, pelas unidades radiométricas R5, K4 e K5. Na porção central do corpo, ocorre um enriquecimento de potássio, provavelmente devido a uma maior concentração de feldspato potássico. O de menor expressão, na borda oeste da folha, é delimitado pela pequena unidade R5 ali definida.

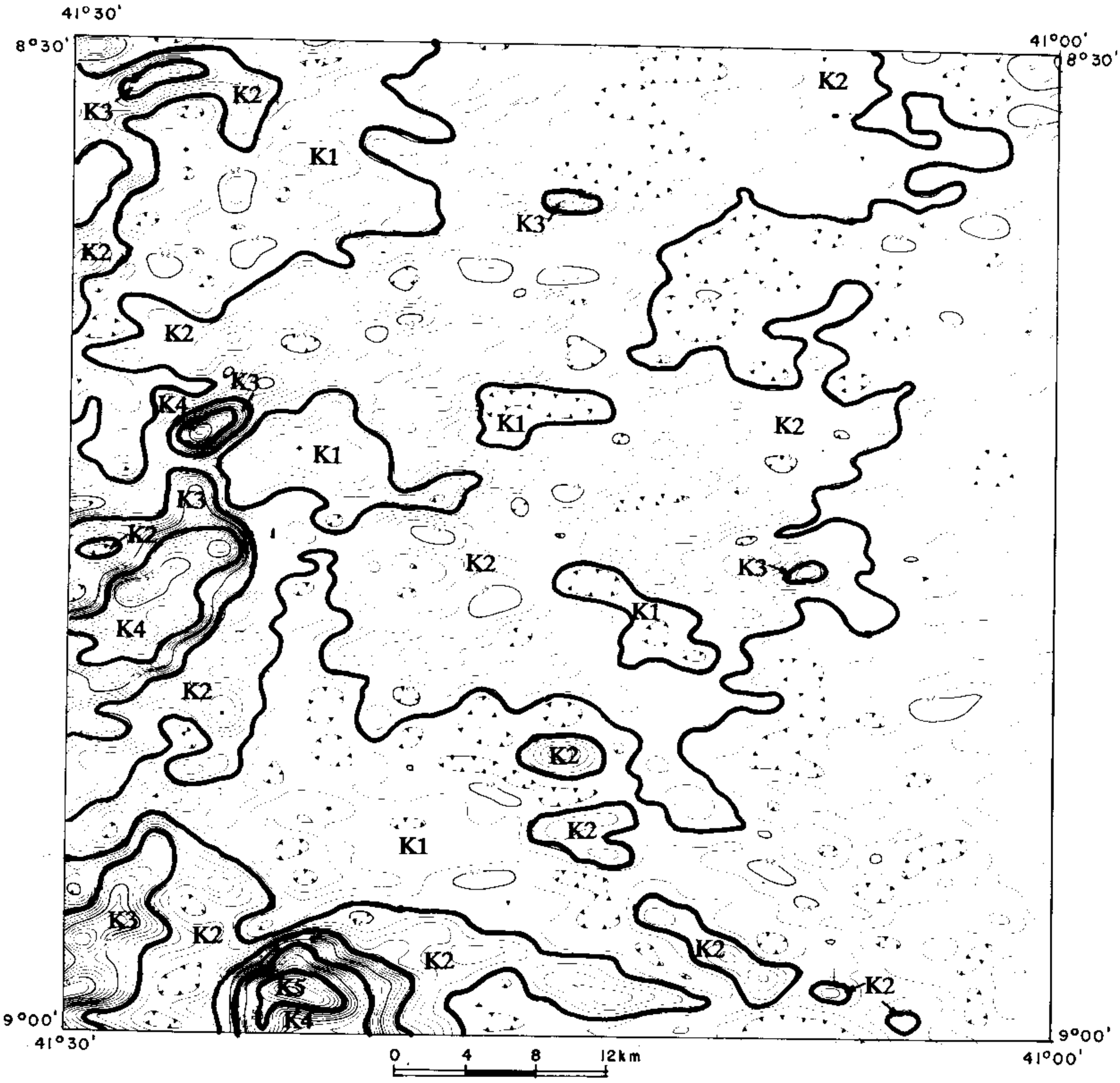
Subunidade Gnáissico-Xistosa [A(T)gnxt] – Os gnaisses e xistos que constituem essa unidade incluem-se nas unidades radiométricas R1, R2 e K2. Estão melhor representadas pelo canal de potássio.

Complexo Casa Nova – As rochas desse complexo ocorrem dentro das unidades radiométricas R1, R2, R3, K1 e K2. As unidades R1 e K1 estão delimitando áreas com abundância de coberturas tércio-quaternárias. Apesar de algumas coberturas não terem sido cartografadas no quadrante NE da folha, devido à sua pouca espessura, a radiometria reflete as suas exposições.

No quadrante NW as unidades R1 e K1 também devem indicar a existência de coberturas recentes de pouca espessura.

As áreas abrangidas pelas unidades radiométricas R2 e K2 devem corresponder aos metassedimentos sem coberturas recentes. No centro da folha ocorre uma faixa de direção E-W, com nível radioativo R3, que está provavelmente delimitando a área de ocorrência de *sheets* de granitóides sintangenciais encaixados nos metassedimentos.

Rochas Plutônicas – O granitóide (PIγ), que ocorre no limite norte da folha, não apresenta contraste radiométrico com a encaixante. Por outro lado, o granitóide PIγA, do




Unidades Radiométricas

$K_1$ = < 25 cps
$K_2$ = 25 a 50 cps
$K_3$ = 50 a 100 cps
$K_4$ = 100 a 150 cps
$K_5$ = 150 a 175 cps

Limite de Unidade Radiométrica

**Figura II.5.5** – Mapa de interpretação do canal de potássio.

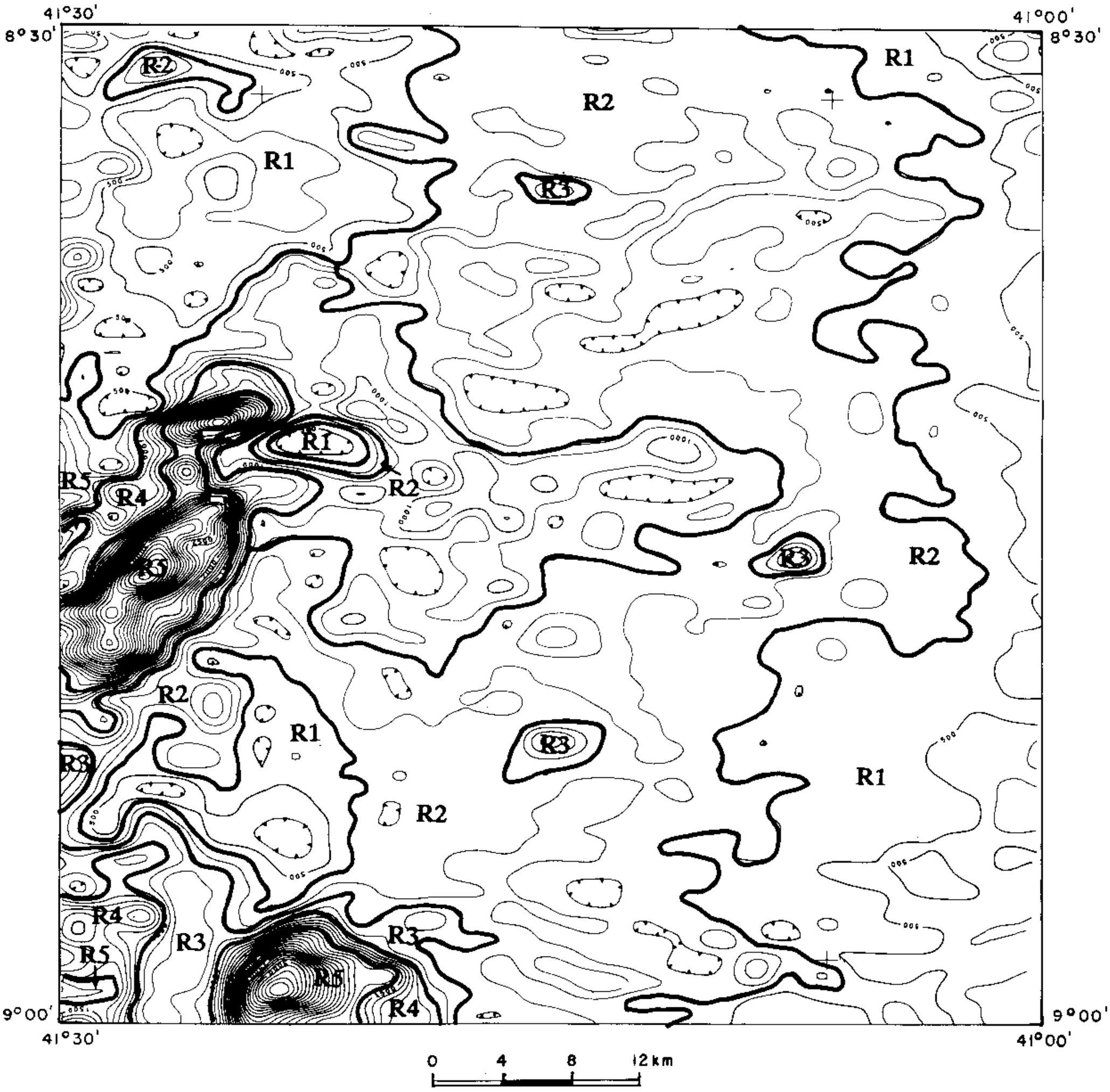



**Figura II.5.6 – Mapa de interpretação do canal de contagem total.**

canto sudoeste da folha, é razoavelmente delimitado pela unidade K3, enquanto na contagem total é delimitado apenas na porção sul pelas unidades R5 e R4, havendo uma diminuição do nível radioativo, nesse canal, para o norte do corpo. Já o granitóide PIγ1A, que ocorre no limite oeste da folha, é bem-delimitado pelas unidades R5 e K4. Existe ainda um granitóide, PIγA, de menor expressão, ao norte do granitóide PIγ1A, que apresenta as mesmas características radiométricas desse último (R5 e K4). Aparentemente, esse biotita-granito apresenta um teor maior de potássio que aquele de mesmo tipo ocorrente no sudoeste. Tais características também se repetem nas cartas dos canais de tório e urânio.

Coberturas Tércio-Quaternárias – As coberturas recentes estão representadas pelos níveis radioativos mais baixos, R1 e K1.

Finalmente, a sul da mina Massapê, sobre os metassedimentos do Complexo Casa Nova, ocorre uma pequena área delimitada pelas unidades radiométricas R3 e K3, que corresponde a uma rocha intermediária não-cartografada devido à sua pequena exposição; a radiometria possivelmente estaria delimitando a ocorrência de solo intemperizado *in situ* sobre essa rocha.

### 5.3.3 Geofísica terrestre

Visando a subsidiar as interpretações gravimétricas e magnetométricas, foram feitas medidas de susceptibilidade magnética (K) em 48 amostras e determinação de densidade em 23, representantes dos litótipos selecionados da área de influência dos perfis A-B, C-D, E-F, G-H, I-J e L-M (figura II.5.1). Os valores referentes a algumas amostras encontra-se na tabela II.5.1.

Ela foi organizada com os valores de susceptibilidade em ordem crescente. As medidas de K menores que $100^{10-6}$ e.m.u. correspondem a 96% do total, compreendendo diversos litótipos. Dentre estes, 10 são menores que $10^{10-6}$ e.m.u, 21 estão entre $10^{10-6}$ e.m.u. e $20^{10-6}$ e.m.u., e 15 entre $20^{10-6}$ e.m.u. e $50^{10-6}$ e.m.u.

Somente dois valores acima de $100^{10-6}$ e.m.u. foram encontrados nas amostras, correspondendo às de números JP-074 (156 E-6) e JP-162 (182E-6).

De uma maneira geral, os valores de susceptibilidade magnética encontrados nas amostras da folha são baixos, o que é refletido pelo padrão geral da carta aerogeofísica (figura II.5.3), caracterizado por relevo magnético bem suave.

As exceções são anomalias com relevo magnético médio, alongadas, associadas a feições lineares com direção geral NE/SW, relacionadas a litótipos da Unidade Vulcanossedimentar Monte Orebe e da Unidade Gnáissica [A(T)ogn].

Com relação a gravimetria, as amostras analisadas não apresentaram grandes variações nos valores determinados (tabela II.5.1), sendo coerente com as características petrográficas dos litótipos selecionados.

Tabela II.5.1 – Relação de Susceptibilidade Magnética e Densidade

| Amostra | Susceptibilidade Magnética x $10^{-6}$ (e.m.u.) | Densidade (g/cm$^3$) | Litótipo |
|---|---|---|---|
| JP–114 | 3,0 | – | Metaquartzodiorito |
| JP–208 | 3,0 | – | Quartzito |
| JP–127 | 3,0 | 2,62 | Gnáisse félsico |
| JP–071 | 6,0 | 2,69 | Calcário |
| JP–121 | 6,0 | – | Metamonzogranito |
| TS–190 | 6,0 | 2,61 | Biotita-granito |
| JP–094 | 10,0 | 2,66 | Muscovita-granito |
| JP–068 | 10,0 | 2,66 | Sericita-quartzito |
| JP–080 | 10,0 | 2,60 | Biotita-granito |
| JP–105 | 10,0 | 2,64 | Biotita-muscovita-gnaisse |
| JP–075 | 12,0 | 2,65 | Granito a duas micas |
| JP–119 | 12,0 | 2,68 | Muscovita-quartzito |
| JP–140 | 12,0 | – | Granito gráfico |
| JA–142 | 12,0 | – | Biotita-ortognaisse |
| JP–193 | 12,0 | 2,63 | Muscovita-granada-xisto |
| TS–200 | 12,0 | 2,66 | Sericita-granada-xisto |
| JP–036 | 16,0 | – | Quartzo-biotita-xisto |
| JP–084 | 16,0 | – | Muscovita-biotita-gnaisse com granada |
| JP–089 | 16,0 | – | Granada-biotita-gnaisse com turmalina |
| TS–231 | 16,0 | – | Granada-biotita-xisto |
| JP–144 | 16,0 | 2,65 | muscovita-gnaisse |
| JP–100 | 19,0 | – | Granada-biotita-quartzoxisto-feldspático |
| JP–116 | 19,0 | – | Xisto |
| JP–151 | 10,0 | – | Biotita-xisto-granatífero |
| TS–017 | 19,0 | – | Quartzo-sericita-granada-cloritaxisto |
| JP–067 | 19,0 | 2,98 | Granada-muscovita-biotita-xisto |
| JP–072 | 19,0 | 2,70 | Carbonato-micaquartzoxisto |
| JP–168 | 19,0 | 2,72 | Granada-cordierita-quartzo-muscovita-biotita-xisto |
| TS–189B | 19,0 | 2,72 | Biotita-granito |
| TS–199 | 19,0 | 2,76 | Muscovita-biotita-xisto |
| TS–298 | 19,0 | 2,71 | Félsico |
| JP–154 | 22,0 | – | Xisto |
| TS–170 | 22,0 | – | Granada-muscovita-biotita-quartzoxisto |
| AV–016 | 22,0 | – | Clorita-biotita-xisto |
| FG–002A | 22,0 | – | |
| JP–069 | 22,0 | 2,82 | Granada-biotita-gnaisse |
| JP–128 | 22,0 | 2,79 | Granada-biotita-gnaisse |
| JP–073 | 25,0 | – | Sericita-quartzoxisto |
| TS–317 | 25,0 | – | Muscovita-cordierita-biotita-xisto com granada |
| AV–004 | 25,0 | – | Biotita-muscovita-xisto granatífero |
| JP–204 | 25,0 | 2,93 | Biotita-sericita-granada-xisto |
| JP–082 | 29,0 | – | Gnáisse |
| JP–118 | 29,0 | – | Granada-biotita-musovita xisto |
| TS–229 | 29,0 | 2,77 | Granada-biotita-xisto |
| JP–132 | 32,0 | – | Biotita-muscovita-xisto-granada |
| JP–184 | 32,0 | – | Quartzo-biotita-muscovita-xisto |
| JP–074 | 156,0 | 2,59 | Granito foliado |
| | 182,0 | 2,61 | Leucogranito. |

A média das 23 amostras selecionadas foi de 2,70g/cm$^3$. Os valores de densidade apresentaram medidas situadas entre 2,59g/cm$^3$ a 2,98g/cm$^3$.

O maior valor determinado foi o correspondente à amostra JP-067, com um valor de 2,98g/cm$^3$, tratando-se de um granada-moscovita-biotita- xisto.

### 5.3.3.1 Perfis geofísicos regionais

**Perfil gravimétrico**

Para a interpretação e modelagem 2D 1/2 do perfil gravimétrico (linha A-B, figura II.5.1), os dados geológicos de superfície foram fixados em suas feições principais, existindo alguma divergência quanto à largura das unidades em função da não-retilinearidade do perfil. Esse procedimento elimina parte da ambigüidade do método. Obviamente, apenas aquelas unidades com representação em largura e espessura, portanto capazes de gerarem contraste de densidade, produzem feições anômalas.

A densidade média de crosta superior na região foi definida em 2,70g/cm$^3$ a partir da determinação da densidade de 95 amostras das folhas Afrânio e Barra do Bonito (tabela II.5.1). Do total de determinações, foram desprezadas 09, por serem consideradas excessivamente anômalas e por representarem litologias muito localizadas. Essa determinação diminui ainda mais a possibilidade de ambigüidade inerente ao processo de modelagem, sobretudo no que diz respeito à espessura das unidades.

Deve ficar esclarecido que o método gravimétrico reflete apenas mudanças de densidades e que na operação de modelagem é definida mediante um método de inversão, através das formas dos corpos geológicos contrastantes. A qualidade dos resultados é aferida pelo ajuste entre os perfis observado e calculado e pelo grau de coerência geológica do modelo obtido.

Este perfil (figura II.5.7) está posicionado no flanco de uma anomalia gravimétrica regional, que é caracterizada por um alto Bouguer sobre litologias do Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal e um baixo sobre os litótipos do Cráton do São Francisco. Essa anomalia está associada com processos tectônicos que envolveram a crosta como um todo (Oliveira, 1990) ou pelo menos na sua porção superior (Usami et al., 1990) e pode caracterizar a existência de uma geossutura produzida por processos de convergência e colisão de dois blocos litosféricos.

Pelos motivos acima mencionados, o regional escolhido para a modelagem do perfil apresenta tendência de caimento para o sudeste e, como ele representa apenas uma parte da anomalia regional, suas feições caracterizadas por oscilações de pequeno comprimento de onda (5 a 10km) e pequena amplitude (em média 5mgal), representam alterações de densidade do nível de crosta rasa; por esse motivo, o modelo crustal apresentado atinge até o máximo de 10km de profundidade. Deve ser então esclarecido que, segundo essa interpretação, o gradiente positivo do perfil para noroeste não é resultante de um afinamento crustal progressivo nessa direção, mas é produzido pelo crescimento da densidade no interior do bloco que contém o Riacho do Pontal. Esse crescimento de densidade pode ser explicado por: a) soerguimento de níveis crustais profundos, como, por exemplo, o maciço de Paulistana e b) presença de rochas básicas em abundância, como é o caso da Unidade Monte Orebe.

A partir do modelo obtido, foi feita uma interpretação da seção geológica da crosta até a profundidade de 10km.

As rochas plutônicas PIγA, com densidade em torno 2,60g/cm$^3$, apresentam formas que sugerem um posicionamento forçado do tipo intrusivo com formação de diapiros, cuja raiz atinge profundidade máxima de 2,5km e o topo está seccionado pela superfície do terreno.

O Complexo Casa Nova, que aflora no noroeste do perfil, apresenta, segundo o modelo ajustado, um contato em ângulo baixo com a Unidade Inferior. Essa interface aprofunda-se suavemente para noroeste, atingindo 3,5km de profundidade no fim do perfil, nas proximidades da fazenda Mucambo (Folha Barra do Bonito). Em termos descritivos, esse complexo possui a forma de escamas, que correspondem a prováveis rampas, produzidas por um ciclo tectônico cuja vergência está para sudeste. No outro extremo do perfil, nas proximidades do povoado de Ouricuri (Folha Afrânio), o Complexo Casa Nova possui estruturação contrária à descrita; provavelmente em função do soerguimento do embasamento resultante de dobramentos antiformes. Esses dobramentos, ao deformarem a crosta superior, produziram nesse local e nas supracrustais uma estrutura centrípeta que talvez não corresponda ao seu real posicionamento durante o evento tectônico que gerou as rampas.

As rochas classificadas como embasamento das supracrustais do proterozóico inferior apresentam dois comportamentos gravimétricos distintos: a) densidade maior que a média da crosta superior e b) densidade menor que a média da crosta superior.

As rochas mais densas (2,71g/cm$^3$) estão identificadas pela cartografia como gnaisses arqueanos [A(T)ogn e A(T)gngr]. Essa densidade mais alta deve corresponder, se não no nível de cartografia na escala 1:100.000, pelo menos em caráter vestigial, à presença de rochas básicas como herança de uma crosta antiga que foi quase totalmente diferenciada e granitizada. Os gnaisses referidos dominam em abundância na crosta superior dessa região.

As rochas menos densas são de dois tipos: a) subunidade metavulcanossedimentar arqueana [A(T)gn x t] com densidade de 2,63g/cm$^3$ e b) ortognaisses [A(T)ogn] que afloram no extremo sudeste do perfil, também com densidade de 2,63g/cm$^3$. As supracrustais arqueanas estão posicionadas em calhas e, segundo a seção da modelagem, sua raiz atinge, no local do perfil, uma profundidade de 4km. Os ortognaisses referidos são em termos

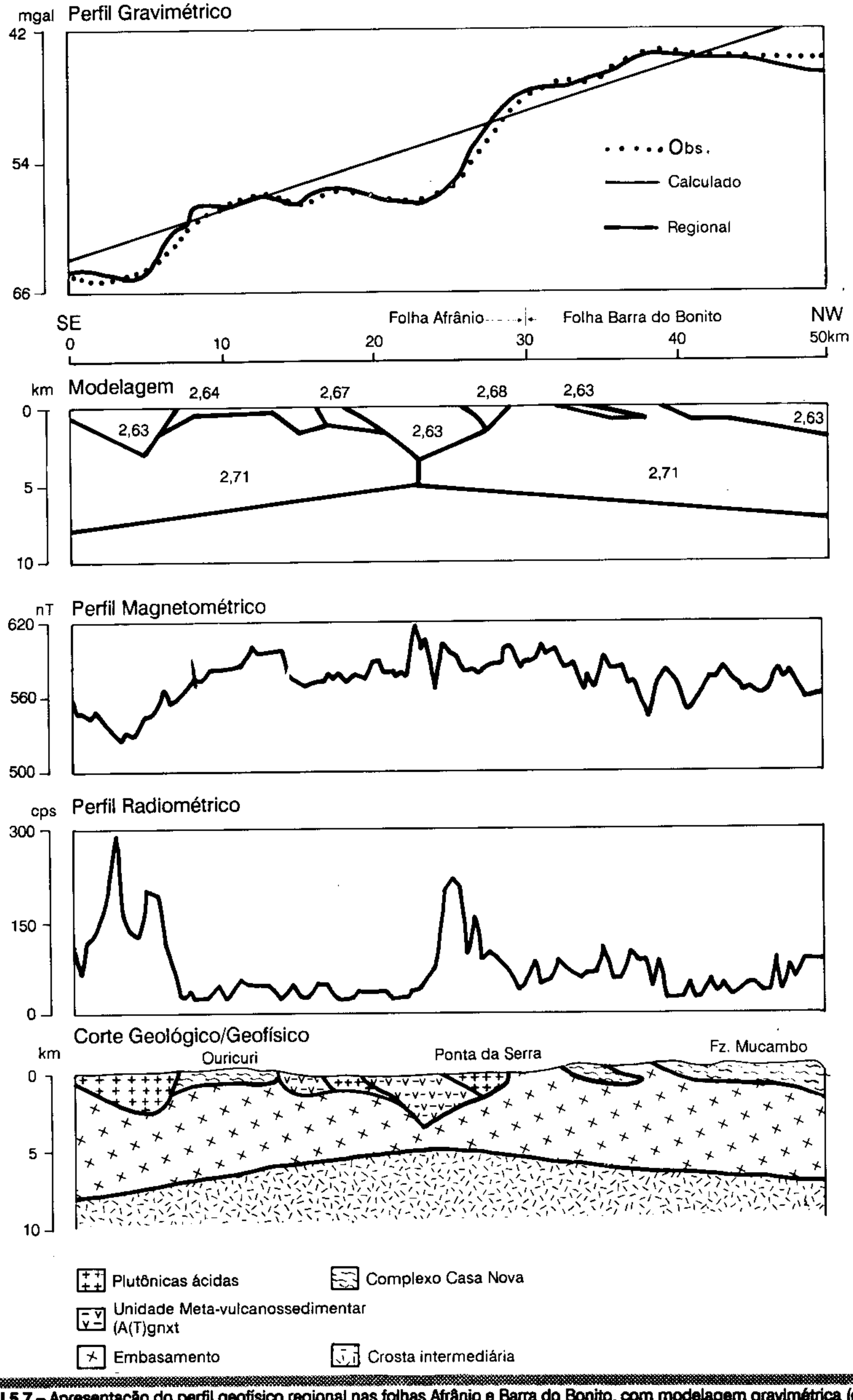



**Figura II.5.7 – Apresentação do perfil geofísico regional nas folhas Afrânio e Barra do Bonito, com modelagem gravimétrica (dens. em g/m$^3$) e com corte geológico/geofísico interpretado.**

gravimétricos, distintos das litologias com a mesma denominação que são atravessadas pelo perfil. A anomalia produzida pelo ortognaisse é típica de plutônica ácida e, segundo a seção obtida na modelagem, aprofunda-se na Unidade Inferior possuindo, portanto, uma raiz. Pelas razões acima explicitadas, é provável que se trate de uma rocha intrusiva na unidade inferior e, portanto, mais jovem que esta.

**Perfil magnetométrico**

Esse perfil (figura II.5.7) corresponde à mesma posição do perfil gravimétrico (figura II.5.1). Ele é caracterizado sobretudo pela presença de anomalias de pequeno comprimento de onda e amplitudes que variam de 50 a 300nT. Não ocorre variação regional importante, sendo isso uma indicação de que não existe estrutura crustal profunda que

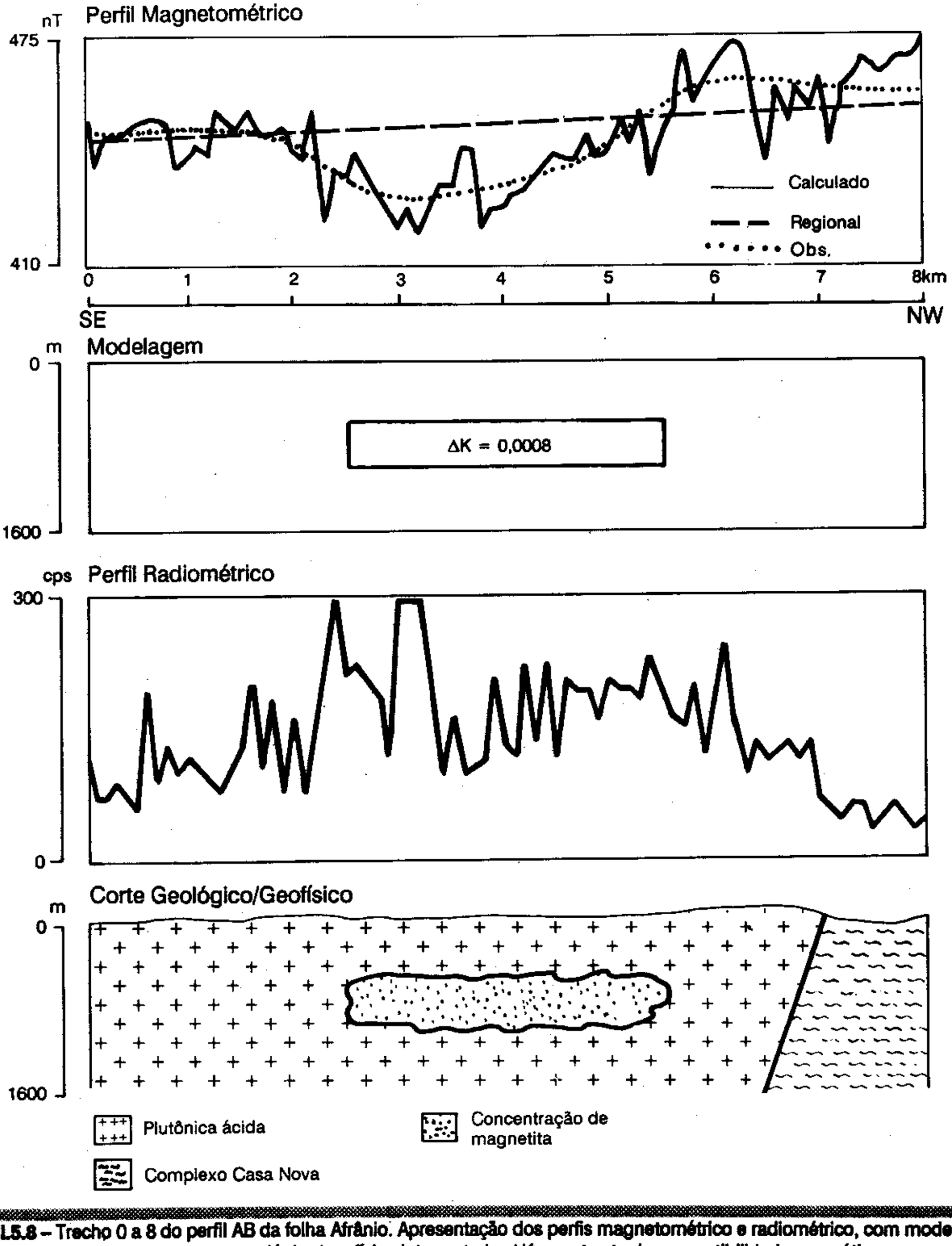



**Figura II.5.8** – Trecho 0 a 8 do perfil AB da folha Afrânio. Apresentação dos perfis magnetométrico e radiométrico, com modelagem do magnetométrico e com corte geológico/geofísico interpretado. ΔK – contraste de susceptibilidade magnética em e.m.u.

seja magneticamente significativa. A maioria das feições magnéticas está associada com a presença de corpos tabulares estreitos (100m) que correspondem, segundo a interpretação geológica, a diques introduzidos na unidade inferior e nas zonas de cisalhamento, ou níveis vulcânicos com provável magnetismo remanescente no interior das supracrustais arqueanas [AT)gnxt]. A ausência de uma estrutura magnética regional impede que seja executada uma modelagem coerente para o perfil completo; por esse motivo, foram escolhidos dois trechos geologicamente significativos para a execução da modelagem de anomalias associadas com feições litológicas localizadas, rasas ou superficiais.

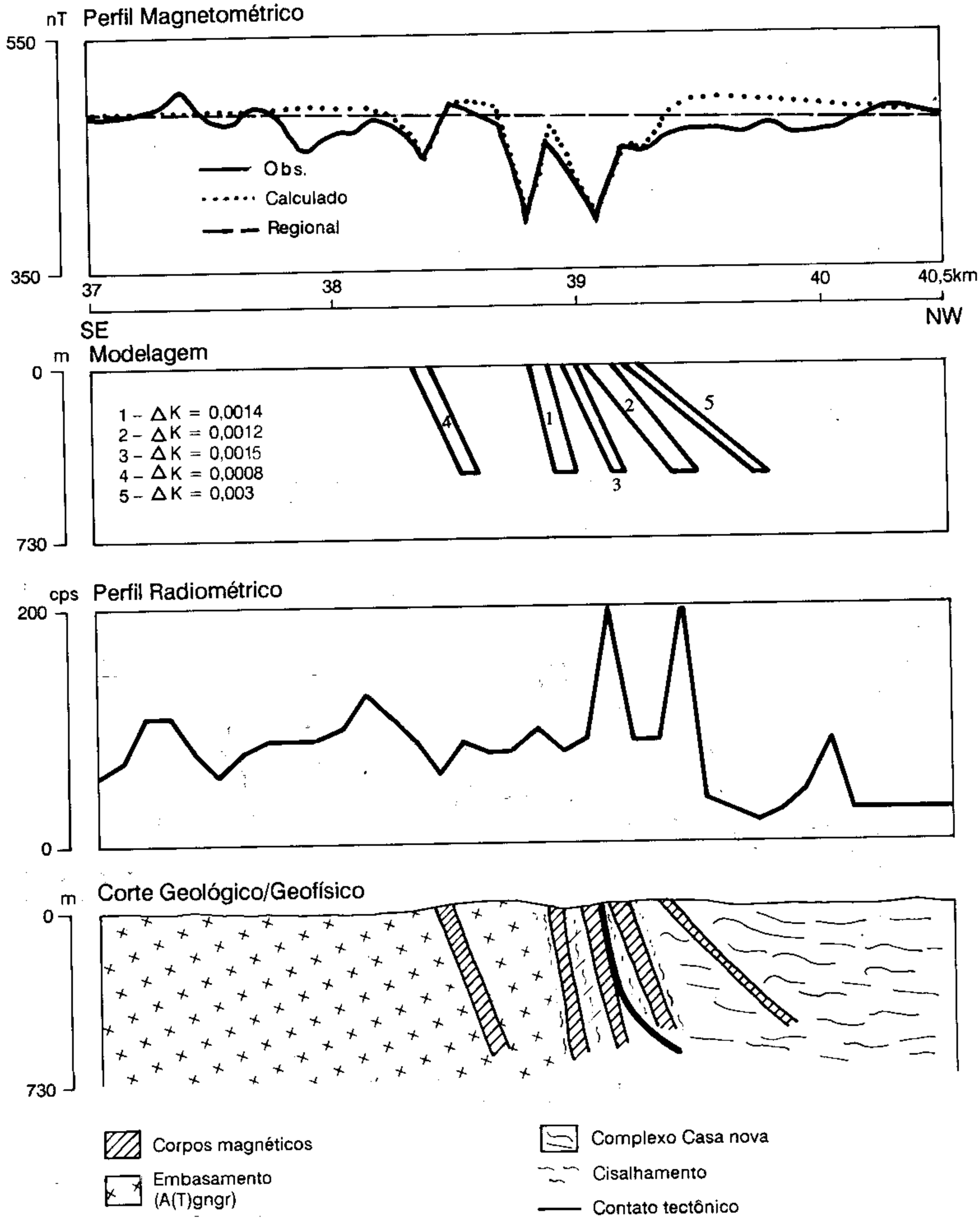
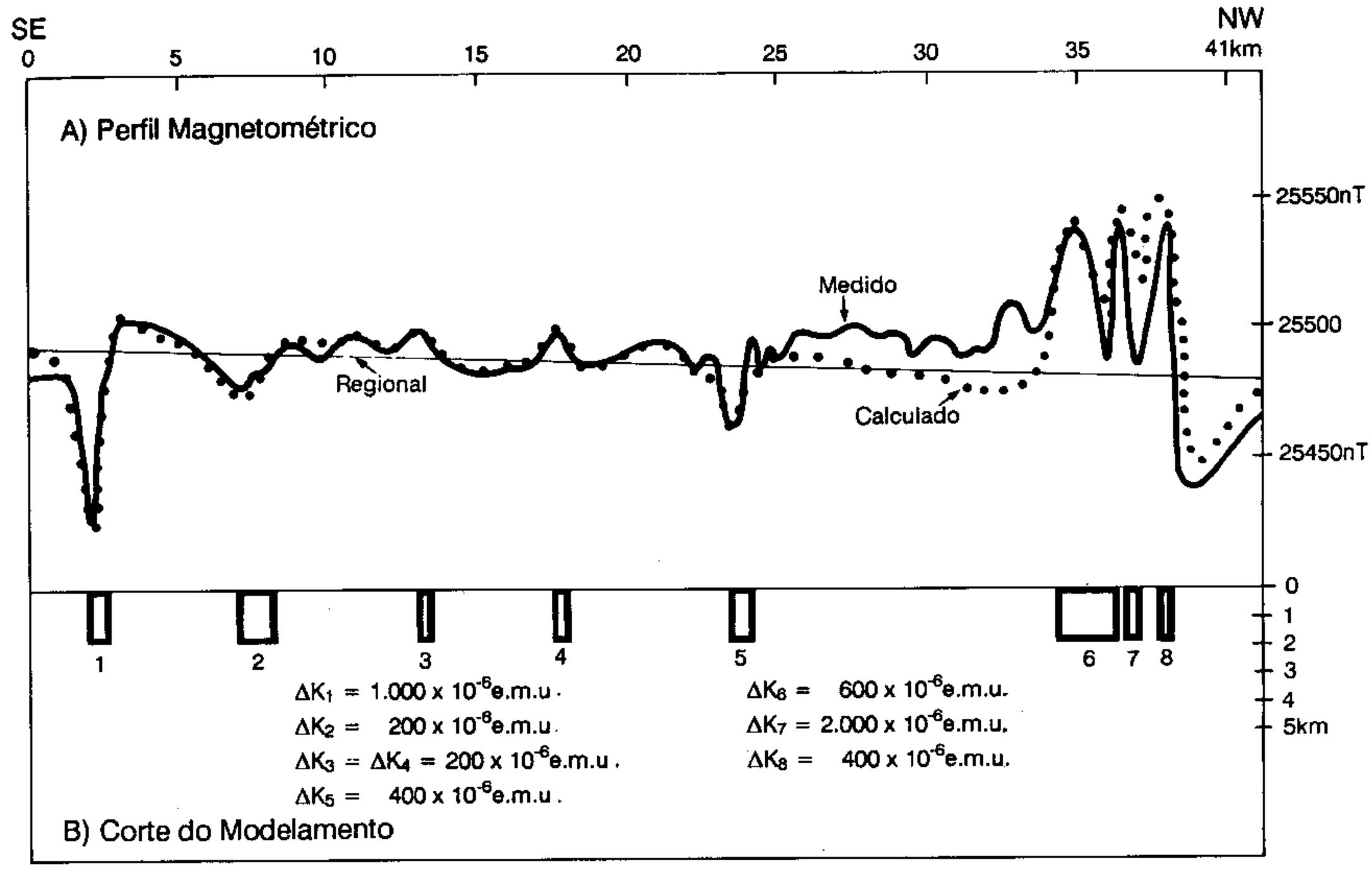
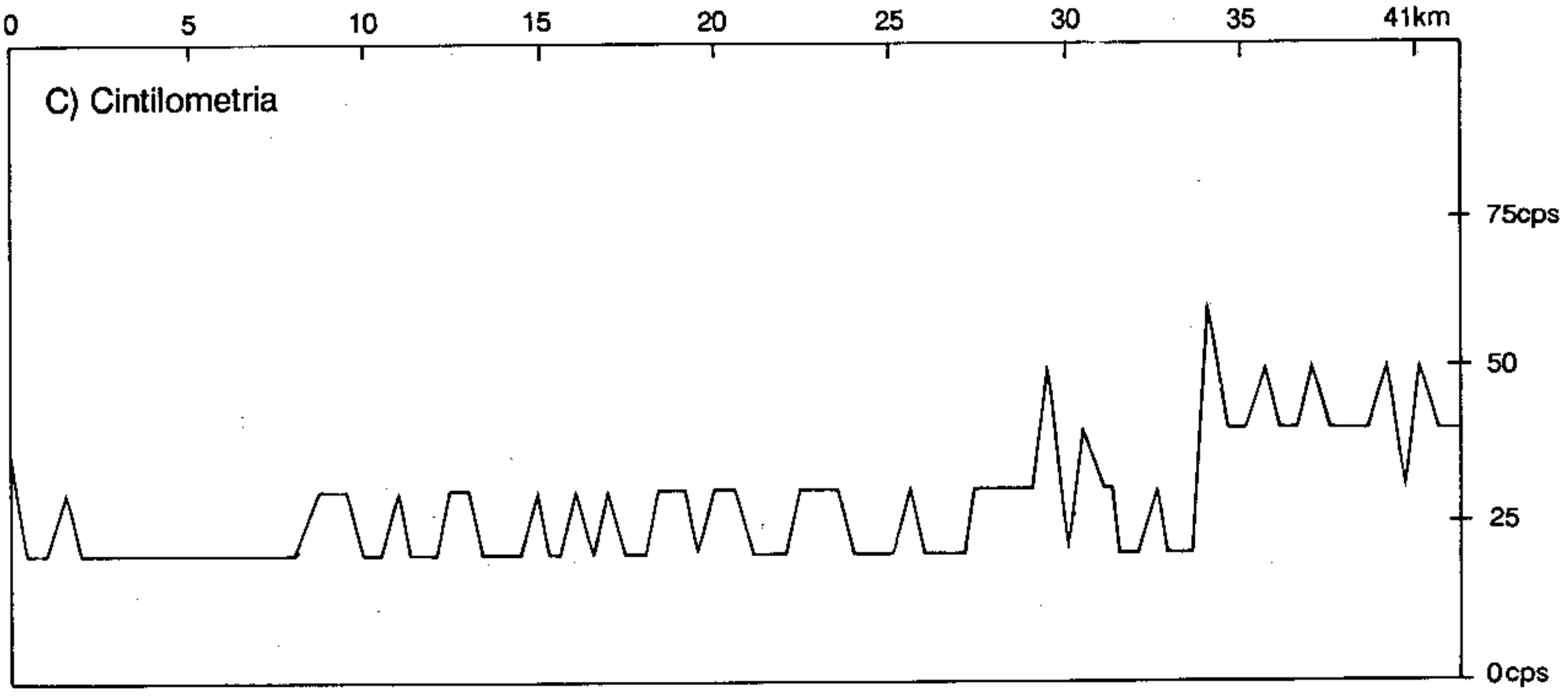



**Figura II.5.9 – Trecho 37 a 40,5 do perfil geofísico regional das folhas Afrânio e Barra do Bonito. Este trecho ocorre na folha Barra do Bonito. É apresentada a modelagem do perfil magnetométrico e o corte geológico/geofísico interpretado. ΔK – contraste de susceptibilidade magnética em e.m.u.**



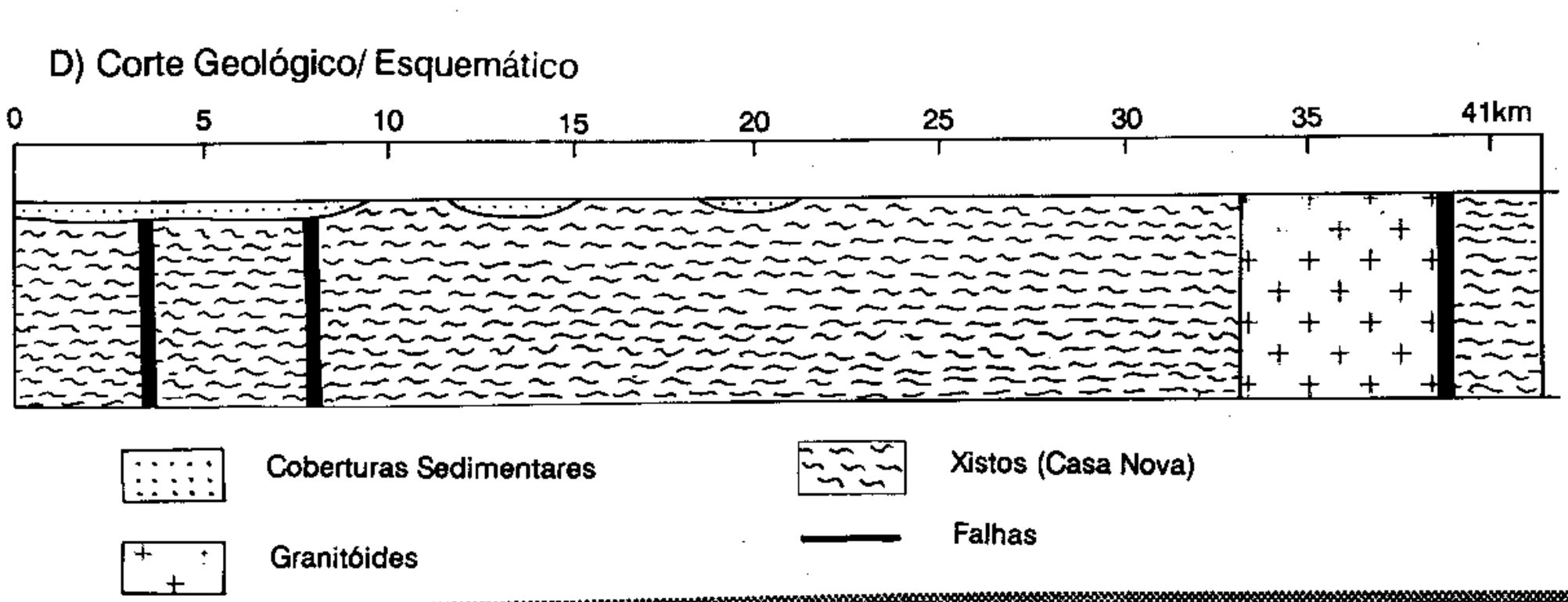




**Figura IL5.10 – Interpretação geofísica integrada – perfil CD (estações ) a 41km).**

**Perfil radiométrico**

Esse perfil caracteriza com bastante precisão a presença das plutônicas ácidas e o contato entre o embasamento e o Complexo Casa Nova no extremo noroeste do perfil (figura II.5.7).

O nível radiométrico das supracrustais e do embasamento tem uma média de 40cps, constituindo esse valor o *background* do perfil. O granitóide PIγ1A que aflora em torno do povoado de Ponta da Serra e o ortognaisse [A(T)ogn] que ocorre no extremo-sudeste têm os seus contatos bem-delimitados por anomalias radiométricas que atingem valores superiores a 200cps. Comportamento semelhante tem a zona de cisalhamento no contato entre o Complexo Casa Nova e o seu embasamento na Folha Barra do Bonito.

Ao contrário do que era esperado, o granitóide que ocorre intrusivo na subunidade metavulcanossedimentar [A(T)gnxt] não apresenta níveis radiométricos significativos.

### 5.3.3.2 Perfis magnetométricos e radiométricos de detalhe

Trecho de 0 a 8: neste trecho (figura II.5.8) ocorre a anomalia de maior comprimento de onda do perfil, tendo, porém, pequena amplitude (75nT). Essa anomalia ocorre sobre rochas mapeadas como gnaisses arqueanos [A(T)ogn] no extremo-sudeste do perfil. As características gravimétricas, magnéticas e cintilométricas (figura II.5.7) indicam que essa rocha é uma plutônica ácida com magnetita. A modelagem (figura II.5.8) definiu como causadora principal da anomalia uma concentração de magnetita que ocorre na profundidade de 700m. O perfil calculado é na realidade uma suavização do perfil observado, indicando com isso que a presença de magnetita também ocorre na superfície, porém em menor quantidade sendo, por esse motivo, o ortognaisse magneticamente heterogêneo. O contraste de susceptibilidade obtido para a concentração principal demonstra que o volume de magnetita em relação a sua hospedeira é muito pequeno.

Trecho de 37 a 40,5: localiza-se no contato da unidade inferior [A(T)gngr] com o Complexo Casa Nova (figura II.5.9) na Folha Barra do Bonito. Esse contato é marcado pela presença de anomalias estreitas com amplitude de até 100nT. A modelagem (figura II.5.9) demonstra que essas anomalias são produzidas por corpos tabulares com largura de 50 a 100m, com mergulho variando de 40 a 80° no sentido noroeste. Esses corpos estão correlacionados com uma provável zona de cisalhamento no contato entre a unidade inferior e as supracrustais. Eles podem representar faixas onde ocorrem maior concentração de minerais magnéticos ou diques básicos.

### 5.3.3.3 Perfil C-D – magnetometria e cintilometria

O perfil desenvolve-se entre as estações 0 e 41km do perfil C-D (figura II.5.10), com direção aproximada sudeste-noroeste, atravessando o domínio das coberturas lateríticas (TQ/la) e litótipos do Complexo Casa Nova (PImc) e (PImcqt).

O trecho inicial do perfil, entre as estações 0 e 8km, atravessa coberturas tércio-quaternárias com anomalias representadas pelos corpos 1 e 2, tendo amplitudes de 80 e 20nT e contraste de susceptibilidade $\delta K1 = 1.000^{10\text{-}6}$ e $\delta K2 = 200^{10\text{-}6}$ e.m.u. respectivamente, sendo provavelmente causadas pela presença de corpos de natureza básico-ultrabásica, associados aos litótipos do complexo Casa Nova (figura II.5.10), ou formação de magnetita em zonas de falhas.

Entre as estações 8 e 23km, o perfil é relativamente monótono, sendo representado por três corpos estreitos de pequeno contraste de susceptibilidade, o que está coerente com a predominância de litótipos geralmente pouco magnéticos do Complexo Casa Nova (PIxtgv). A partir da estação 23km até o final do perfil, ocorrem mudanças no magnetismo das rochas, resultando em um perfil de relevo magnético movimentado, principalmente depois da estação 35km, onde foram modelados os corpos 6, 7 e 8, que representam mudanças faciológicas no granitóide que ocorre nessa área.

Esse último trecho encontra-se bem-caracterizado no perfil cintilométrico, principalmente depois da estação 34km, onde o *background* aumenta para cerca de 40cps. No trecho anterior, entre as estações 8 e 28km, o *background* é da ordem de 25cps. O trecho do início até a estação 8km, que corresponde às coberturas lateríticas (TQ/la), apresenta os mais baixos valores de radioatividade, em torno de 20cps.

### 5.3.3.4 Perfil E-F – magnetometria e cintilometria

É um perfil com extensão de 37km, com direção sudeste-noroeste, ao longo do perfil E-F (figura. II.5.1), cortando litótipos do Complexo Casa Nova (PImcqt e PImc) e coberturas lateríticas (TQ/la).

O perfil magnetométrico mostra três níveis regionais (figura II.5.11). O primeiro, entre as estações 0 e 14km; o segundo, entre 14 e 30km; e o último, entre 30 e 37km. A diferença entre esses níveis regionais se deve ao posicionamento do perfil paralelo ao gradiente magnético local (trecho entre as estações 0 e 14km), passando depois a normal a um gradiente bem suave (estações 15 a 29km), e ao início de um gradiente magnético bem mais forte (final do perfil). Esse último trecho corresponde à unidade magnética E (norte da folha), descrita na interpretação aerogeofísica (figura II.5.3). Da estação 0 até a 30km, o perfil atravessa xistos a duas micas do Complexo Casa Nova, com intercalações de coberturas tércio-quaternárias, principalmente entre as estações 15 e 23km.

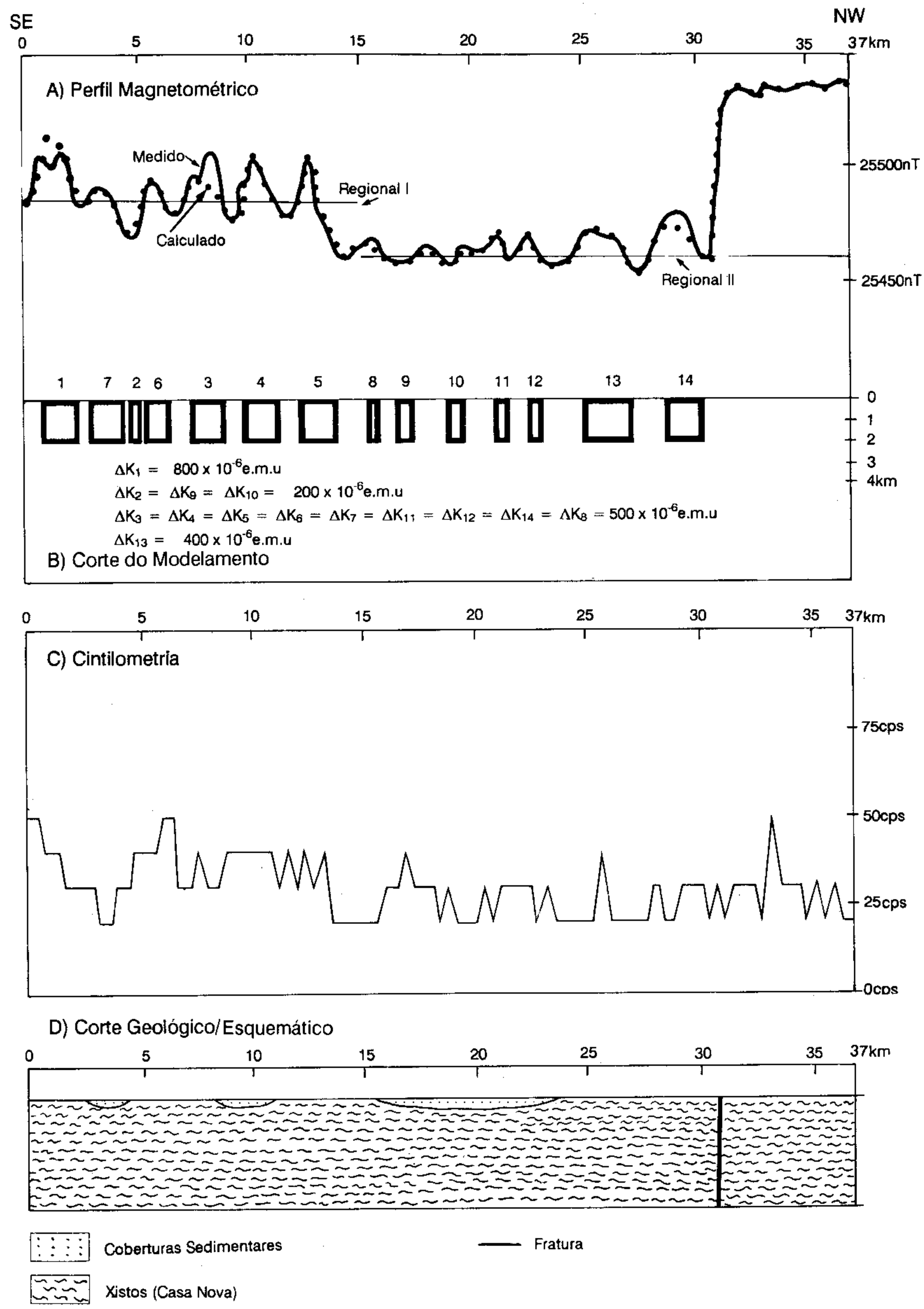



**Figura II.5.11 – Interpretação geofísica integrada – perfil E-F (0 a 37km).**

O perfil cintilométrico registra variações no *background* em trechos que correspondem aproximadamente aos mesmos descritos para a magnetometria. No primeiro trecho entre as estações 0 e 14km, os valores são da ordem de 37cps, enquanto que no restante do perfil, o *background* é de 25cps.

### 5.3.3.5 Perfil G-H – magnetometria e cintilometria

Esse perfil, localizado na porção noroeste da carta, desenvolve-se de sudeste para noroeste, ao longo do perfil G-H, com uma extensão de 11km (figura II.5.1), totalmente no domínio de litótipos do Complexo Casa Nova (PImc).

As amplitudes das anomalias são relativamente pequenas, com exceção da correspondente ao corpo 4, na altura da estação 10km, que tem uma amplitude de 80nT, com um contraste de susceptibilidade $\delta K = 700^{E-6}$ e.m.u. o que reflete uma diferenciação básica local nas litologias do complexo em função da zona de cisalhamento contracional, que coincide aproximadamente com a posição do corpo 4 (figura II 5.12). Os mergulhos dos corpos 2 e 3 para noroeste estão de acordo com a estruturação cartografada. O corpo 1 deve corresponder a uma acumulação local de minerais magnéticos em zona de falha.

O perfil cintilométrico mostra um *background* em torno de 25cps, sendo que, no trecho entre as estações 0 e 6km, ocorrem anomalias com mais freqüência, indicando litologias com radioatividade ligeiramente mais elevada e mais variada. Entre as estações 6 e 10km a radioatividade é menor e mais uniforme.

### 5.3.3.6 - Perfil I-J - Magnetometria e cintilometria

Compreende o intervalo entre as estações 0 e 15km do perfil I-J (figura II.5.1), que atravessa litótipos do complexo Casa Nova (PImc), (PIxtqtxt) e (PIxtca), granitóides (PI$\gamma$) e ortognaisses migmatizados [A(T)gnxt].

Nos primeiros 6km, o perfil magnetométrico corresponde a xistos a duas micas (PImc) (figura II.5.13). Duas anomalias, de amplitudes 50 e 150nT, ocorrem nas proximidades das estações 1 e 4km, modeladas segundo os corpos 1 e 2, representando possíveis intrusões básicas no Complexo Casa Nova. O corpo 2 coincide com a localização da rampa evoluída da zona de cisalhamento contracional que ocorre nessa porção da folha. A anomalia modelada pelo corpo 6 está relacionada à zona de contato dos xistos a duas micas (PImc) com o granitóide (PI$\gamma$).

Outras duas anomalias, de 20 e 80nT, correspondentes aos corpos 3 e 4, provavelmente se devem a maiores concentrações de minerais magnéticos nos litótipos do Complexo Casa Nova (PImc e PIxtqtxt).

O perfil cintilométrico apresenta valores regionais em torno de 25cps, que decaem até a estação 5km sem apresentar variações, indicando que os xistos a duas micas apresentam radioatividade uniforme. A partir da estação 5km, em direção ao noroeste, o perfil inverte a tendência, além de apresentar dois picos de 120cps e 80cps, respectivamente, nas estações 8 e 10km, que coincidem aproximadamente com os corpos 3 e 4, modelados na magnetometria, relacionados ao granitóide que ocorre nessa localidade.

### 5.3.3.7 Perfil L-M – magnetometria e cintilometria

Esse perfil está localizado no extremo-sudoeste da folha, com direção aproximada E-W e extensão de 7km ao longo do perfil L-M (figura II.5.1), cortando biotita-granitos (PI$\gamma$A) e xistos associados a paragnaisses [A(T)gnxt]. O perfil magnético (figura 5.14) é suave, apresentando pequenas anomalias com amplitude entre 10 e 20nT, modeladas segundo os corpos 1, 2, 3, 4 e 5, possivelmente indicando a presença de vários corpos básicos na Subunidade Gnáissico-Xistosa.

O perfil cintilométrico apresenta um background em torno de 60cps, e sugere a existência de variação faciológica nos xistos associados a gnaisses a duas micas [A(T)gnxt].

As principais anomalias cintilométricas foram detectadas nas estações 2,3, 4,4 e 5,1km, com 80cps, representando prováveis concentrações de potássio.

### 5.5.4 Contribuição da geofísica à tectônica da área

A folha Afrânio localiza-se em uma área em que a primeira abordagem geofísica ocorreu no texto explicativo da folha Patos (1989). No referido texto, foi apresentado esboço do mapa Bouguer da região, assinalando as principais zonas de cisalhamento existentes entre as latitudes 7°00'/9°00' e as longitudes 40°00'/42°00'.

Na interpretação dos dados referentes à Folha Patos, a geofísica encontrou algumas evidências no esboço do mapa Bouguer que permitiram levantar a hipótese de que aquele trecho do Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal representa uma sutura proterozóica dos tipos que ligam algumas províncias estruturais no Canadá e em outras regiões do mundo.

A suposição encontra-se suportada nos perfis Bouguer transversais à zona de sutura e no comportamento do relevo magnético das rochas mais superficiais da crosta da área, dados que mostram semelhança com os registros do Canadá, mostrados em um artigo de Gibb et alii (1983).

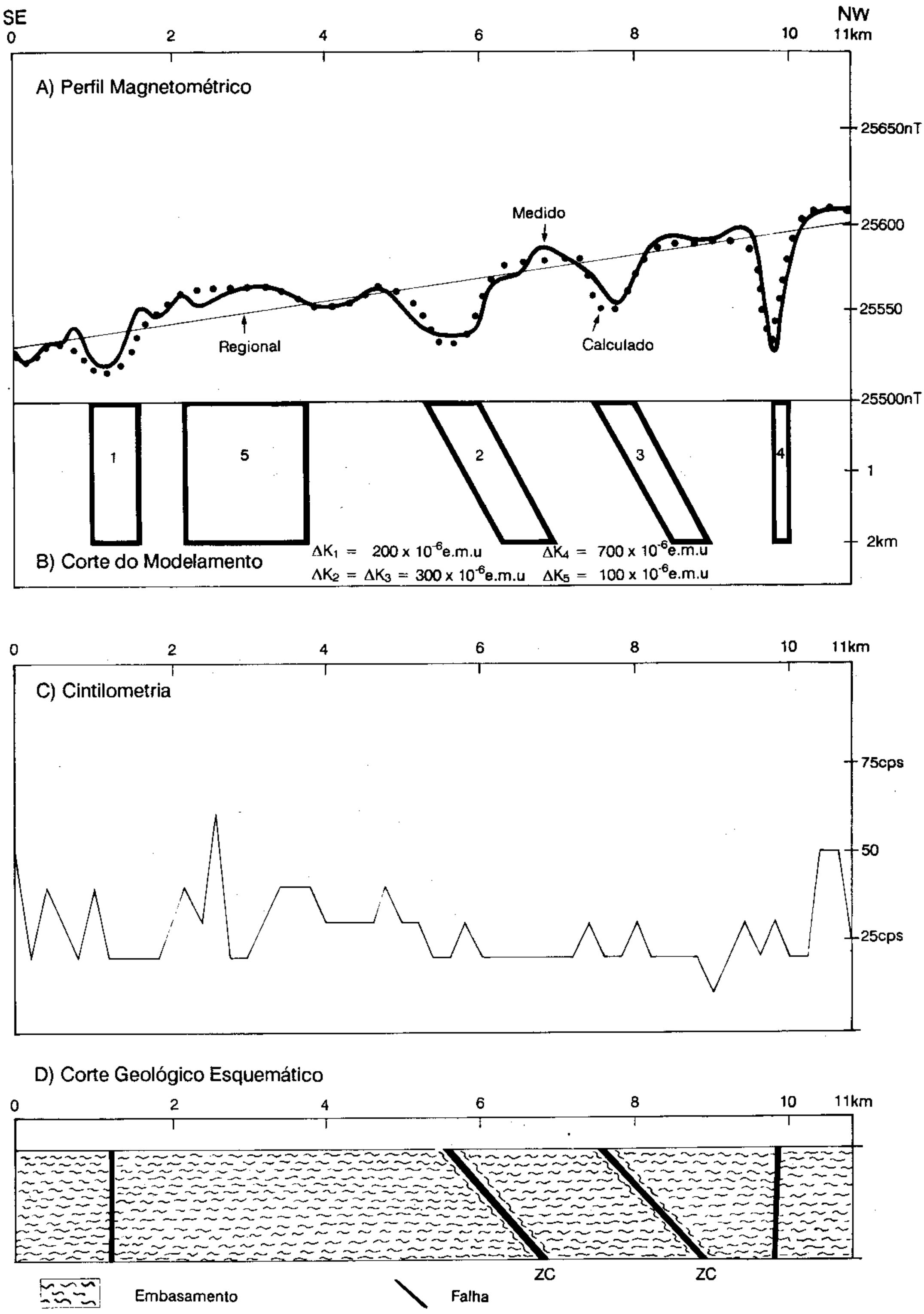
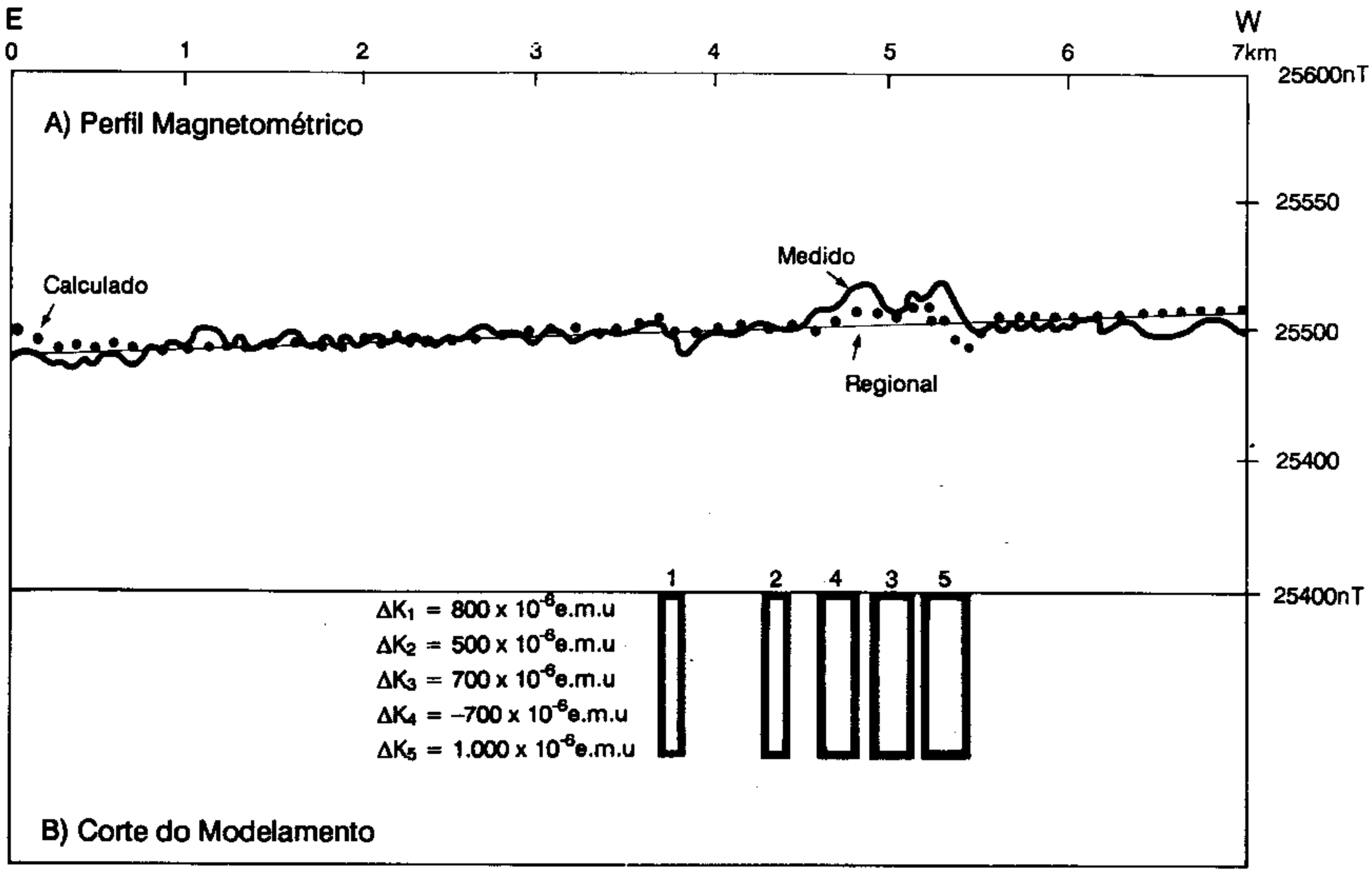
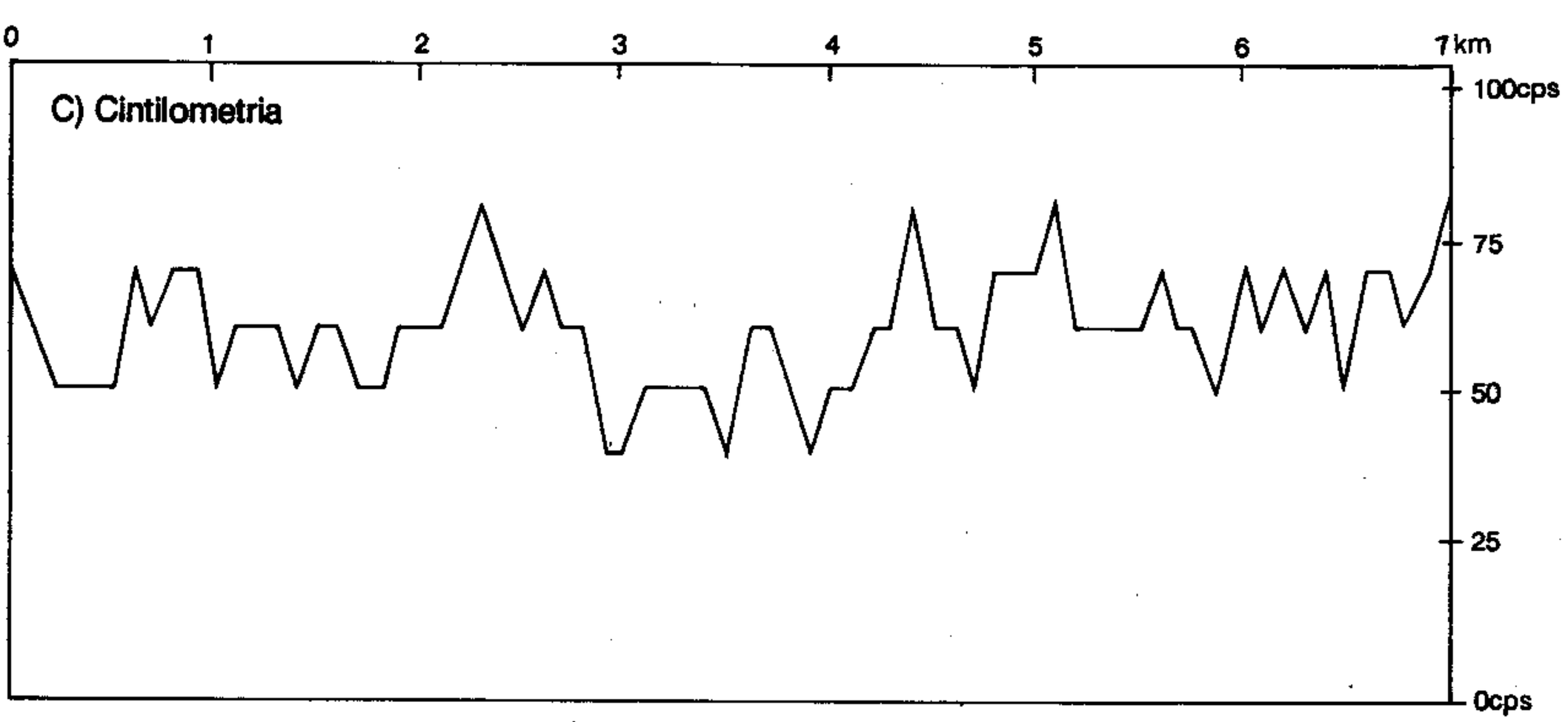



**Figura II.5.12 – Interpretação geofísica integrada – perfil G-H (estações 0 a 11km).**



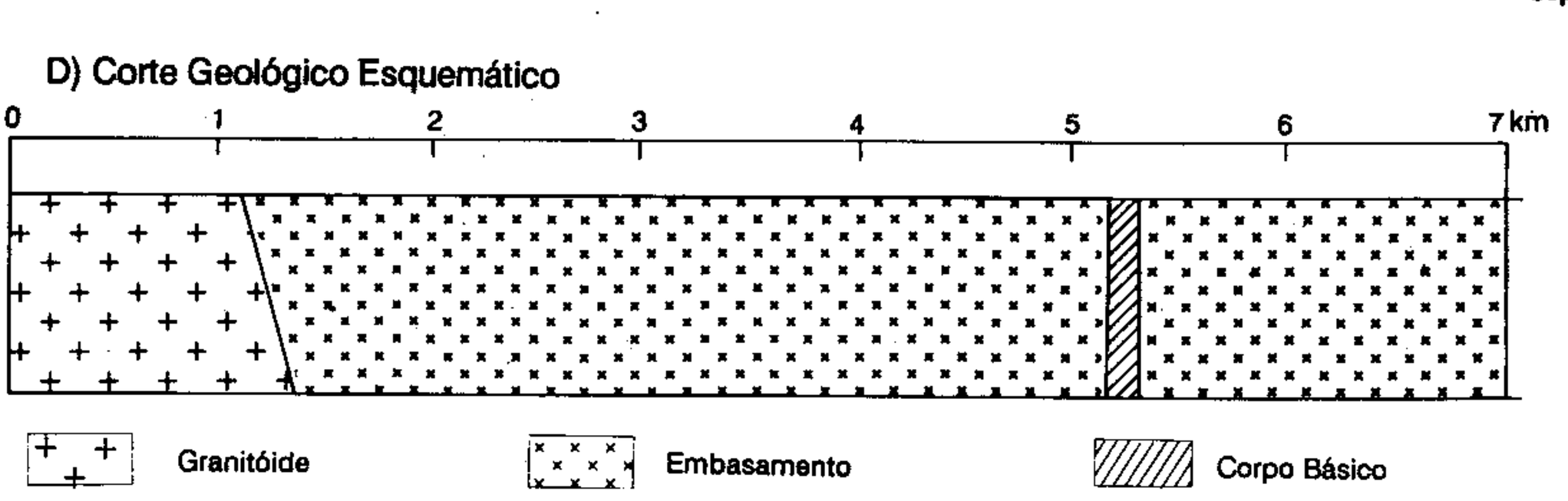




**Figura IL5.13 – Interpretação geofísica integrada – perfil I-J (estações ) a 15km).**

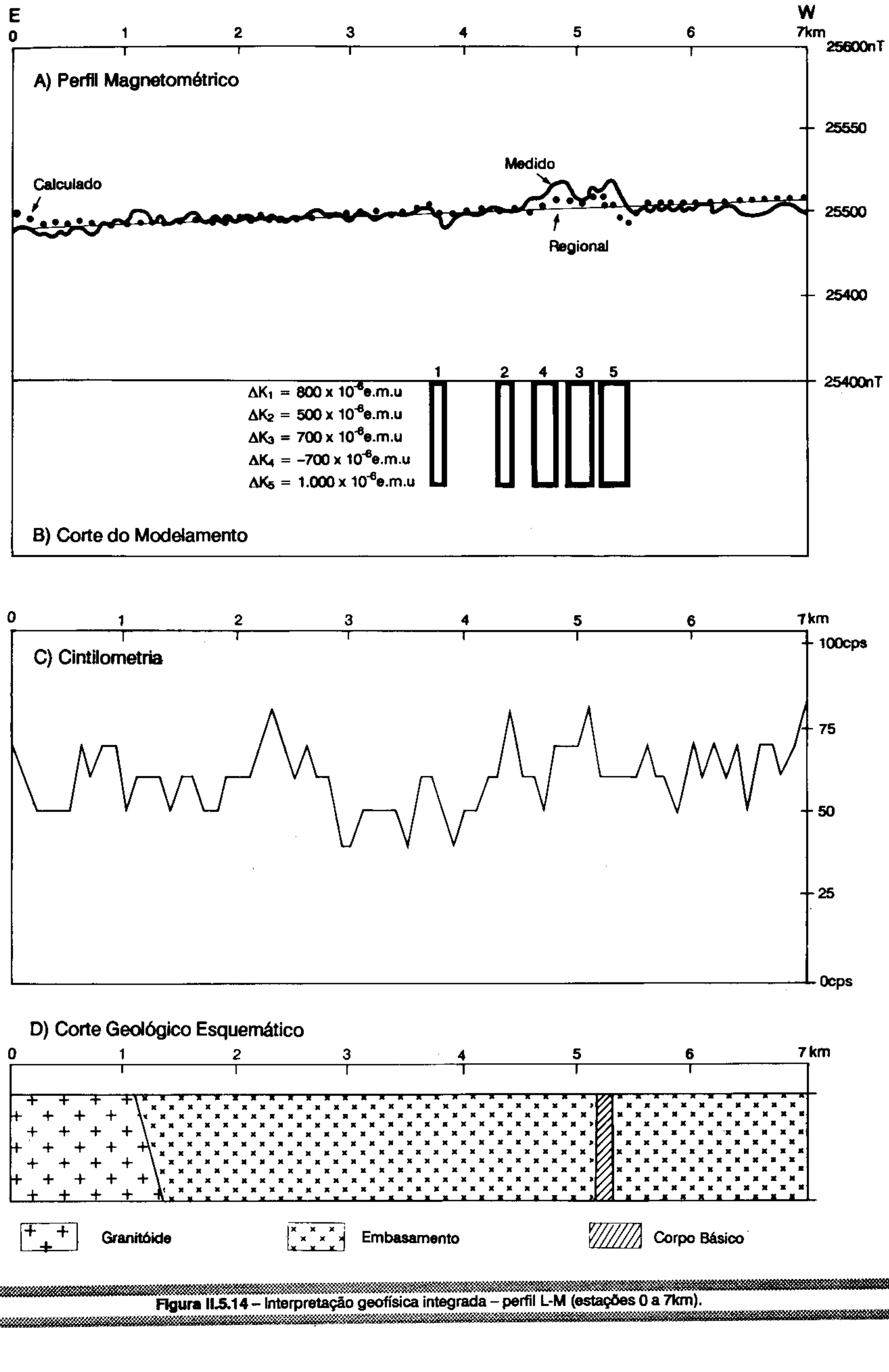



**Figura II.5.14** – Interpretação geofísica integrada – perfil L-M (estações 0 a 7km).

# Capítulo 6
# Metalogenia

*por*
*Antônio Maurílio Vasconcelos e Inácio de Medeiros Delgado*

## 6.1 Considerações preliminares

A preparação da Carta Metalogenética-Previsional é o resultado de um trabalho de integração dos vários ramos da geologia, efetuado conforme o documento "Diretrizes para Representação Cartográfica em Mapas Metalogenético-Previsionais" na escala 1:100.000 do DNPM/CPRM, recentemente elaborado pelo geólogo Inácio de Medeiros Delgado (1987), e ainda em fase de aperfeiçoamento. O principal objetivo dessa carta é a delimitação de áreas favoráveis ou com perspectivas de conter mineralizações, utilizando-se, como base, leis físicas e químicas, que controlam a distribuição de depósitos minerais.

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 plotados em uma base geológica especializada, contendo os principais elementos da tectônica, estrutura, litologia e estratigrafia, possibilitando, através de métodos simples de integração de dados, o reconhecimento das relações entre indícios de mineralizações e os objetos geológicos responsáveis pela edificação das concentrações minerais (metalotectos).

A precisão da Carta Metalogenética-Previsional está na dependência direta do nível das informações disponíveis, tais como o grau de detalhe do levantamento geológico, os trabalhos concernentes à geofísica aérea e terrestre, à prospecção geoquímica, aos estudos petrográfico-petrológicos e ainda as informações obtidas no cadastramento mineral. Nesta folha, foram utilizadas as seguintes informações básicas:

- Carta geológica na escala 1:100.000;
- Carta geoquímica na escala 1:100.000;
- Carta aerocintilométricas na escala 1:100.000;
- Mapa aeromagnetométrico de campo total na escala 1:100.000;
- Modelamento de perfis magnetométricos;
- Estudos petrográficos; e
- Cadastramento de ocorrências minerais.

Os recursos minerais cadastrados, suas encaixantes/hospedeiras, bem como os dados econômicos disponíveis, estão apresentados na tabela II.6.1. Levando-se em conta a ambiência geológica onde as ocorrências cadastradas e os indícios geoquímicos estão situados, foi possível efetuar o tratamento metalogenético, bem como elaborar a tabela II.6.2, onde estão registradas as áreas mineralizadas e/ou prospectivas, suas mineralizações (e indícios) e os seus metalotectos correspondentes.

## 6.2 Panorama metalogenético

A Folha Afrânio apresenta um contexto geológico-geotectônico bastante simples, com cerca de 80% de sua área de abrangência cobertos por metapsamitos e metapelitos do Complexo Casa Nova. No restante da área, ocorrem granitóides relacionados ao ciclo Transamazônico e litótipos da unidade inferior, que têm sua principal área de exposição na porção SW da folha.

Sua potencialidade metalogenética é relativamente diversificada e exibe intrínseca associação com as unidades litostratigráficas identificadas e, algumas vezes, com as zonas de cisalhamento que as seccionam. Com base nos depósitos e/ou ocorrências minerais cadastradas e nas evidências indiretas, tais como anomalias geoquímicas e geofísicas, e dados petrológicos, foram delimitadas áreas para a pesquisa mineral, cujas principais características acham-se resumidas na tabela II.6.2.

Como representantes do embasamento da região foram consideradas as subunidades Gnáissica [A(T)ogn], constituída predominantemente por ortognaisses migmatizados de composição tonalítica e granodiorítica; e a Gnáissico-Xistosa [A(T)gnxt], formada de paragnaisses, xistos, rochas carbonáticas e quartzitos, remanescentes de supracrustais antigas, às quais se associam corpos de rochas máfico-ultramáficas metamorfizadas.

No âmbito dessa unidade, foi delimitada somente uma área mineralizada/previsional potencial (área II), que praticamente abrange toda a área de exposição da Subunidade Gnáissico-Xistosa. Nela, ocorrem zonas geoquimicamente anômalas para Cr, Pb, Ca, Ba e Be, além de

Tabela II.6.1 – Listagem dos Jazimentos Minerais.

| Nº referência | Substância | Local | Rocha Encaixante/Hospedeira | Dados Econômicos |
|---|---|---|---|---|
| 01 | Ferro | Fazenda Coqueiro–BA | Quartzitos e xistos da Unidade Gnáissico-Xistosa | Rinf.: 9.000t |
| 02 | Vermiculita | Fazenda Massapê–PI | Xistos do complexo Casa Nova | Rmed.: 9.467.867t./min. |
| 03 | Calcário | Riacho Sumidouro–PI | Xistos do complexo Casa Nova | – |
| 04 | Calcário | Riacho das Cacimbas–PI | Xistos do complexo Casa Nova | – |
| 05 | Calcário | Serra do Barreiro | Xistos do complexo Casa Nova | – |

Rmed. – Reserva medida.
Rinf. – Reserva inferida.
t./min. – Tonelagem de minério.

Tabela II.6.2 – Discriminação dos Metalotectos.

| Áreas | Mineralizações (Indícios) | Metalotectos | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Comprovados | Prováveis | Possíveis |
| I | Calcário (Cu, Co, Fe, Ca, Ba) | Níveis de calcário. | Horizontes de xistos carbonáticos associados a litótipos do domínio marinho-plataformal do complexo Casa Nova. | – |
| II | (Cr, Cu, Co, Ni, Pb, Fe, B) | – | Associação de rochas máfico-ultramáficas com xistos, gnaisses e quartzitos da unidade Gnáissico-Xistosa (continuação da área IVb da folha Barra do Bonito). | Zonas de cisalhamento associadas ao desenvolvimento de rampas laterais de direção aproximadamente N-S, na parte leste da área, com processos hidrotermais associados. Zonas sulfetadas associadas aos litótipos da unidade Gnáissico-Xistosa. |
| III | (Pb, Zn, Cu, Fe, Mn, Ni) | – | – | Associação de grauvacas e xistos do domínio marinho-profundo do complexo Casa Nova, estruturalmente controladas pela face $D_2$ (zonas de cisalhamento de baixo ângulo?). Zonas sulfetadas e zonas ferromanganesíferas associadas aos litótipos da unidade. |
| IV | (Mn, Fe, Ni, Cu, Co, Ba) | – | – | Estruturalmente controlada (zonas de cisalhamento de baixo ângulo). Zonas de interfácies de áreas de predominância de xistos metagrauvacas do domínio marinho-profundo do complexo Casa Nova. Zonas ferromanganesíferas e sulfetadas (?) associadas a litótipos da unidade |
| V | Vermiculita (Ba, Mg, Ca, Sr) | Corpo de rocha máfico-ultramáfica alcalina intercalada por veios feníticos, pegmatíticos. Zonas de alterações superficiais (vermiculitização da flogopita). Zonas carbonatizadas da rocha máfico-ultramáfica. | Fraturas de extrusão na direção NE-SW. | Anomalias magnéticas dipolares. |
| VI (a,b) | (Cr, Cu, Co, Fe, Ni, Pb) | – | Seqüência vulcanossedimentar da unidade Monte Orebe. | Zonas de cisalhamento de baixo ângulo. Processos de alterações hidrotermais. Zonas de alta intensidade magnética (área VIb). |

indícios geoquímicos pontuais de Cr, Cu, Co, Ni, Fe, Pb e B, em amostras de sedimento de corrente, provavelmente ligados a associações de rochas máfico-ultramáficas com xistos, gnaisses e quartzitos. É possível a existência de zonas sulfetadas associadas a essas rochas máfico-ultramáficas e processos hidrotermais ligados a zonas de cisalhamento, desenvolvidas em rampas laterais de direção aproximadamente N-S.

O Complexo Casa Nova, de provável idade proterozóica inferior, congrega as supracrustais do Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal e foi subdividido em duas grandes unidades:

– Unidade Sedimentar – Engloba litotipos do domínio marinho-plataformal, caracterizado pela predominância de sedimentação terrígena com contribuição carbonática bastante reduzida, e do Domínio Marinho-Profundo, contendo uma sedimentação terrígena turbidítica, com alternância de grauvacas e folhelhos.

Na região de abrangência de litótipos do Domínio Marinho-Plataformal, foi delimitada somente uma área mineralizada/previsional provável (área I), onde são conhecidos níveis pouco espessos de calcário cristalino, intercalados em xistos e quartzoxistos. Ocorrem também indícios geoquímicos de Cu, Co, Fe, Ca e Ba, em amostras de sedimento de corrente, provavelmente ligados a horizontes de xistos carbonáticos.

No contexto do Domínio Marinho-Profundo, foram individualizadas duas áreas mineralizadas/previsionais, ambas enquadradas na categoria de potencial.

Na área III, ocorrem zonas geoquimicamente anômalas para Pb, Zn, Cu, Fe, Mn e Ni, em amostras de sedimentos de corrente. É possível a existência de zonas sulfetadas e ferromanganesíferas ligadas a associações de grauvacas e xistos.

A área IV possui zonas geoquimicamente anômalas para Fe e Mn, além de indícios geoquímicos pontuais de Mn, Fe, Ni, Cu, Co e Ba, em amostras de sedimento de corrente, possivelmente ligadas à faixa de interfácies de áreas de predominância de xistos e metagrauvacas, que podem dispor, ainda, de zonas sulfetadas e ferromanganesíferas. Em termos de potencialidade, há possibilidade de mineralizações de Mn ± Ba (hidrotermo-exalativos) em seqüências sedimentares marinhas, na proximidade de zonas de falhas.

Na porção eentro-norte da folha, foi delimitada uma área mineralizada/previsional provável (área V), de dimensões reduzidas, onde ocorre uma mina de vermiculita em atividade já há algum tempo. No local, verificou-se a presença de indícios geoquímicos de Ba, Mg, Ca e Sr, em amostras de sedimento de corrente. Como metalotecto comprovado, existe um corpo de rocha máfico-ultramáfica alcalina interceptado por veios feníticos, pegmatíticos, onde se observou a presença de zonas de alterações superficiais (vermiculitização da flogopita) e zonas carbonatizadas.

– Unidade Vulcanossedimentar (Monte Orebe) – tem área de exposição bastante reduzida na folha e é constituída predominantemente por micaxistos finos e filitos associados a horizontes de anfibolitos vulcanogênicos, incluindo níveis subordinados de xistos ultramáficos, metatufos, moscovita-quartzitos e metacherts. A natureza predominantemente básica das rochas vulcânicas e o seu quimismo toleítico, oceânico, pobremente diferenciado, são indicativos de concentrações geoquímicas primárias de Cu-Au (Ni, Co) nos termos mais primitivos do magmatismo básico e nos sedimentos químicos exalativos, a estes subordinados. Há possibilidade, ainda, de mineralizações sulfetadas de Cu ± Zn ± Pb, tipo Cyprus, associados a seqüências vulcanossedimentares (basaltos, andesitos e felsitos), tufos, rochas ferromanganesíferas e rochas grafitosas. Ou, ainda, a presença de mineralizações filoneanas de Au ± sulfetos, em zonas silicosas/turmalinníferas associadas a zonas de cisalhamento.

No caso específico da Folha Afrânio, foram delimitadas duas áreas mineralizadas/previsionais potenciais, que praticamente abrangem toda a área de exposição dessa unidade na folha. Nelas, foram registrados indícios geoquímicos de Ni, Cr, Fe, Cu e Pb, em amostras de sedimentos de corrente, provavelmente relacionados aos litótipos da seqüência vulcanossedimentar. É possível, ainda, a presença de zonas de alterações hidrotermais ao longo de zonas de cisalhamento de baixo ângulo, constituindo excelentes sítios para concentração de mineralizações de interesse econômico.

Inseridos no domínio do Complexo Casa Nova, ocorrem corpos tubulares de granitóides (tonalíticos e sienograníticos) a biotita, moscovita e granada, calcialcalinos ou com tendência alcalina, de fusão crustal e fonte sedimentar. Representam os granitóides tipo Rajada, que não mostram nenhum realce geoquímico ou de elementos-traço compatíveis com os granitos especializados. São provavelmente estéreis em mineralização, mas, como fonte de energia/calor, podem ter promovido mobilização de metais por fluidos hidrotermais, oriundos das rochas encaixantes, excepcionalmente concentrados na zona periférica dos principais corpos ígneos, a exemplo de Au registrados em alguns locais da vizinha Folha Santa Filomena (Angelim, 1988).

# Capítulo 7
# Geologia Econômica

*por*
*José Alcir Pereira Ribeiro*

## 7.1 Panorama mineral da área

Foram cadastrados na área da Folha Afrânio uma ocorrência de ferro, identificada a sudoeste de Ouricuri (BA) e três ocorrência de calcário, localizadas na porção oeste central da área, nas proximidades dos riachos Sumidouro e das Cacimbas (PI).

As atividades extrativas minerais da região estão concentradas na mina de vermiculita, localizada no distrito de Queimada Nova, município de Paulistana (PI), e na retirada de placas de moscovita-quartzito nas encostas das elevações da serra do Brejo (PI), aproveitadas principalmente para construção civil, sendo essa extração realizada somente no período de estiagem.

A vermiculita é atualmente explotada através da Eucatex Mineração do Nordeste S.A., subsidiária do grupo Eucatex, que detém os direitos de lavra através do título nº 78.249, do DNPM.

## 7.2 Ferro

A principal ocorrência é representada por uma lente de quartzito ferrífero, encaixada em zona de domínio de paragnaisses e xistos, associados a corpos anfibolíticos, pertencentes à Subunidade Gnáissico-Xistosa.

Está localizada no sítio S. Domingos, município de Casa Nova (BA), no quadrante sudoeste da folha.

No local, existe uma espessa cobertura arenoconglomerática, que impede uma melhor observação da continuidade longitudinal do corpo ferrífero, que apresenta coloração negro-esverdeada, de densidade muito elevada e estrutura bandada. Considerando para esse corpo uma extensão de 30m por 6m de espessura, e a uma profundidade de 10m, foi calculada uma reserva geológica inferida de 9.000t.

## 7.3 Vermiculita

A jazida de vermiculita da fazenda Massapê está localizada no distrito de Queimada Nova, município de Paulistana, no sudeste do Piauí, a 30km de Afrânio.

No presente trabalho, foram feitas duas visitas às frentes de lavra da Mineração Eucatex S.A. Além disso, foram executados inúmeros perfis nos arredores da intrusão, tentando-se determinar com segurança o seu posicionamento estratigráfico. O fato de as rochas apresentarem-se muito intemperizadas dificultou sobremaneira a elucidação do problema. Posiciona-se esse corpo de rochas máfico-ultramáficas no Proterozóico Superior, tendo em vista a semelhança que guardam com corpos similares que ocorrem associados a granitóides brasilianos, aflorantes notadamente na porção central da Folha Patos e em alguns locais da Folha Barra do Bonito. Considere-se, ainda, que as deformações tangencias (transamazônicas) não são obseváveis nesses litótipos.

A intrusão tem forma grosseiramente elíptica, com o eixo maior tendo, aproximadamente 2.200m orientado na direção NE-SW. Essa direção é coincidente com falhamentos frágeis observáveis em imagens de setélite, radar e fotografias aéreas. Encontra-se encaixada no domínio das metagrauvacas turbidíticas, sendo os contatos bruscos.

Pode-se caracterizar alguns tipos petrográficos existentes, tais com: piroxenitos, anfibolitos, carbonatos e injeções pegmatíticas de caráter ácido (fotos 18 e 19), que são as rochas de menor expresão. As rochas vermiculíticas, que constituem o minério, são caracterizadas mineralogicamente por diversas associações de flogopita-vermiculita, piroxênio (diopsídio), anfibólio (hornblenda), hidrobiotita, alcalifeldspato e quantidades subordinadas de quartzo, apatita, titanita, turmalina e calcita. É imporante observar um zoneamento vertical entre vermiculita-flogopita. Há o incremento de flogopita, com o aumento da profundidade em detrimento das quantidades de vermiculita. Em muitos locais, é possível identificar magnetita finamente disseminada.

Os jazimentos são formados por rochas vermiculíticas, nas quais a porcentagem desse mineral é superior a 45%. Ocorrem principalmente sob a forma de bolsões e veios mineralizados nas proximidades dos contatos com as injeções pegmatóides.

De modo geral, os jazimentos encontram-se recobertos por solos eluviais, argilosos, desenvolvidos sobre rochas básicas, com contribuição coluvial, onde se pode observar

calhaus rolados com até 20cm de diâmetro. Esse conjunto tem a denominação genérica de solo masssapê.

No relatório-pesquisa elaborado para o DNPM pela Mineração Ecatex S.A., admite-se que a origem dos depósitos vermiculíticos estaria vinculada a fenômenos hidrotermais que iniciaram o preocesso de vermiculitização, posteriormente completado por águas surperficiais. Entretanto, com base em novos dados oriundos das áreas de lavra, acredita-se que a vermiculita esteja relacionada à alteração de flogopita e biotita pela lixiviação dos álcalis por processos meteóricos (Parente & Oliveira, 1986).

A vermiculita, devido a propriedades tais como baixa densidade, baixa condutividade térmica e acústica e elevada capacidade de absorção dos líquidos, é utilizada, quase em sua totalidade, de forma expandida, tendo aplicações na construção civil, na agricultura e podendo ser usada também como lubrificante e como elemento filtrante.

Considerando todo o volume conhecido da jazida, tem-se, de acordo com os últimos dados fornecidos, uma reserva medida calculada em 1.420.180t de vermiculita contida, correspondendo a 9.467.867,70t de minério.

### 7.4 Calcário cristalino

As principais ocorrências de calcário cristalino identificadas na folha estão localizadas nos leitos dos riachos Sumidouro e das Cacimbas e nas encostas da serra do Barreiro, proxímo ao riacho da Ponta da Serra, no quadrante NW da folha. Encontram-se encaixadas em muscovi-quartzito e granada-sericita-biotita-xisto carbonático, do Domínio Marinho-Plataformal do Complexo Casa Nova.

Ocorrem sob forma lenticular, alcançando pouços metros de comprimento. Apersentam-se com tonalidade cinza-clara, compactos, de textura fina a média, localmente com estrutura bandada, com pequeno índice da impurezas. Às vezes, exibem crenulação e microdobramentos, por vezes orientados para NE-SW, segundo a direção preferencial da foliacão regional, com mergulho para SE.

A ocorrência localizada nas encostas da serra do Barreiro apresenta realce topográfico, estando as lentes encaixadas concordantemente nos xistos associados a paragnaisses, possuindo cor cinza-escura, maciços e fraturados. Trata-se de calcários que podem ter aplicação na indústria cimenteira e em outros usos menos nobres.

# PARTE III

# RESULTADOS

# Capítulo 1
# Conclusões

*por*
*Thales de Queiroz Sampaio, Antônio Maurílio Vasconcelos,*
*Francisco Edsnon Mendonça Gomes, Sérgio João Frizzo*
*e Mário José Metelo*

O levantamento geológico sistemático realizado na Folha Afrânio (SC.24-V-A-V), escala 1:100.000, compreende um amplo acervo de informações coligidas com levantamentos geofísicos e geoquímicos. Foi executado de acordo com a metodologia adotada pelo Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, simultaneamente com as folhas adjacentes – Barra do Bonito, Paulistana, Patos e Simões – de forma que as interpretações e conclusões formuladas neste trabalho estão também embasadas nos dados obtidos nas folhas citadas.

Mercê do caráter multidisciplinar dos trabalhos realizados e objetivando uma maior clareza na apresentação dos resultados obtidos nos diversos campos da pesquisa geológica, dividiu-se o presente capítulo nos seguintes subitens: Geologia, Geoquímica, Geofísica e Metalogenia; são relaciondas, a seguir, as principais conclusões relativas a cada um desses temas.

## 1.1 Geologia

a) Significativa evolução dos níveis de conhecimento geológico, geofísico e metalogenético-previsional da região abrangida pela folha, através da dotação de documentos cartográficos na escala 1:100.000, uma vez que os trabalhos anteriores restringem-se a informações compatíveis com a escala 1:250.000.

b) Agruparam-se os diversos litossomas identificados na folha Afrânio em quatro conjuntos litológicos distintos:

I - Unidade inferior arqueana retrabalhada no Transamazônico;

II - Complexo Casa Nova;

III - Rochas plutônicas;

IV - Coberturas Sedimentares Fanerozóicas.

c) O primeiro conjunto compreende uma unidade litostratigráfica de ocorrência restrita ao quadrante SW da folha, sotoposta aos metassedimentos do complexo Casa Nova. Está correlacionada aos litótipos arqueanos inerentes ao cráton do São Francisco e exibe intenso retrabalhamento no ciclo Transamazônico (borda do cráton).

d) O Complexo Casa Nova reúne uma seqüência proterozóica de supracrustais de evolução policíclica, intensamente deformadas, metamorfizadas e afetadas por magmatismo ácido e básico.

e) O posicionamento das supracrustais relacionadas ao Complexo Casa Nova, no Proterozóico Inferior, é decorrente de correlações entre estas e aquelas inerentes ao Complexo Colomi-Salgueiro de Souza (1979). São observáveis em vários afloramentos, entre a barragem do lago de Sobradinho e a cidade de Nova Sento Sé, relação de não-conformidade entre os arenitos horizontalizados da formação Tombador, de idade mesoproterozóica, e os metamorfitos do complexo Colomi-Salgueiro.

f) Foram reconhecidas três unidades litostratigráficas de domínios geológicos distintos, no âmbito do Complexo Casa Nova: uma unidade metapsamítica de Domínio Marinho-Plataformal; uma predominantemente metapelítica de Domínio Marinho-Profundo, e a Unidade Monte Orebe, de ocorrência restrita em Domínio Vulcanossedimentar.

A unidade metapsamítica engloba litótipos com características de deposição em ambiente marinho-plataformal, com predominância de sedimentação terrígena e contribuição carbonática restrita.

A unidade metapelítica é caracterizada por uma sedimentação marinha, com predominância de xistos pelíticos com intercalações de litótipos de estruturação deposicional rítmica (pelitos/psamitos) à semelhança de turbiditos.

A Unidade Monte Orebe, de Domínio Vulcanossedimentar, compreende uma complexa associação de rochas metassedimentares e metavulcânicas essencialmente máficas, de afinidade toleítica, com baixo potássio; subordinadamente, correm rochas ultramáficas e metatufos variando de félsicos a máficos.

Com relação à estratigrafia interna desse complexo, pouco se avançou, em razão das modificações no ordenamento estratigráfico original, impostas principalmente por uma tectônica tangencial responsável pela geração de dobramentos isoclinais em todas as escalas, forte transposição e imbricamento tectônico em zonas de cisalhamento dúctil.

g) O agrupamento e posicionamento estratigáfico das rochas plutônicas está fundamentado em critérios petrográficos, petrológicos e petroquímicos, e posicionamento cronostrutural em relação aos principais ciclos tectônicos que afetaram a área. Dessa forma, cada grupo ficou caracterizado pela intensidade de deformação experimentada, morfologia dos corpos e relacionamento com as rochas encaixantes. Foram caracterizados três grupos principais: granitóides sin-deformação tangencial $D_1/D_2$ (PIγ1A); granitóides sin-evento deformacional $D_3$ (PIγ e PIγA); e um pequeno plúton máfico-ultramáfico (PSB), pós-deformações tangenciais, considerado como pertencente ao Proterozóico Superior.

h) Os dados resultantes dos estudos petrológicos e litoquímicos sugerem que o magmatismo do Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal foi provavelmente contínuo, iniciando-se com vulcanismo basáltico e plutonismo limitado, seguido de plutonismo sincolisional e culminando com intrusivas tardi a pós-colisionais.

i) As Coberturas Sedimentares Fanerozóicas encontram-se amplamente distribuídas no âmbito da folha em foco e constituem-se essencialmente por sedimentos detríticos de idade tércio-quaternária. Esses sedimentos acham-se principalmente sobrepostos aos metassedimentos do Complexo Casa Nova.

j) Os aspectos litostruturais, aliados a considerações de caráter regional, caracterizaram para a região estudada uma evolução policíclica, com eventos referíveis aos ciclos Jequié, Transamazônico e Brasiliano. Dessa forma, a organização espacial das grandes estruturas tectógenas cartografadas é o reflexo de uma história evolutiva complexa, com assinaturas de vários episódios de deformação, metamorfismo e plutonismo.

k) A análise do comportamento dos elementos planares e lineares, associados ao estilo e intensidade das deformações, permite a compartimentação da folha em três domínios estruturais, com feições próprias:

k.1) O primeiro domínio ocupa cerca de dois terços da área total. Apresenta uma organização estrutural aparentemente simples, marcada por alguns traços esparsos de fotolineações onduladas e raras falhas e/ou fraturas.

k.2) O segundo domínio corresponde a uma faixa com largura média de 10km, alongada segundo NNE-SSW, bordejando o limite ocidental da folha. O padrão estrutural é determinado preponderantemente por traços retilíneos ou curvilíneos que delineam dobras realçadas por diferenças litológicas. Em macroescala, é visível a grande estrutura antiformal denominada Ponta da Serra.

k.3) O terceiro domínio abrange uma estreita zona orientada preferencialmente segundo E-W, disposta imediatamente abaixo do limite sul da Folha Paulistana. Em macroscala, configura uma estrutura em arco aberto, côncavo para sul, com reentrâncias e saliências de contornos suavizados.

l) Foram reconhecidos três grandes eventos que influenciaram de modo incisivo na estruturação do segmento crustal investigado. O mais antigo encontra registro somente nas rochas da Unidade inferior. Corresponde à deformação $D_n$, identificada por um bandamento gnáissico e/ou foliação ($S_n$). O evento seguinte desenvolveu-se em três fases ($D_1$, $D_2$ e $D_3$) que, embora distintas, compõem um quadro de evolução crustal progressiva, sob um regime tectônico predominantemente tangencial. Tais deformações afetaram tanto a unidade inferior quanto as coberturas sobrejacentes. O último evento corresponde à fase de deformação $D_4$ e agrupa estruturas relacionadas à tectônica que culminou com os cisalhamentos transcorrentes de extensão continental (Lineamento Pernambuco), tendo pouca ou nenhuma penetratividade na área circunscrita à Folha Afrânio.

m) As deformações tangenciais ($D_1$, $D_2$ e $D_3$), inerentes ao ciclo tectonometamórfico Transamazônico, cuja cinemática eminentemente tangencial no início ($D_1$-$D_2$) adquire, ao seu final ($D_3$), uma forte componente transcorrente, corresponderam ao mais importante período de evolução crustal da área investigada.

n) A análise das estruturas assimétricas relacionadas à cinemática tangencial dá suporte a um modelo tectônico que admite translação de material rochoso dirigido, predominantemente, de N para S, ao longo de zonas miloníticas de baixo ângulo, intra- e interunidades litostratigráficas.

o) Igualmente importantes são as evidências de movimento ao longo das zonas miloníticas verticalizadas com rejeito direcional, dispostos longitudinal ou transversalmente em relação à direção dos empurrões.

p) Dessa forma, o estilo estrutural da área pode ser explicado em termos de convergência e colisão entre dois blocos litosféricos de contornos irregulares com saliências e reentrâncias.

### 1.2 Geoquímica

a) As técnicas de amostragem e análise empregadas foram satisfatórias em função do objetivo do reconhecimento geoquímico regional; forneceram subsídios à cartografia geológica e à avaliação metalogenética.

b) A confiabilidade nos resultados obtidos pelo reconhecimento geoquímico foi enfatizada, vez que a interpretação considerou as associações de elementos e sua distribuição geográfica coerente, antes do que as estações anômalas isoladas.

c) As zonas anômalas delimitadas mostram as variações composicionais (fácies) das unidades litológicas maiores que ocorrem na área; constatou-se, através do estudo de correlações, uma elevada similaridade na constituição geoquímica dos metassedimentos de toda a área, que provavelmente é indicativa de um certo grau de identidade dos minerais essenciais e acessórios.

d) A zona anômala Mg-(Ca) definida a centro-norte da folha provavelmente tem como fonte rochas máficas con-

tendo micas magnesianas e venulações carbonáticas, hospedeiras do depósito de vermiculita ali existente; amplia, assim, a região de maior favorabilidade para esse tipo de ocorrência.

### 1.3 Geofísica

a) A análise qualitativa da carta aeromagmetométrica da folha possibilitou a individualização de seis unidades magnéticas, caracterizando domínios geológicos distintos, no que se relaciona a estruturas e constituição litológica. Modelamentos de anomalias magnéticas permitiram interpretar forma e profundidade de alguns corpos geológicos.

b) Ainda com relação à aeromagnetometria, foi realçado um extenso e contínuo alinhamento magnético de direção NE-SW, que cruza toda a folha, projetando-se para as folhas vizinhas.

c) A análise dos dados radiométricos, nos canais de contagem total, tório, urânio e potássio, mostrou-se mais ou menos compatível com as informações geológicas, marcando os contatos e definindo áreas enriquecidas em radioelementos.

### 1.4 Metalogenia

a) A análise metalogenético-previsional, baseada em informações fornecidas pelo cadastramento das ocorrências minerais e indícios geoquímicos e geofísicos, apesar do baixíssimo número de indícios diretos de mineralizações, mostrou um quadro relativamente diversificado, onde se nota uma intrínseca associação entre a potencialidade metalogenética e as diversas unidades litostratigráficas identificadas na região abrangida pela Folha Afrânio.

No âmbito da área coberta por litossomas da Unidade Inferior retrabalhada, foi selecionada somente uma faixa com possibilidade de conter mineralizações de Cr, Co, Ni e Fe, provavelmente associadas a rochas máfico-ultramáficas.

c) No domínio das rochas que compõem o Complexo Casa Nova, foram indicadas áreas mineralizadas em calcário cristalino, embora com baixa potencialidade, além de exibirem algumas características de conterem mineralizações de Ni, Cu, Co, Mn e Fe, conforme sugerido por valores geoquímicos anômalos.

d) Na porção centro-oeste da folha, foi delimitada uma área mineralizada/previsional provável, de dimensões reduzidas, onde já é conhecida uma mina de vermiculita. No local, verificou-se a presença de indícios geoquímicos de Ba, Mg, Ca e Sr, em amostras de sedimento de corrente.

e) Toda a área ocupada por rochas da Unidade Monte Orebe foi considerada com probabilidade de conter concentrações anômalas de Cu, Au e, secundariamente, Ni e Co, associadas aos termos mais primitivos do magmatismo básico e nos sedimentos químicos exalativos, a estes subordinados.

# Capítulo 2
# Recomendações

*por*
*Thales de Queiroz Sampaio, Antônio Maurílio Vasconcelos,*
*Francisco Edson Mendonça Gomes, Sérgio João Frizzo e Mário José Metelo*

A partir dos dados levantados, resultados obtidos e experiência adquirida neste trabalho, são feitas as seguintes recomendações, tanto de ordem técnica, quanto operacional, visando à elucidação de problemas geológicos não completamente definidos, comprovação de hipóteses formuladas e ajustes na nova sistemática de execução de levantamentos geológicos, adotada com a implantação do Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB.

## 2.1 Geologia

a) O levantamento geológico sistemático, escala 1:100.000, das folhas vizinhas, dando continuidade ao programa ora iniciado, faz-se necessário para uma melhor definição da evolução geológica dessa porção da região Nordeste do Brasil.

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 reconhecimento prévio dos panoramas litológicos 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) Sugere-se o levantamento geológico, escala 1:25.000, acompanhado de prospecção geoquímica e geofísica da área abrangida pela Unidade Vulcanossedimentar Monte Orebe na Folha Afrânio e suas adjacências (folhas Paulistana e Santa Filomena), tendo em vista sua potencialidade metalogenética para Au, Ni, Cu e Cr.

d) Recomenda-se, na região coberta por litótipos da Subunidade Gnáissico-Xistosa da Unidade Inferior, trabalhos de levantamento geológico mais detalhado, escala 1:25.000, acompanhados de prospecção geoquímica. Essa recomendação deve-se à presença de associações de rochas máfico-ultramáficas, observadas principalmente na folha adjacente (Barra do Bonito), as quais encontram-se associadas a paragnaisses, xistos e rochas calcissilicáticas. Essa associação lítica pode conter depósitos minerais sulfetados, de importância econômica, à semelhança dos jazimentos cupríferos do vale do Curaçá.

e) Trabalhos de cunho mais científico poderiam ser realizados por pós-graduandos e pesquisadores ligados a universidades, já que a área investigada dispõe de uma fascinante gama de problemas ligados à geologia estrutural, petrogenia, geocronologia e geotectônica.

## 2.2 Geoquímica

a) Os concentrados de bateia coletados devem ser submetidos a análises específicas, para melhor definição das ambiências metalogenéticas julgadas interessantes, ao se efetuar a integração das informações geológicas, geofísicas e geoquímicas.

b) Investigações sistemáticas de cunho científico devem ser conduzidas para elucidar o comportamento geoquímico dos elementos-traço nesse tipo de ambiente climático, com o objetivo de caracterizar modelos de dispersão aplicáveis em trabalhos prospectivos regionais e de detalhe.

c) Deve ser elaborado e conduzido um programa de amostragem na área anômala magnésio-cálcio, em virtude de seu potencial metalogenético ao conter rochas máficas com derivaçes alcalinas, e encaixar um depósito de vermiculita.

d) É recomendada uma verificação, através de estudos geológicos detalhados e métodos geofísicos, na zona anômala para ferro detectada no extremo-noroeste da folha, a fim de verificar sua proveniência e possibilidade metalífera.

## 2.3 Geofísica

a) Recomenda-se a realização de outros trabalhos de levantamento gravimétrico na área do Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal, para a solução de problemas ligados à tectônica regional.

b) Os indícios de uma zona de sutura, a partir de assinaturas gravimétricas dos altos Bouguer nas folhas do

Sistema de Dobramentos Riacho do Pontal, tornam a região favorável à prospecção sob o ponto de vista metalogenético.

c) Sugere-se ao DNPM e às universidades a execução de perfis adicionais de gravimetria, medições de paleomagnetismo, além de trabalhos geológicos específicos para a definição do problema relativo à provável sutura na região do Riacho do Pontal, que é fundamental para a complementação do diagnóstico metalogenético da área.

# Capítulo 3
# Informações Geradas

O levantamento propiciam os dados citados 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

Cartas geofísicas reduzidas.

### 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 análise petrográficas (seção delgada);
Fichas de reconhecimento mineralógico;
Fichas de cadastramento de recursos minerais.

### 3.4 Documentos Dsponíveis no DNPM (escala 1:100.000)

Cartas de Afloramentos;
Cartas de pontos de amostragem, anomalias e associações geoquímicas;
Cartas de contorno magnético do campo total;
Cartas de contorno radiométrico do canal de contagem total;
Cartas de contorno radiométrico do canal do potássio;
Cartas do contorno radiométrico do canal do tório;
Cartas do contorno radiométrico do canal do urânio;
Cartas de contorno radiométrico da razão U/Th;
Cartas de contorno radiométrico da razão Th/K;
Cartas de interpretação do canal de contagem total;
Cartas de iInterpretação do canal do potássio;
Catras de interpretação da razão U/Th;
Cartas de interpretação do campo magnético.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


AGUE, J. J. & BRIMHALL, G. H. Granites of the batholiths of California: products of local assimilation and regional - scale crustal contamination. *Geology, 15*:63-66, 1987.

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. 207 p. il. p. 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. 437 p.

ALMEIDA, F. F. M. de. *Origem e Evolução da Plataforma Brasileira*. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 1967. 36 p. 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. 449 p. il. p. 363-391.

ALMEIDA, F. F. M. de; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B. de. The upper Precambrian of South America. *Boletim do Instituto de Geociências, 7*:45-80, 1976.

ALMEIDA, F. F. M. de; LEONARDOS, O. H.; VALENA, J. *Review on granitic rocks of Northeast South America.* Recife, IUGS/Unesco Symposium, 1967. 41 p.

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*. BIC, Ouro Preto, 1966.

BARBOSA, O. et alii. *Geologia econômica de parte da região do médio São Francisco. Nordeste do Brasil.* Petrópolis, Prospec/Sudene, 1964. 68 p. 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).

BATCHELOR, R. A. & BOWDEN, P. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. *Chem. Geol., 48* :43-55, 1985.

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.

BERTH, 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.

BLANKENNAGEL, R. K. *Geological report on the eastern margin of the Maranhão basin*. Rio de Janeiro, PETROBRS, 1952. 27 p. (Relatório DEXPRO, 291).

BOULLIER, A. M. et alii. Late Pan-African tectonies marking the transition from subduction-related calc-alkaline magmatism to within-plate alkaline granitoids (Adrar des Jforas, Mali), *Tectonophysics 132*: 233-246, 1986.

BOWMAN, A. N. *Mine data sheets and metallogenic study;* Forbes 1:250.000 Metallogenic Map. s.l. Geological Survey of New South Wales, 1977.

BOWMAN, H. N. & STEVENS, B. P. O. The philosophy, design and applications of the New South Wales Geological Survey's Metallogenic Mapping Programs. *Journal of the Geological Survey of Australia, 25* (3): 121-140, jun. 1978. il.

BRANCO, P. C. de A. Principais depósitos minerais: conceitos, metodologia e listagem. In: SCHOBBENHAUS, C.; CAMPOS, D. de A.; DERZE, G. R.; ASMUS, A. E. (coord.). *Geologia do Brasil.* Brasília, DNPM, 1984. 501 p. il. cap. 9, p. 359-421.

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. 207 p. il. p. 180-198.

BRITO NEVES, B. B. de *Regionalização geotectônica do Pré-Cambriano nordestino*. São Paulo, USP, Inst. Geoc., 1975. 198 p. (Tese 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. p. 235-251.

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.

BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES – BRGM. Service Geologique Nationel. Carte Metallognique des Massifs des Vosques e de la Foret Noire, 1975. Escale 1:400.000.

BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES - BRGM & ORGANIZATION DES NATIONS UNIES POUR L'EDUCATION, LA SCIENCE ET LA CULTURE–UNESCO. Carte Metallogénique de L'Europe, 1968-1970. Escala 1:2.500.000.

BURG, J. P. Regional shear variation in relation to diapirism and folding. *Journal of Structural Geology, 9*(8):925-934, 1987.

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. 75 p. 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. 103 p. il.

CHAOQUN, Y. An specialization of granitoids of different genotic types in south China. s. n. t.

CHAPPEL, B. W. & WHITE, A. J. R. Two contrasting granite types. *Pacific geol., 8*:173-174, 1974.

CARNEIRO, C. D. R.; HASUI, Y.; NAGATA, N.; LIMA, M. O. de. Padrões de superposição de estruturas do grupo São Roque na faixa Jaraguá-Cristais (SP). *Revista Brasileira de Geociências, 15*(2):116-130, 1985.

CHOUKROUNE, P.; GAPAIS, D.; MERLE, O. Shear criteria and structural symmetry. *Journal of Structural Geology, 9*(5/6) 525-530, 1987.

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. *Journal of Structural Geology, 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. 207 p. 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. 235 p. il.

COWARD, M. P. The strain and textural history of thin-skinned tectonic zones: examples from the Assynt region of the maine thrust zone, NW Scotland. *Journal of Structural Geology, 6*(1/2):89-99, 1984a.

COWARD, M. P. & POTIS, G. J. Complex strain patterns developed at the frontal and lateral tips to shear zones and thrust zones. *Journal of Structural Geology, 5*(3/4): 383-399, 1983.

COWARD, M. P. & RIES, A. C. *Collision Tectonics*. Boston, Blackwell Scientific Publications, 1986. 157 p. il.

DANTAS, J. R. A. *Mapa geológico do estado de Pernambuco*. Texto explicativo. Recife, DNPM, 1980. 112 p. 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*:135-149, 1983.

DELGADO, I. de M. *Diretrizes para representação litológica em "mapas metalogenéticos-previsionais" na escala de 1:100.000*. Salvador, DNPM/CPRM, 1987. 50 p. (Relatório Interno).

DELGADO, I. de M. *Projeto cobre Curaçá. Geologia econômica do distrito aurífero do rio Curaçá, Bahia, Brasil*. Relatório final. Salvador, DNPM/CPRM, 1975. 9 v. il. v. 1.

DELGADO, I. de M. & SOUZA, J. D. de. Controles regionais e locais das mineralizações 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 p. 59-70.

DEWEY, J. R. et alii. Shortering of continental lithosphere: the neotectonics of Eastern Anatolia – a young collision zone. In: COWARD, M. P. & RIES, A. C. *Collision Tectonics*. Boston, Blackwell Scientific Publications, 1986. p. 3-35.

DIETRICH, D. & DURNEY, D. W. Change of direction of overthrust shear in the Helvetic mappes of western Switzerland. *Journal of Structural Geology, 8*(3/4):389-398, 1986.

EBERT, H. Baustil und regional metamorphose in prekambrischean grundegebirge brasiliens. *Tschermacks Min. U. Petr. Mitt., Viena, 8*(1):48-81, 1962.

EL BOUSEILY, A. M. & EL SOKKARY, A. A. The relation 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.

FIGUEIREDO, M. C. H. Geochemistry of high-grade complex of Bahia State, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências, 12*(1/3):307-312, 1982.

FORTES, F. P. A tectônica de teclas da bacia Potiguar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Goinia, 1986. *Anais do...* Goiânia, SBG, 1986. v. 3. p. 1145-1153.

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 GEOQUMICA, 1, Porto Alegre, 1987. *Anais do...* Porto Alegre, SBGq, 1987. 2v. il. v. 1 p. 483-494.

GALBRAITH, J. *Reconhecimento geoquímico regional por sedimentos ativos na região nordeste da Bahia*. Salvador, UFBA – Inst. Geoc., 1972. 58 p. (Relatório Avulso).

GARRET, R. G. The determination of sampling and analytical errors in exploration geochemistry. *Economic Geology, 64:* 68-574, 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 p. 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, 297 p.

GIBB, R. A. Model for suturing of superior and churchill plates: an example of double indendation tectonics. *Geology*, 11(7):413-417, 1983.

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. p. 3614-3627.

GUILD, P. W. *Preliminary metallogenic map of North America: a numerical listing of deposits*. s.1e; Geological Survey, 1981. 12 p. (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. p. 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): 60-166, mar./set., 1982.

HARLAND, W. B. Tectonic transpression in Caledonian Spitsbergen. *Geol. Mag., 108* (1):27-42, 1971.

HOBBS, B. G.; MEANS, W. D.; WILLIAMS, P. F. *An outline of structural geology*. New York, John Wiley Sons, 1976. 571 p.

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.; MARINHO, M. M.; DUARTE, F. B., (Org.). *Geologia e recursos minerais da Bahia*; Textos básicos. Salvador, Secretaria das Minas e Energia/Coordenação da Produção Mineral, 1981. 134 p. il. v. 4.

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 geoólgico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais. Esc. 1:2.500.000. Braslia, DNPM, 1984. cap. 5, p. 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 orogânica 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. p. 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. 437 p. il. (Boletim, 9). p. 278-296.

JARDIM DE SÁ, E. F. *Projeto Riacho do Pontal*. Relatório de Consultoria. Recife, CPRM, 1987. 13 p. (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. & 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 p. 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, et alii. Geochronology of metaplutonics and the evolution of supracrustal belts in the Borborema province NE Brazil. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE GEOLOGIA, 7, Belém, 1988. *Anais do...* Belém, SBG, 1988. p. 49-62.

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. 47 p. il. (Boletim, 227).

KEGEL, W. *Estudos geológicos no estado do Piauí*. Teresina, s. ed., 1952. 10 p.

KEGEL, W. Os lineamentos da estrutura geológica do nordeste. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, Rio de Janeiro, *33*:25, 1965.

KORSTGARD, J. A. & ERMANOVICS, I. Archean and early proterozoic tectonics of the Hopedale Block, Labrador, Canada. In: KRONER, A. & GREILING, R., eds. *Precambrian Tectonics Illustrated*. Stuttgard, IUGS, 1984. p. 295-317.

KORSTGARD, J. A.; RYAN, B.; WARDLE, R. The boundary between proterozoic and archean crustal blocks in central west Greenland and Northern Labrador. *Geological Society Special Publication*, (27):247-259, 1987.

KREYSING, K. et alii. *Salinização das águas subterrâneas do centro do polígono das secas do nordeste brasileiro.* Recife, Sudene, 1973. 69 p. 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).

LAGARDE, J. L. & MICHARD, A. Stretching normal to the regional thrust displacement in a thrust-wrench shear zone, Rehamna Massif, Morocco. *Journal of Structural Geology, 8*(3/4):483-492, 1986.

LAMEYRE, J. & BOWDEN, P. Plutonic rock types series: discrimination of various granitoid series and related rocks. *J. of Volc. and Geother. Research, 14: 169-186, 1982.*

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. p. 1131-1144.

LA ROCHE, H. de et alii. A classification of volcanic and plutonic rocks using $R_1R_2$ 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. 242 p. 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. p. 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.

MACEDO, M. H. de F.; S, 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 of Structural Geology, 9* (5/6):541-554, 1987.

MALAVIEILLE, J.; LACASSIN, R. MATTAUER, M. Signification tectonique des linéations de allongement dans les Alpes occidentales. *Bull. Soc. Géol. France, 7* (5): 895-906, 1984.

MASCARENHAS, J. de F. O embasamento pré-cambriano 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. 207 p. il. parte 2, p. 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, p. 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. *Journal of Structural Geology, 3*:401-409, 1981.

MATTEUR, R. A. & MERCIER, J. L. Microtectonique et grande tectonique. *Mém. Soc. Geol.*, France, *10*:141-161, 1980

MAWER, C. K. Shear Criteria in the Grenville province, Antaris, Canada. *Journal of Structural Geology, 9*(516): 531-539, 1987.

McMURRY, J.; LONG, L. E.; SIAL, A.N. Petrology and isotope systematics of magma mushes: some porphyritic granitoids of Northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências, 17*(4):468-472, dez. 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. p. 84-88.

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. p. 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. 72 p. (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.

MIYASHIRO, A. Metamorphism and metamorphic belts. London, George Allen & Unwin, 1975. 492 p. 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. 8 v.

MORAES, L. J. de et alii *Estudo geológico da região da Barragem de Sobradinho, estado da Bahia*. Rio de Janeiro, DNPM, 1965. 51 p. il. (Boletim, 229).

MOTTA, A. C. *Die anvenduring von magnetik und gravimetric in prospektion auf kupfergrze in der gegend von Cura Provinz Bahia, Brasilien*. Leoben, Áustria, 1974. (Tese 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. 207 p. il. p. 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).

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.

OLIVEIRA, R. G. Modelo gravimétrico da faixa riacho do Pontal e sua relação com o cráton de São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Natal, 1990. Boletim de Resumos. Natal, SBG, 1990. p. 282.

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. 24 p.

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:* 5-43, 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, biogeoquímicos e geobotânicos sobre corpo ultramáfico cromitífero, Andorinha-Bahia*. Salvador, 1978. 103 p. (Tese de Mestrado – Inst. Geoc. UFBA).

PITCHER, W. S. *Granite type and tectonic environment*. s.n.t.

RAMSAY, J. G. *Folding and fracturing of rocks*. s. l., McGraw-Hill, 1967. 568 p.

RAMSAY, J. G. Shear zone geometry: a review. *Journal of Structural Geology, 2* (1/2):81-99, 1980.

RAMSAY, J. G. & HUBER, M. J. *The techniques of modern structural geology*. London, Academic Press, 1987. 2 v. il.

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 metalliféres*. 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. p. 1767-1793.

SANDERSON, D. J. Models of strain variation in mappes and thrust sheets: a review. *Tectonophysics, 88*:201-233, 1982.

SANDERSON, D. J. & MARCHINI, W. R. D. Transpression. *Journal of Structural Geology, 6*(5):449-458, 1984.

SANTOS, C. A. dos & SILVA FILHO, M. A. da (Org.). *Levantamentos geológicos básicos do Brasil; carta geológica, carta metalogenético-previsional - escala 1:100.000 (folha SC.24-V-A-VI) Riacho do Caboclo) Estado de Pernambuco*. Brasília, DNPM/CPRM, 1989. 113 p. il.

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. 378 p. il. p. 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 PREPARATRIA PARA O SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, Salvador, 1977. *Anais do...* Salvador. SME/CPM, 1978. 466 p. il. (Publicação Especial, 3) p. 399-426.

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. Braslia, DNPM, 1984. 501 p. il. cap. 4. p. 131-189.

SCHEDL, A. & WILTSCHKO, D. V. Possible affeets of pre-existing basement topography on thrust fault ramping. *Journal of Structural Geology*, 9(8): 1029-1037, 1987.

SIAL, A. N. et alii. *Geoquímica de dois stocks granodioríticos de Serrita(PE) e elementos maiores*. Recife, UFPE, Dept. Geol., 1981. p. 27-52.

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.

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. *Geological Society of America Bulletin*, 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. p. 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. 13 p. (Relatório Interno).

SIQUEIRA FILHO, J. de. *Geologia da folha de Jutaí-Pernambuco.* Recife, Sudene, 1967. 52 p. 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. 146 p. (Série I. D., Publ., 32).

SMALL, H. L. *Geologia e suprimento de água subterrânea no Ceará e parte do Piauí*. Rio de Janeiro, IFOCS, 1913. 80 p. (Série I. D., Publ., 25).

SOFMER, B. *Contribuição à estratigrafia do pré-cambriano na região do médio São Francisco, entre Sento Sé e Juazeiro*. Nordeste do Brasil. Recife, Sudene, 1971. 55 p. (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. 741 p. il. (Levantamento de Recursos Naturais, 23) p. 349-484.

SOUZA, J. D. & DELGADO, I. de M. Os campos cupríferos de Angico e Sertãozinho, vale do Curaçá-BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, Ouro Preto, 1976. *Anais do...* Ouro Preto, SBG, 1976. v. 3 p. 71-99.

SOUZA, J. D. de et alii. *Projeto Colomi.* Relatório final. Texto e mapas. Salvador, CPRM, 1979. v. 1.

SPEED, R. C. Structure of accretionary complex of Barbados, I: Chalky Mount. *Geological Society of America Bulletin, 94*(1):92-116, 1983.

STANTON, R. L. *Ore Petrology*. New York, McGraw-Hill, 1972. 713 p. il.

STRECKEISEN, A. Tq each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews, 12*:1-33, 1976.

SUSZCZYNSKI, E. F. *Mapa metalogentico do Brasil;* notícia explicativa da legenda. Brasília, DNPM, 1973. 17 p.

TAKAHASHI, M.; ARAMAKI, S.; ISHIHARA, S. Magnetite-series/Ilmenite-series vs. I-type/S-type granitoids. In: ISHIHARA, S. & TAKENOUCHI, S. *Granitic magmatism and related mineralization*. Soc. Mining Geologist of Japan, 1980. (Mining Geology Special Issue, 8)p. 13-28.

TAUSON, L. V. The geochemistry of precambrian Bedrock. *Journal of Geochemical Exploration, 21*:487-501, 1984.

TROUW, R. A. J. *Relatório de consultoria - Reconhecimento geológico na região do riacho do Pontal.* Fortaleza, CPRM, 1987. 23 p. il.

USSAMI, N. et alii. Estrutura crustal de faixas móveis proterozóicas no Brasil a partir de estudos gravimétricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Natal, 1990. Boletim de Resumos. Natal, SBG, 1990. p. 301-302.

VAN HOUTEN, F. B. Late cenozoic volcaniclastic deposits, Andean foredeep, Colombia. Geological *Society of America Bulletin, 87*(4):481-495, 1976.

VEIGA, P. M. de O. *Geologia da quadrícula Ouricuri. região de Araripe-Pernambuco.* Recife, Sudene, Div. Geologia, 1968. 56 p. il. (Geologia Regional, 9).

WACRENIER, P. R. & ROUVEYROL, P. T. Themes de recherche lies la prospection des Gisements; 1er. partie: Chronique de la Recherche Miniere, BRGM, (4/3): 3-10, mai-june, 1977.

WIKSTROM, A. A possible relationship between augen gneisser and postorogenic granites in S.E. Sweden. *Journal of Structural Geology, 6*(4): 409-415, 1984.

WINKLER, H. G. *Petrogênese das rochas metamórficas.* Petrogenesis of metamorphic rocks. 4. ed. Trad. Carlos Burger Junior. Porto Alegre, Edgard Blucher/URGS, 1977. 254 p. 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. Mapeamento geológico

Afloramentos estudados . . . . . 435
Ocorrências minerais cadastradas . . . . . 4
Análises petrográficas . . . . . 73

## 2. Geofísica terrestre

Gravimetria (km) . . . . . 31
Cintilometria (km) . . . . . 138
Magnetometria (km) . . . . . 138
Susceptibilidade magnética de rochas . . . . . 48
Densidade de rochas . . . . . 23

## 3. Geoquímica

### 3.1 Amostragem

Sedimento de corrente . . . . . 435
Concentrado de bateia . . . . . 83
Rocha . . . . . 22

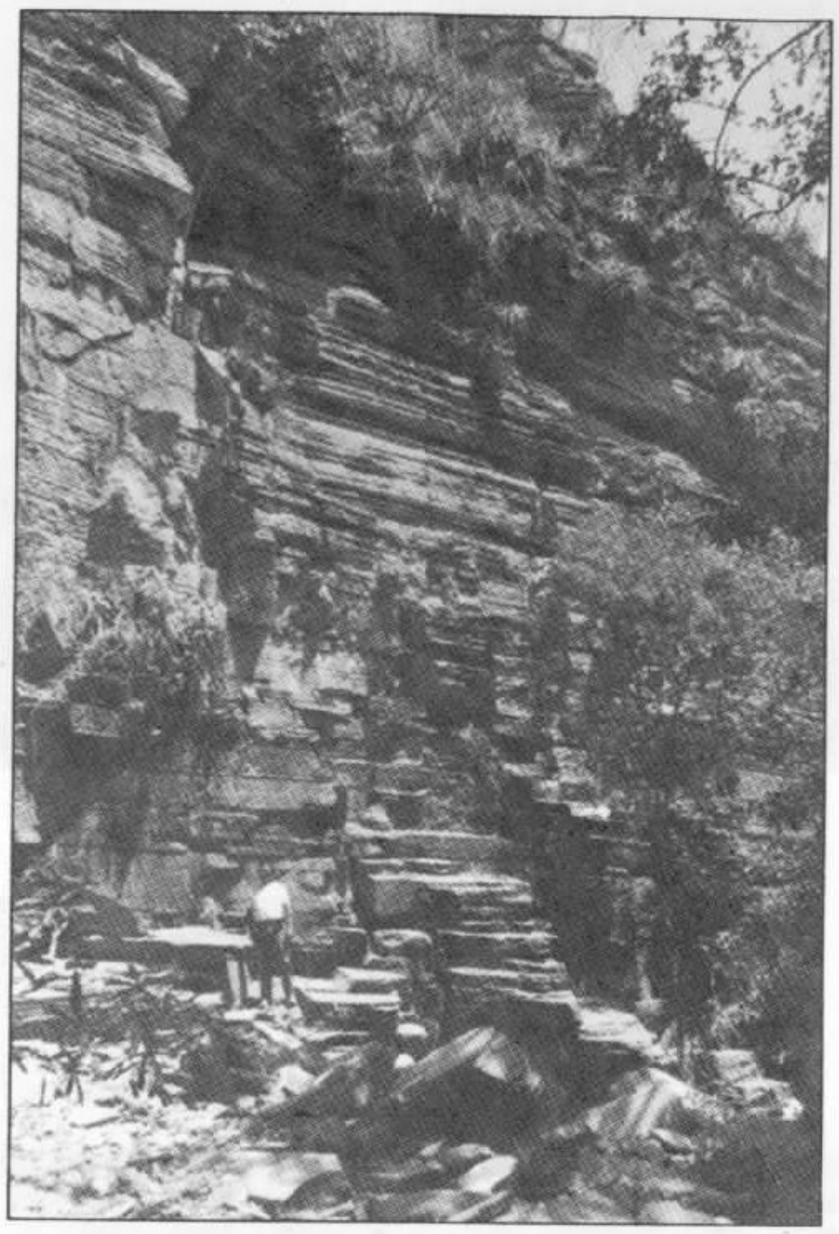
### 3.2 Análises de sedimentos de corrente

Espectrografia de emissão (30 elementos) . . . . . 435
Espectrometria de absorção atômica p/ Cu, Pb, Zn, Ni, Fe e Mn . . . . . 435

### 3.3 Análises de rocha

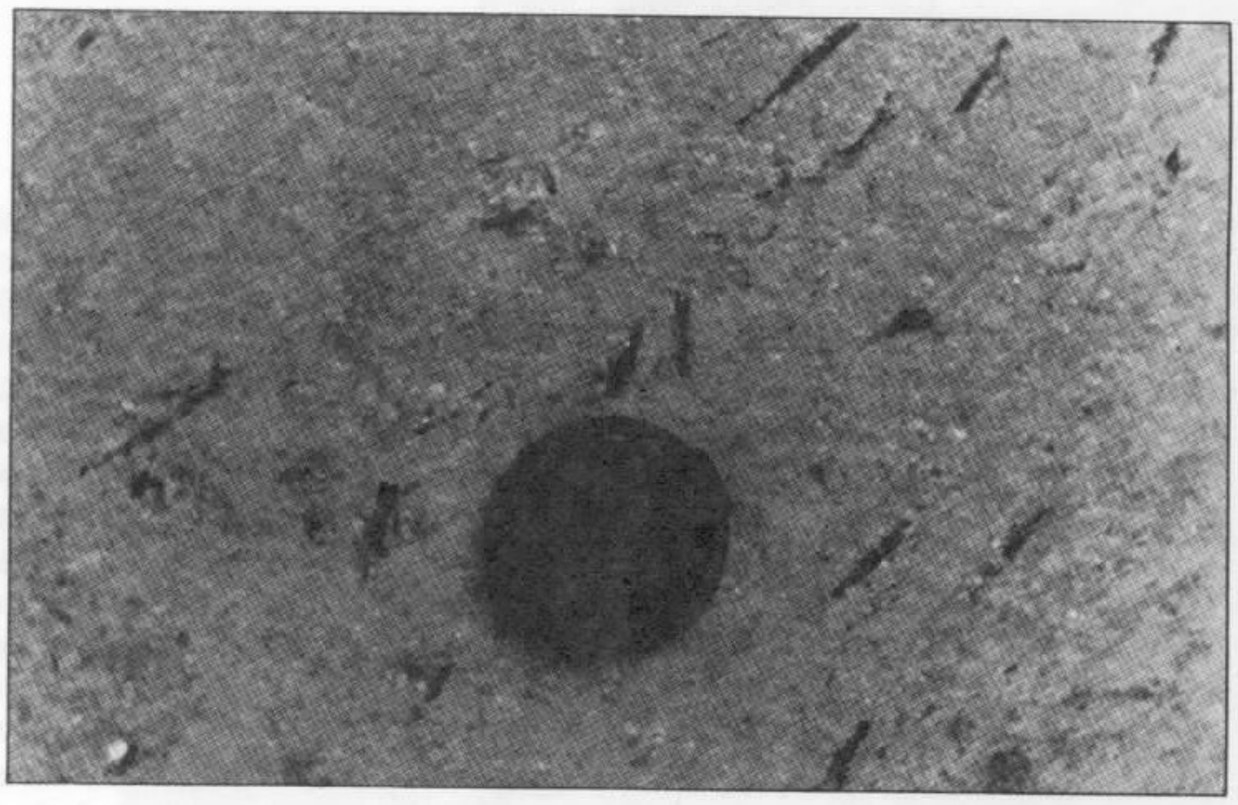
Espectrografia de emissão (30 elementos) . . . . . 32
Espectrometria de absorção atômica . . . . . 58
Fluorescência de raios X . . . . . 45
Quantitativa de óxidos . . . . . 342

# ILUSTRAÇÕES FOTOGRÁFICAS

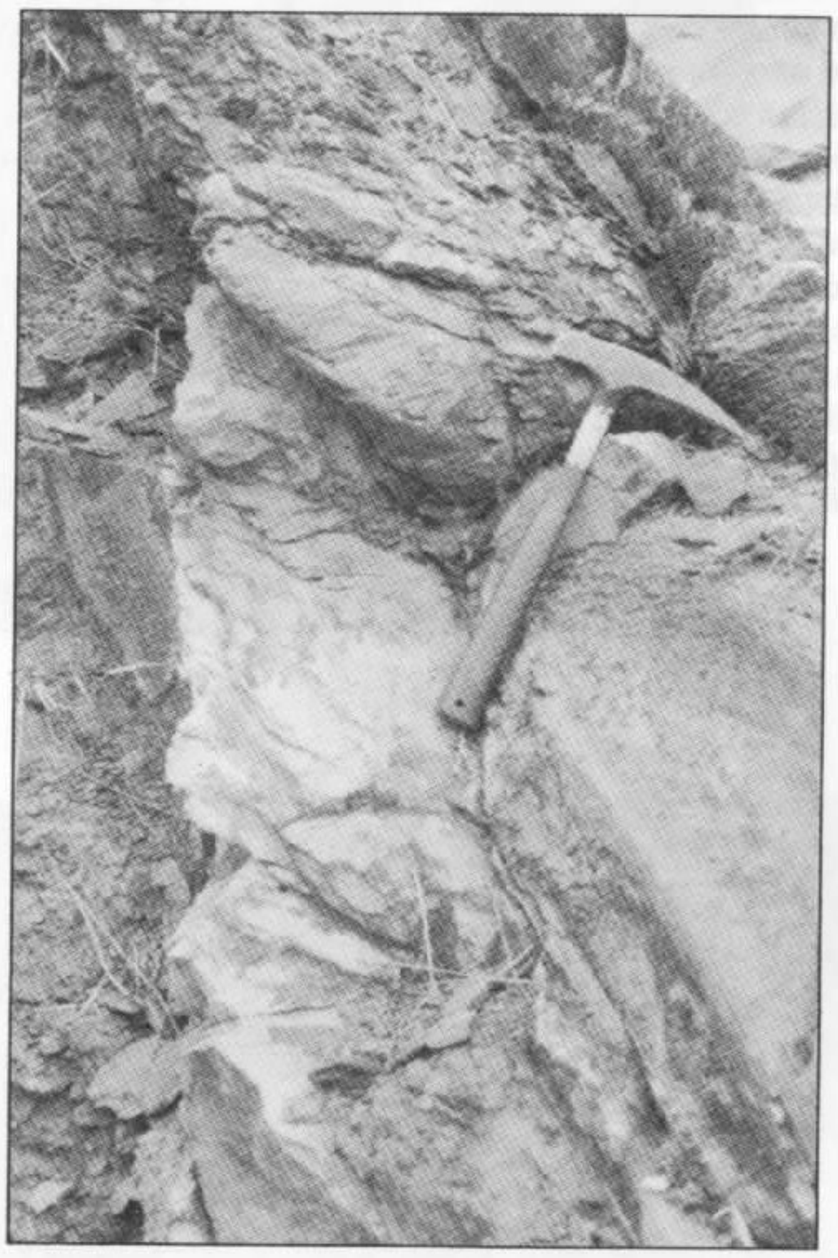


1

2



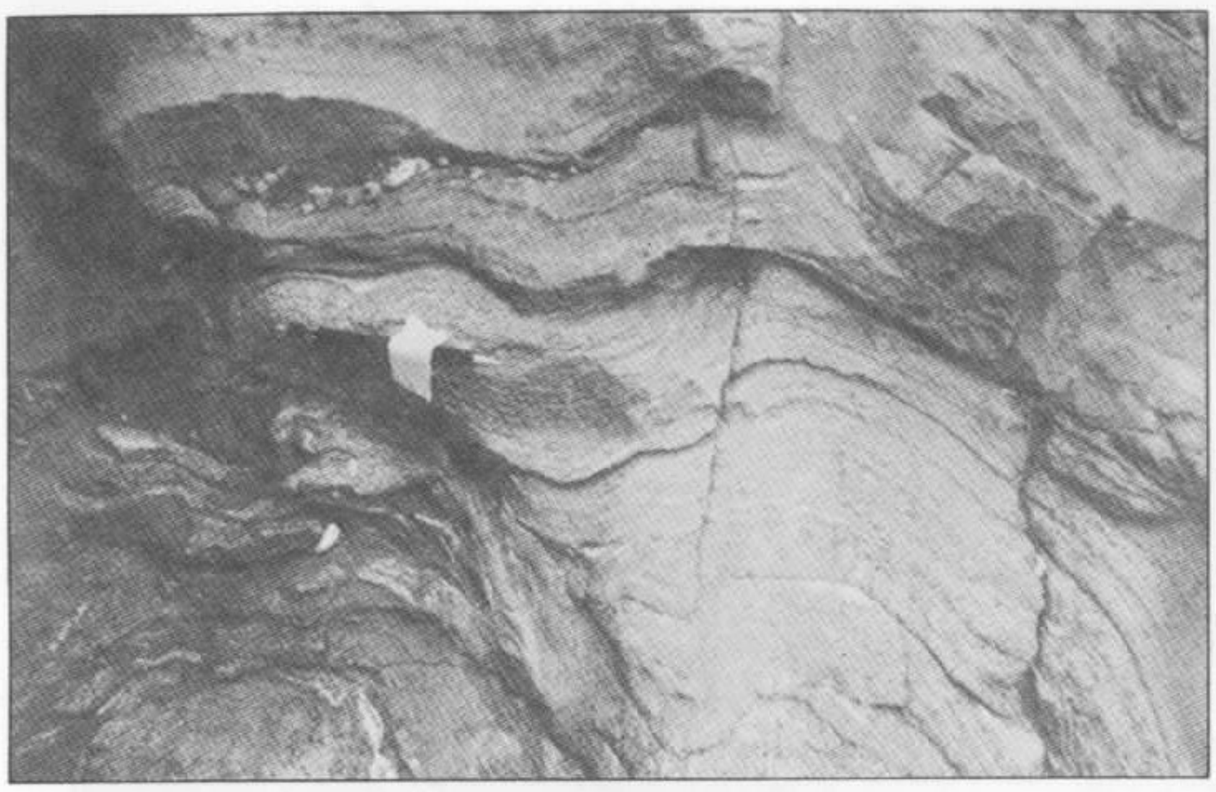
3



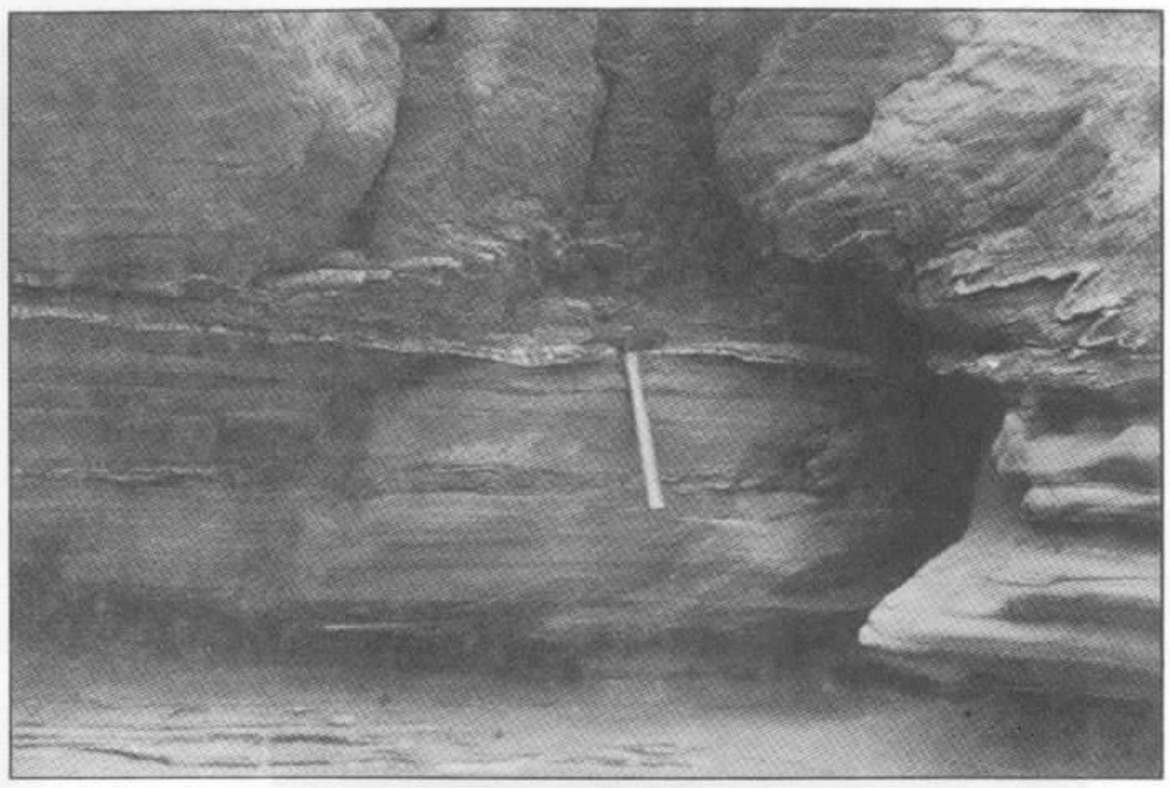
4

5

**Foto 1** – Muscovita-quartzito suborizontalizado em zona de terminação periantiformal. Aflo. JP-73 (riacho Sumidouro). **Foto 2** – Lineação de estiramento ($L_{x2}$) definida por cristais prismáticos de turmalina boudinados e rompidos. A rocha é um moscovita-quartzito. Aflo. JP-78. **Foto 3** – Lineação de estiramento ($L_{x2}$) definida por cristais prismáticos de turmalina boudinada. A rocha é um moscovita-quartzito. Aflo. JP-73 (riacho Sumidouro). **Foto 4** – "Dobra em bainha" (**sheath fold**) relacionada à tectônica tangencial $D_1$ e $D_2$. Afloramento BR-407, 500m a norte de Afrânio. **Foto 5** – "Dobra em bainha" (**sheath fold**) relacionada à tectônica tangencial $D_1$ e $D_2$. Afloramento BR-407, 500m a norte de Afrânio.



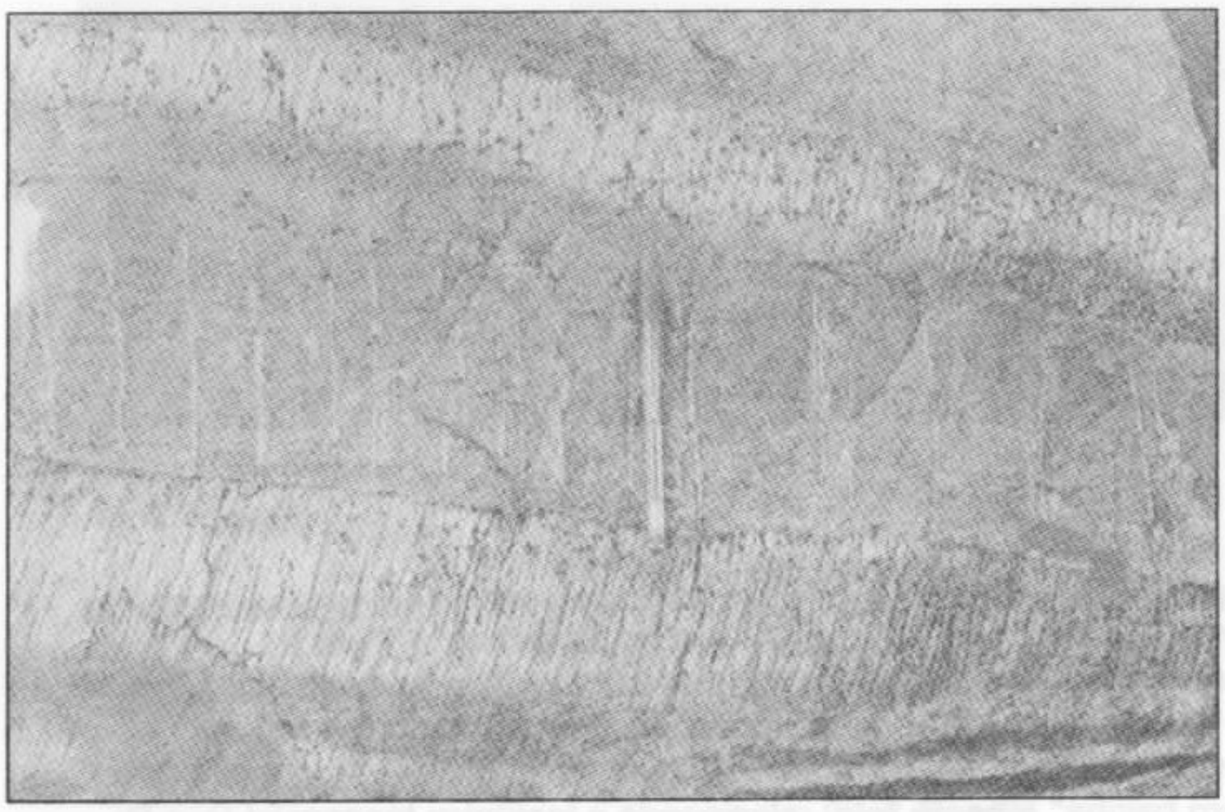
6



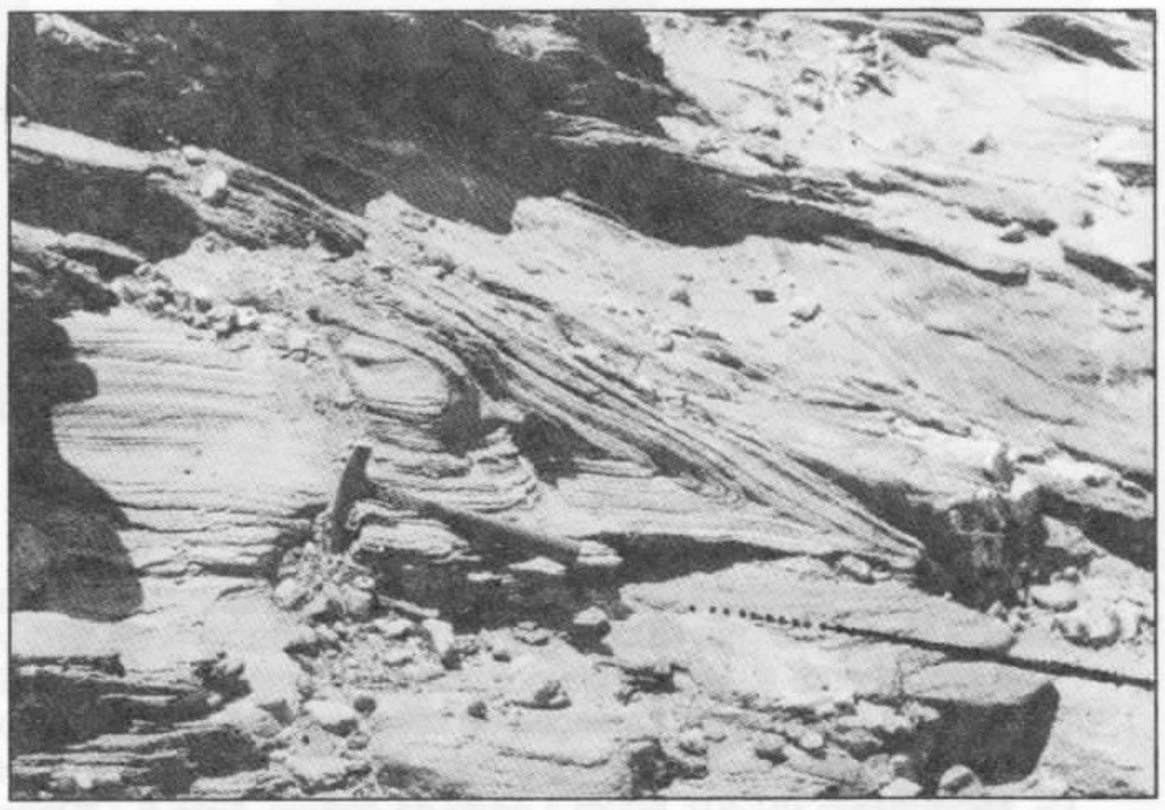
7

8

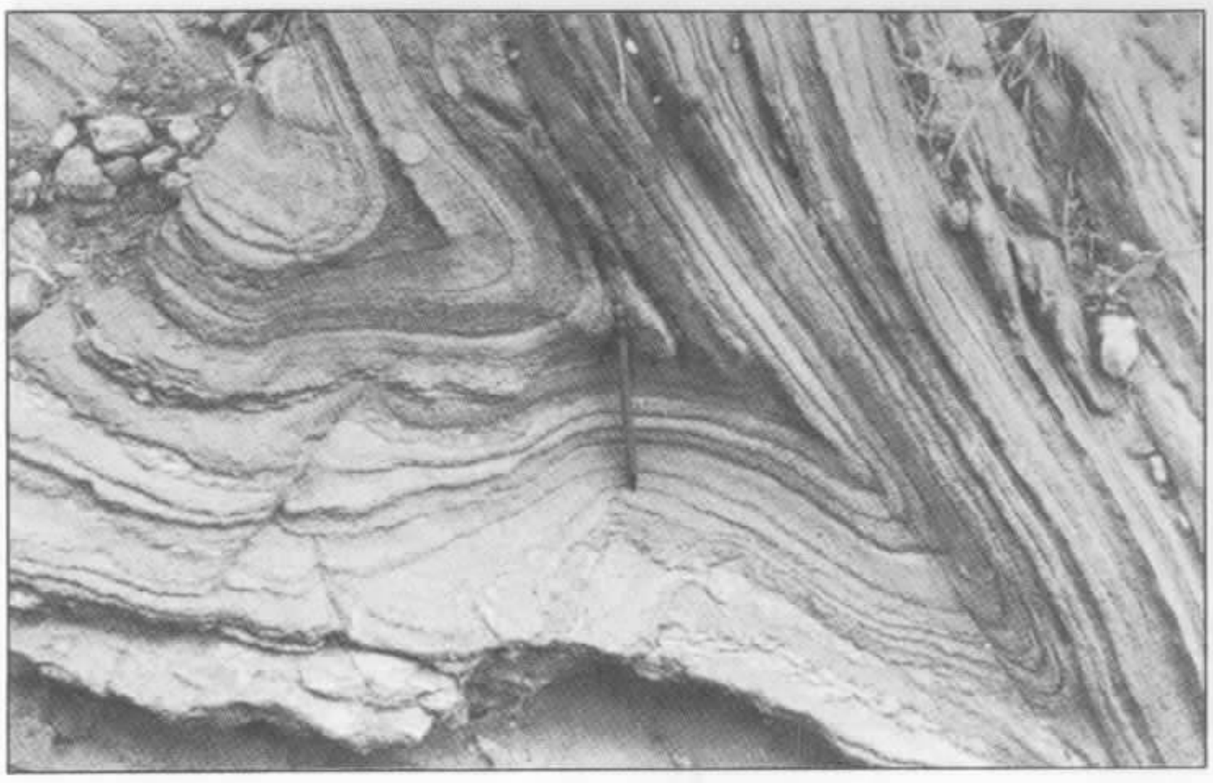
**Foto 6** – Padrão de interferência tipo bumerangue marcado pela superposição de dobras $D_3$ com superfície axial verticalizada e dobras $D_2$ , isoclinais, recumbentes. Afloramento no riacho da Boa Vista. **Foto 7** – Aspecto geral da deposição rítmica da metagrauvaca turbidítica feldspática, mostrando horizonte inferior mais psamítico e o superior mais pelítico, com bons marcadores da deformação, onde se observam dobras $D_2$ . Aflo. JP-85. **Foto 8** – Metagrauvaca turbidítica feldspática exibindo alternância de níveis pelíticos e psamíticos, onde se observa $S_0$ paralelo a $S_1$, em alto ângulo com $S_2$, que desenvolve clivagem de crenulação nos níveis pelíticos, refratada, e passando a clivagem de fratura nos níveis psamíticos. Aflo. JP-84, proximidades de Porção de Afrânio. **Foto 9** – Metagrauvaca turbidítica feldspática exibindo alternância de níveis pelíticos e psamíticos, onde se observa $S_0$ paralelo a $S_1$, em alto ângulo com $S_2$, que desenvolve clivagem de crenulação nos níveis pelíticos, refratada, e passando a clivagem de fratura nos níveis psamíticos. Aflo. JP-84, proximidades de Porção de Afrânio. **Foto 10** – Dobra $D_2$, apertada, recumbente, charneira angulosa, afetando metagrauvaca turbidítica feldspática com acamadamento $S_0$, paralelo a $S_1$. Aflo. JP-85, proximidades de Porção de Afrânio.



9



10

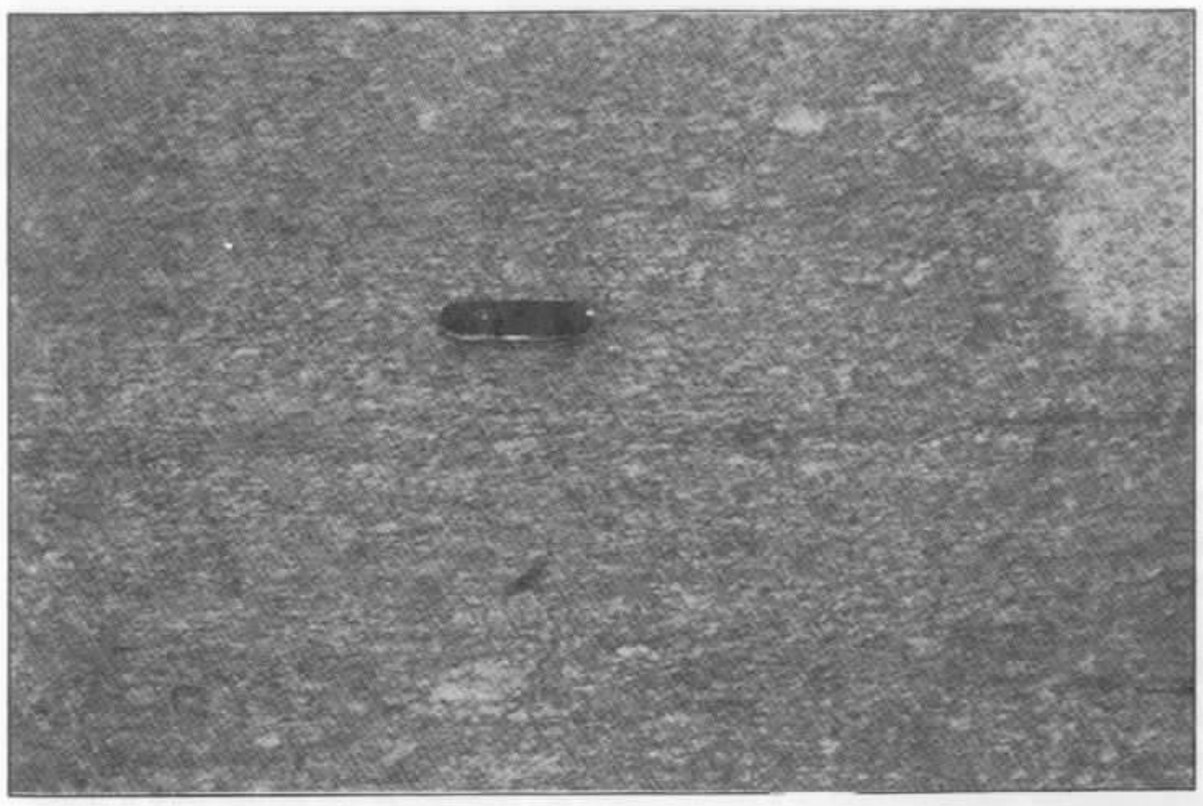


11

12

13

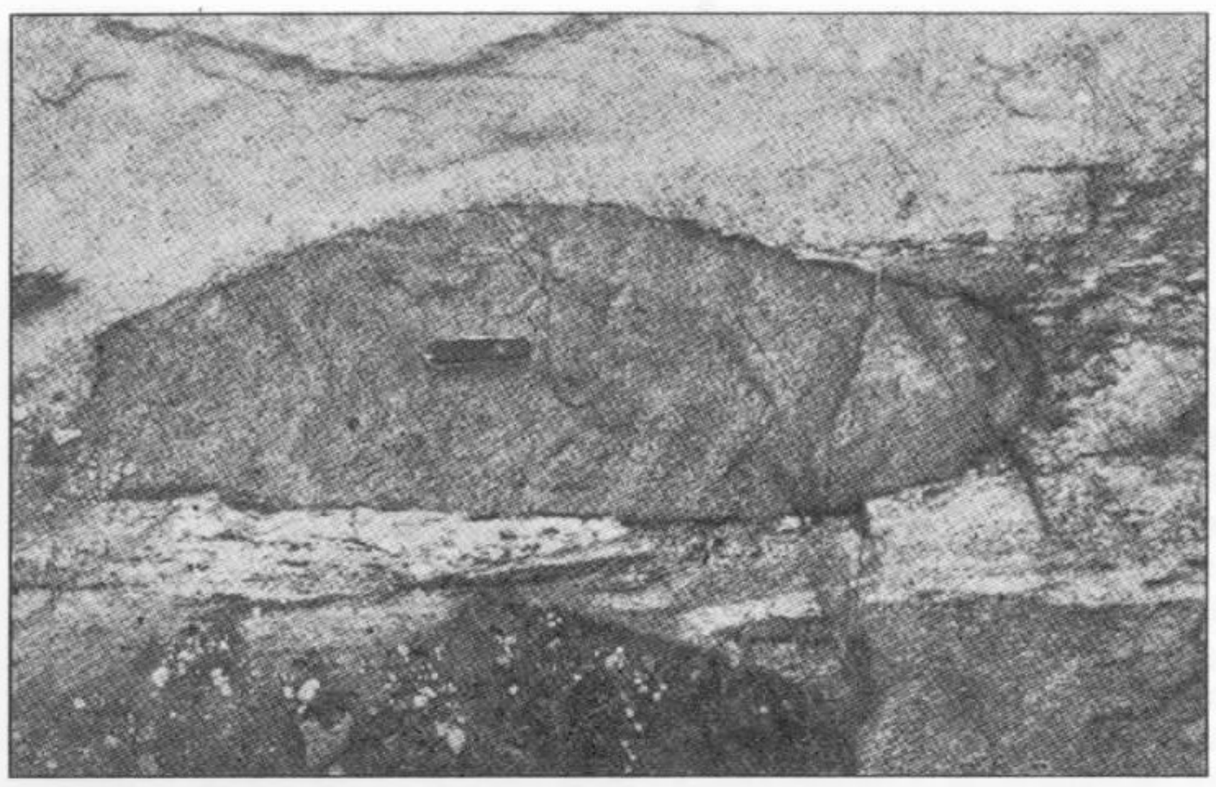
14



15

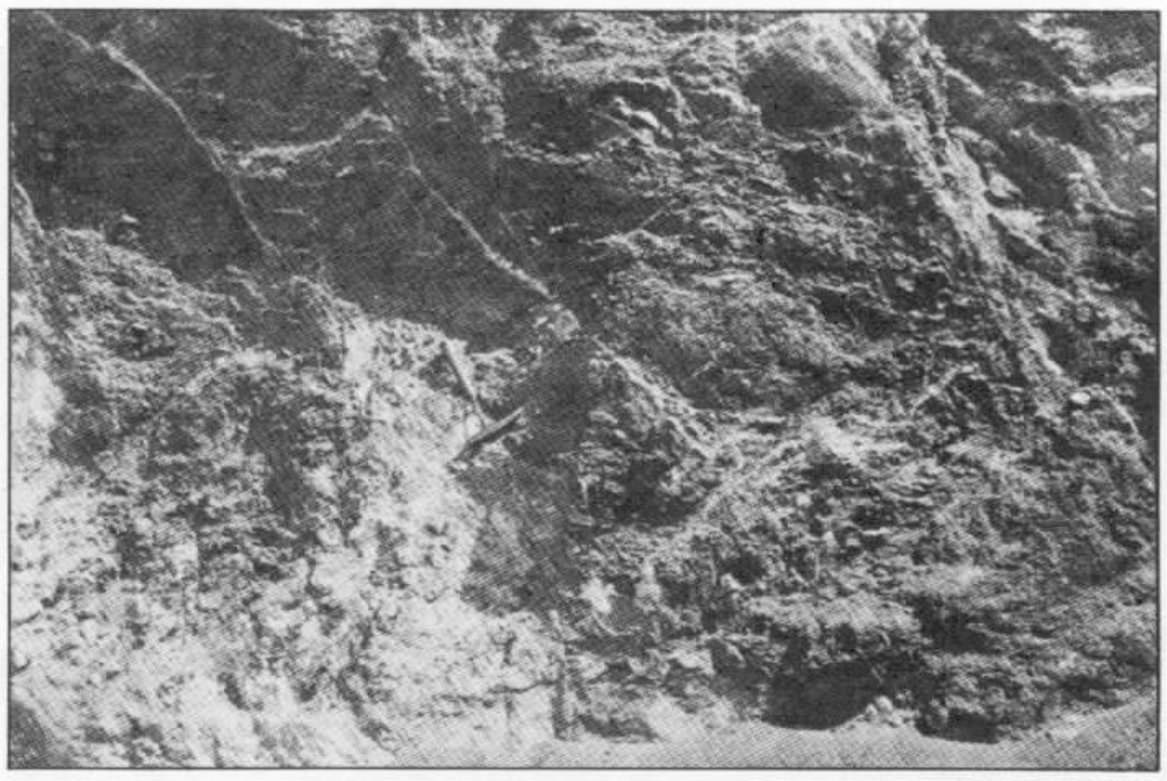
**Foto 11** – Detalhe da dobra $D_2$ da foto 10, mostrando clivagem de plano axial seccionando $S_1$ paralelo a $S_0$ em alto ângulo, na zona de charneira. Aflo. JP-85. **Foto 12** – Granada-biotita-xisto com **sheets** de felsito e/ou microgranito leucocrático. Observe-se a concordância com a foliação $S_2$. Aflo. JP-75. **Foto 13** – Processo de anatexia com desenvolvimento de blastese no micaxisto. Aflo. JP-34, localização a sul da cidade de Afrânio – BR-407. **Foto 14** – Processo de anatexia com desenvolvimento de blastese no micaxisto. Aflo. JP-34, localização a sul da cidade de Afrânio – BR-407. **Foto 15** – Feição linear bem desenvolvida vista em planta com aparecimento de sombras de pressão nos feldspatos. Observe-se delgada zona de cisalhamento no centro da foto. Aflo. TS-189.

16



17

18



19

20

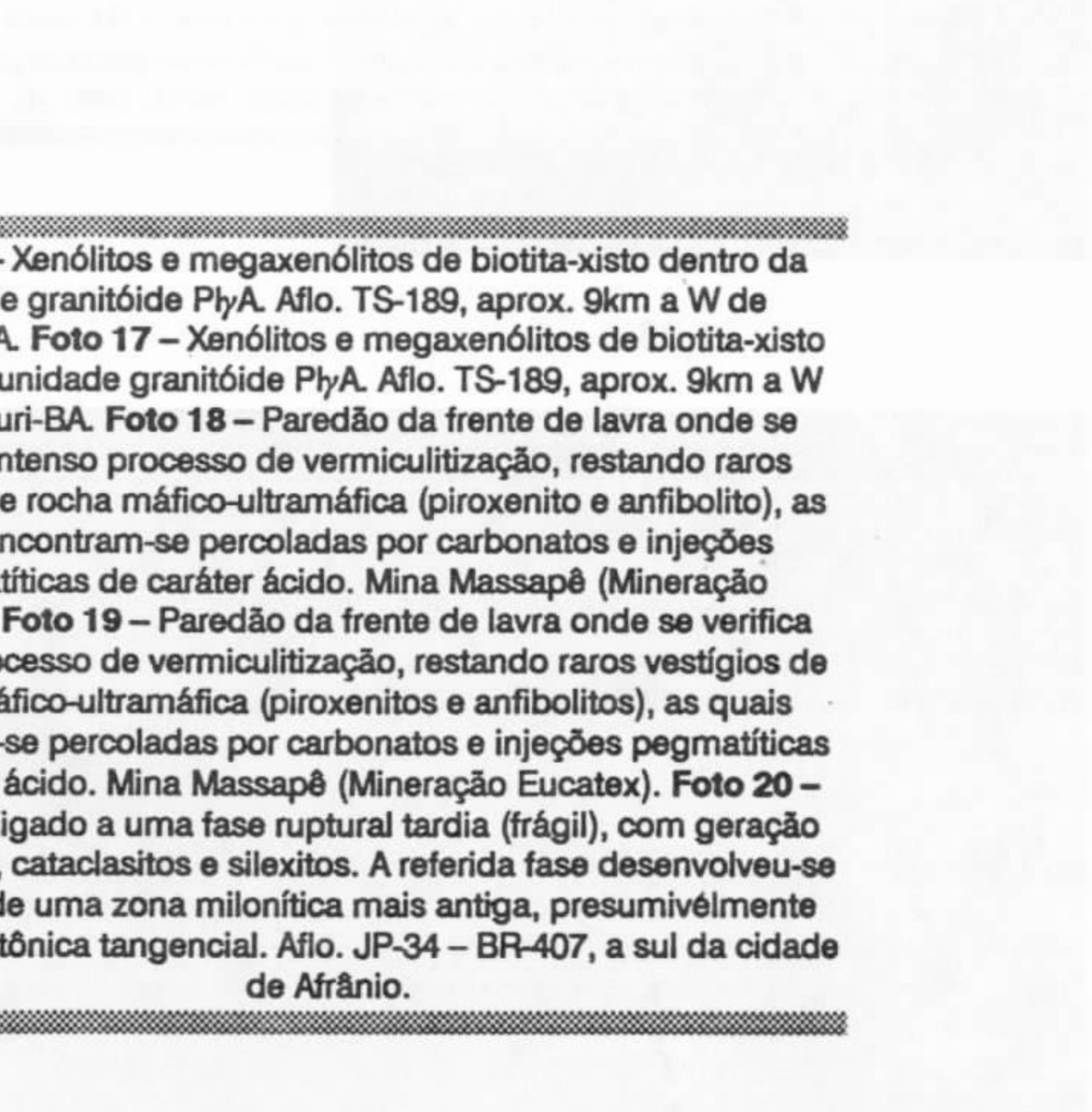
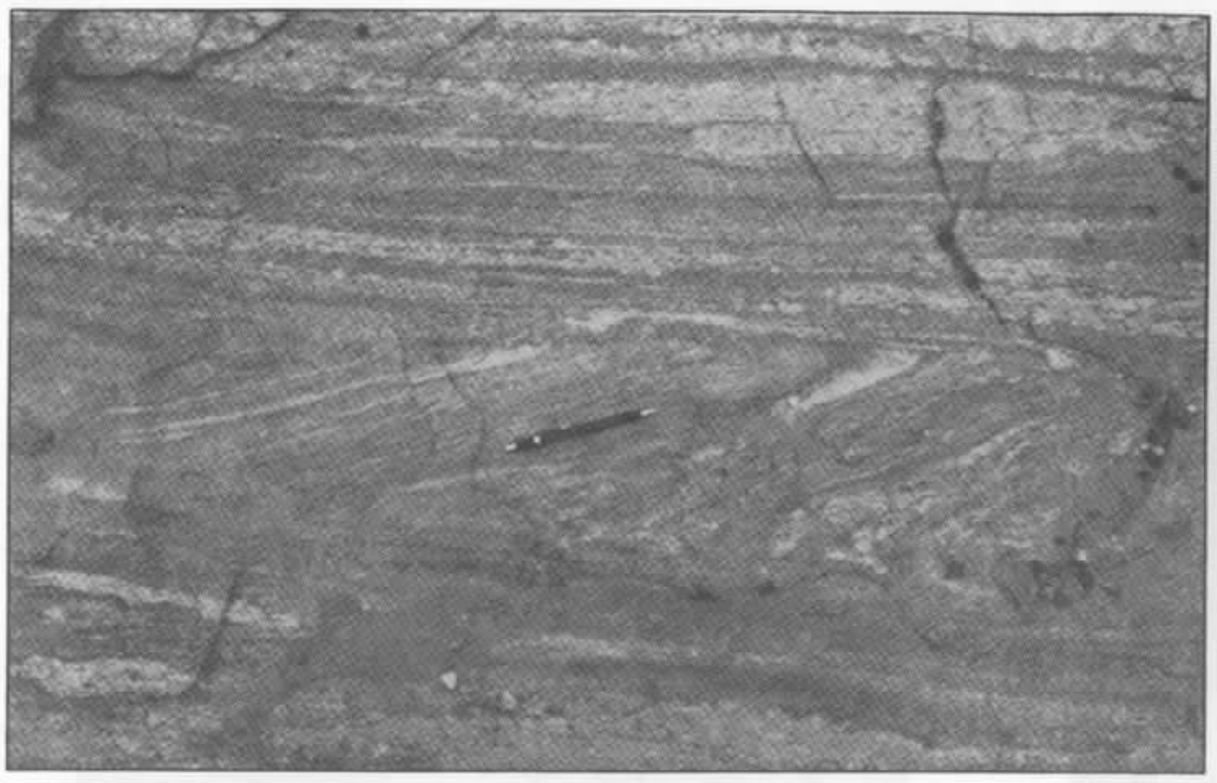


**Foto 16** – Xenólitos e megaxenólitos de biotita-xisto dentro da unidade granitóide PłyA. Aflo. TS-189, aprox. 9km a W de Ouricuri-BA. **Foto 17** – Xenólitos e megaxenólitos de biotita-xisto dentro da unidade granitóide PłyA. Aflo. TS-189, aprox. 9km a W de Ouricuri-BA. **Foto 18** – Paredão da frente de lavra onde se verifica intenso processo de vermiculitização, restando raros vestígios de rocha máfico-ultramáfica (piroxenito e anfibolito), as quais encontram-se percoladas por carbonatos e injeções pegmatíticas de caráter ácido. Mina Massapê (Mineração Eucatex). **Foto 19** – Paredão da frente de lavra onde se verifica intenso processo de vermiculitização, restando raros vestígios de rocha máfico-ultramáfica (piroxenitos e anfibolitos), as quais encontram-se percoladas por carbonatos e injeções pegmatíticas de caráter ácido. Mina Massapê (Mineração Eucatex). **Foto 20** – Tectonito ligado a uma fase ruptural tardia (frágil), com geração de brechas, cataclasitos e silexitos. A referida fase desenvolveu-se em cima de uma zona milonítica mais antiga, presumivélmente ligada à tectônica tangencial. Aflo. JP-34 – BR-407, a sul da cidade de Afrânio.

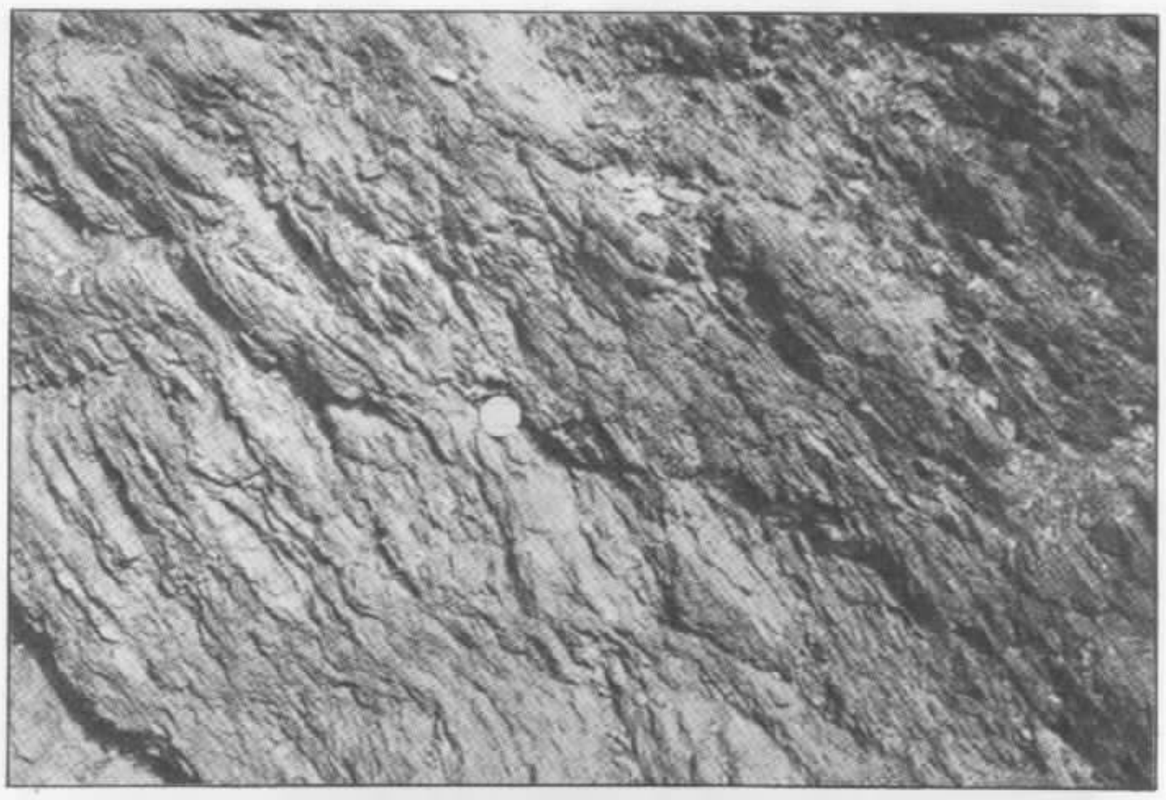


21

22

23

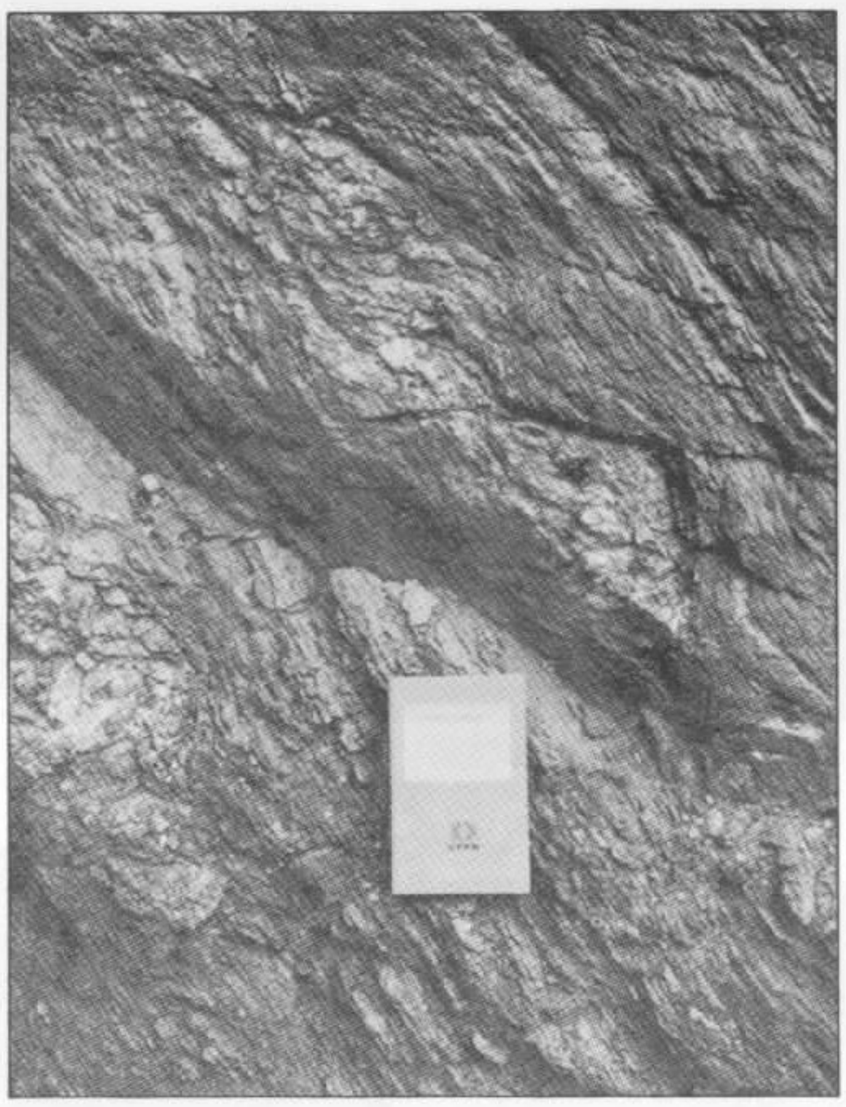
24



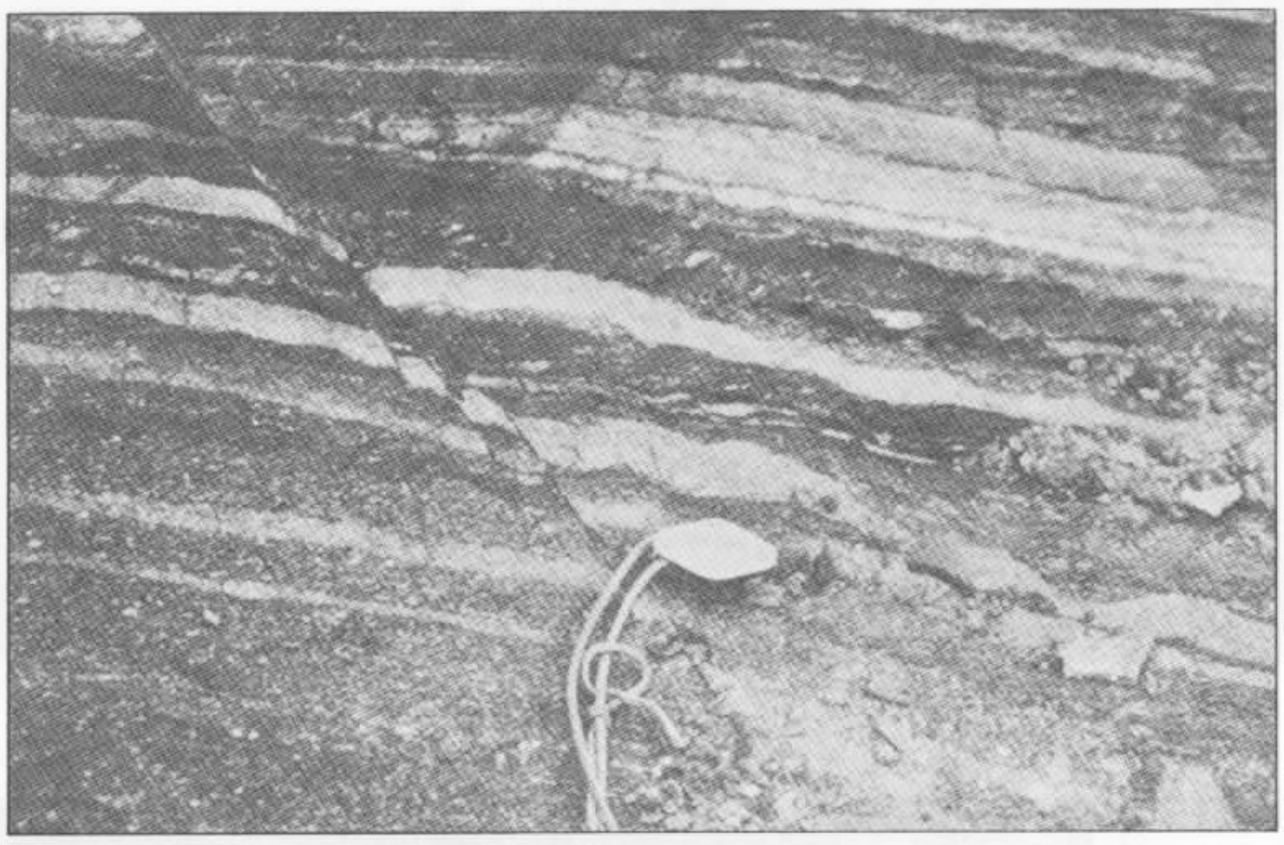
25

**Foto 21** – Interação de granitóide quartzofeldspático com metaplutônicas gnaissificadas do embasamento. Seção horizontal correspondente ao afloramento TS-348, localizado na zona de transição embasamento do Cráton-Faixa Dobrada. **Foto 22** – Relações geométricas entre estruturas geradas em dois estágios distintos ($D_1$ e $D_2$) da deformação tangencial. A rocha afetada é um metarritmito da unidade Plxtgvf. Aflo. JP-84. **Foto 23** – Dobra isoclinal recumbente $F_2$, com charneira girada p/direção de empurrões $D_1/D_2$. Xistosidade de plano axial penetrativa e linha de charneira paralela à escala. Riacho Boa Vista (próximo a Porção de Afrânio). **Foto 24** – Minidobras $D_2$, assimétricas em metarritmito. Apresentam assimetria bem definida com clivagem de transposição planoaxial variando de fraca a incipiente ou clivagem de crenulação a transposição. Afloramento AV-16, localizado no domínio das metragrauvacas turbidíticas, próximo à Porção Afrânio. **Foto 25** – Relações S-C-C', indicando transporte tectônico. Mergulho abaixo (norte). BR-407, aproximadamente 5km a sul de Afrânio.

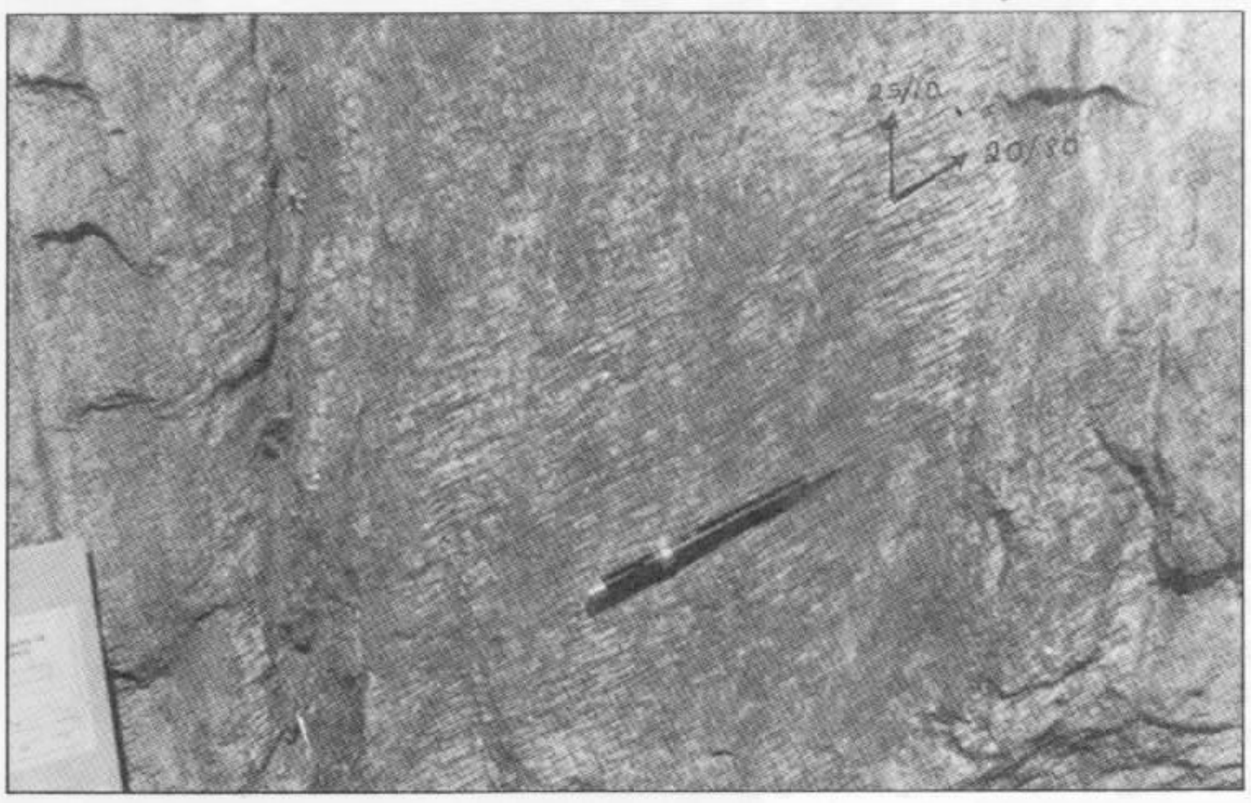
26



27

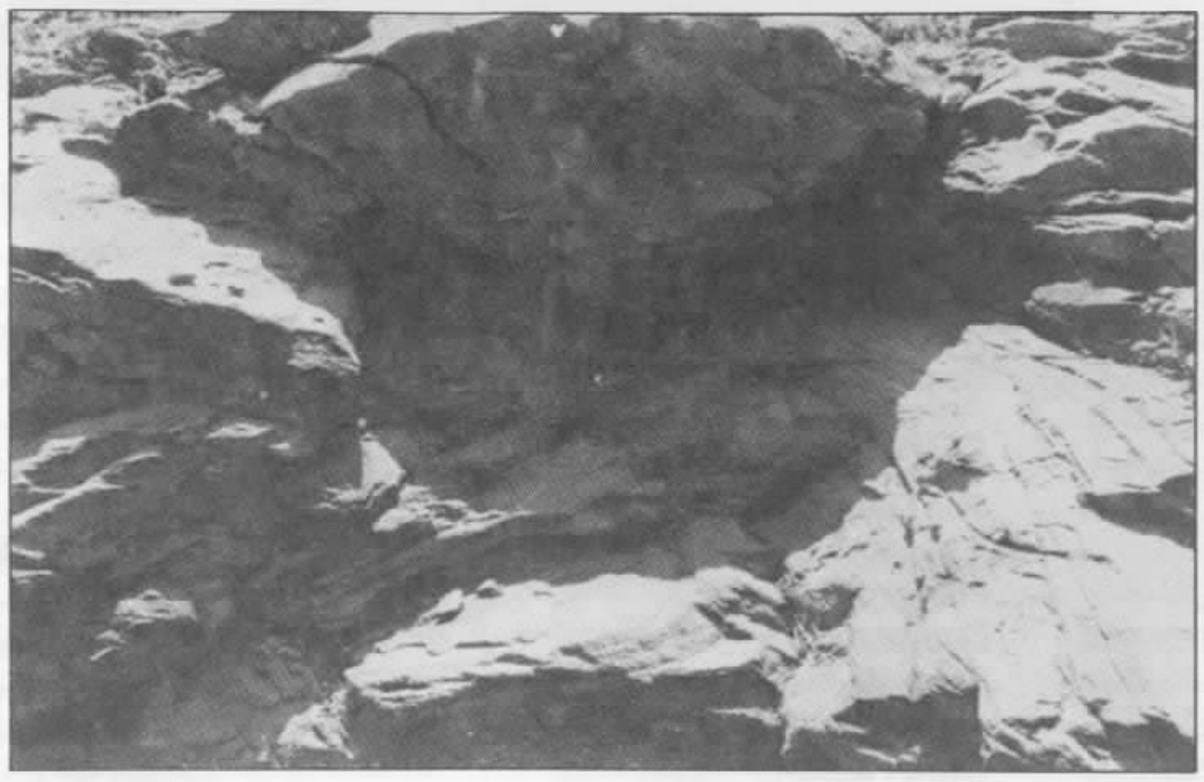


28




29

**Foto 26** – Biotita-xisto com foliação de baixo ângulo ($S_2$), forte lineação de estiramento ($L_{x2}$) paralela aos eixos de "dobras em bainha". Corte perpendicular ao eixo "X" do elipsóide de deformação. Aflo. TS-18. **Foto 27** – Feições geométricas indicativas do movimento tangencial ligado às fases 1 e 2. BR-407, 5km a sul de Afrânio. **Foto 28** – Bandamento milonítico desenvolvido em micaxisto injetado por **sheets** de leucogranitóide, onde se observa localmente desenvolvimento de blastese. Próximo à cidade de Afrânio. **Foto 29** – Interseção de duas clivagens de crenulação: $lb_2$, paralela à escala, e $lb_3$, em alto ângulo com a direção de $lb_2$. Aflo. JP-82.



30

31

32

**Foto 30** – Padrão de interferência tipo laço, entre $F_2$ (recumbente isoclinal) e $F_3$ (dobras abertas e onduladas). Aflo. JP-84. **Foto 31** – Ondulações suaves com superfície axial verticalizada relacionadas a $D_3$. Metagrauvaca turbidítica, proximidades de Porção de Afrânio. Aflo. AV-16. **Foto 32** – Pseudo-seixos de quartzo imbricados. Boudinagem assimétrica em veios de quartzo paralela a $S_2$, indicando extensão paralela a $S_2$, seguida de encurtamento. Aflo. JP-73 (riacho Sumidouro).

# *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (período 1985 – 1991)*

## Folhas em Execução

| | |
|---|---|
| NA.19-X-C | -[1] |
| NA.19-X-D | -[1] |
| NA.19-Y-B | Rio Aiari [1] |
| NA.19-Y-D | Iauarete [1] |
| NA.19-Z-A | Rio Icana [1] |
| NA.19-Z-B | Cucuí [1] |
| NA.19-Z-C | Rio Uaupés [1] |
| NA.19-Z-D | Pico da Neblina [1] |
| NA.20-X-C-III | Paredão [1] |
| NA.20-X-C-VI | Serra do Ajarani [1] |
| SA.19-V-B | -[1] |
| SA.19-X-A | Rio Curicuriari [1] |
| SA.19-X-B | São Gabriel da Cachoeira [1] |
| SA.23-V-D/ | Turiaçu/ [4] |
| SA.23-Y-B | Pinheiro [4] |
| SA.23-X-C/ | Cururupu/ [4] |
| SA.23-Z-A | São Luís [4] |
| SA.23-Z-C | Itapecuru-Mirim [4] |
| SB.22-X-C | Serra Pelada [4] |
| SB.22-X-D | Marabá [4] |
| SB.22-Y-B | São Félix do Xingu [4] |
| SB.22-Z-B | Xambioá [4] |
| SB.22-Z-D | Araguaína [4] |
| SC.22-X-B | Conceição do Araguaia [4] |
| SB.23-V-A | Rio Cajuapará [4] |
| SB.24-V-D-V | Mombaça [1] |
| SB.24-Y-B-II | Catarina [1] |
| SC.22-X-A | Redenção [4] |
| SC.22-Z-C | Xinguara [4] |
| SC.24-X-D-V | Arapiraca [1] |
| SD.21-Y-C-II | Pontes e Lacerda [1] |
| SD.22-Z-C-VI | Itaguaru [1] |
| SD.22-Z-D-IV | Jaraguá [1] |
| SD.22-Z-D-V | Pirenópolis [1] |
| SD-23-Z-D-II | Monte Azul [3] |
| SD.23-Z-D-V | Rio Pardo de Minas [3] |
| SE.22-X-A-III | Itaberaí [1] |
| SE.22-X-A-VI | Nazário [1] |
| SE.22-X-B-I | Nerópolis [1] |
| SE.22-X-B-II | Anápolis [1] |
| SE.22-X-B-IV | Goiânia [1] |
| SE.22-X-B-V | Leopoldo Bulhões [1] |
| SE.22-X-B-VI | Caraíba [1] |
| SE.24-Y-C-V | Baixo Guandu [1] |
| SE.24-Y-C-VI | Colatina [1] |
| SF.23-X-B-I | Mariana [1] |
| SF.23-X-D-I | Rio Pomba [1] |
| SF.24-V-A-II | Afonso Cláudio [1] |
| SF.24-V-A-III | Domingos Martins [1] |
| SF.24-V-A-V | Cachoeiro Itapemirim [1] |
| SF.24-V-A-VI | Piuma [1] |
| SG.22-X-C-III.4 | Campo Largo [7] |
| SG.22-X-C-VI.2 | Contenda [7] |
| SG.22-X-D-I.1 | Rio Branco do Sul [7] |
| SG.22-X-D-I.3 | Curitiba [7] |
| SG.22-X-D-I.4 | Piraquara [7] |
| SG.22-X-D-IV.1 | Araucária [7] |
| SG.22-X-D-IV.2 | São José dos Pinhais [7] |
| SG.22-X-D-IV.3 | Mandirituba [7] |
| SG.22-Z-D-I.2/ | Botuverá/ [1] |
| SG.22-Z-D-II.1 | Brusque [1] |
| SG.22-Z-D-V | Florianópolis [1] |
| SH.22-V-C-IV | Santa Maria [3] |
| SH.22-Y-A-I.4 | Passo do Salsinho [1] |
| SH.22-Y-C-II | Piratini [1] |

## Folhas Concluídas

### Impressas

| | |
|---|---|
| NB.20-Z-B-V | - [1] |
| NB.20-Z-B-VI | - [1] |
| NB.20-Z-D-II | Rio Quino [1] |
| NB.20-Z-D-III | - [1] |
| NB.20-Z-D-V | Vila Pereira [1] |
| NB-20-Z-D-VI | Rio Viruquim [1] |
| NB.21-Y-A-IV | - [1] |
| NB.21-Y-C-I | - [1] |
| NB.21-Y-C-IV | - [1] |
| SA.22-Y-D | Altamira [4] |
| SA.23-Y-D | Santa Inês [4] |
| SB.22-Z-A | Serra dos Carajás [4] |
| SB.23-V-B | Vitorino Freire [4] |
| SB.23-V-C | Imperatriz [4] |
| SB.24-X-B/D | Areia Branca/Mossoró [2] |
| SB.24-Y-C-V | Patos [1] |
| SB.24-Y-C-VI | Simões [1] |
| SB.24-Z-B-II | Currais Novos [3] |
| SB.24-Z-B-V | Jardim do Seridó [3] |
| SB.24-Z-C | Serra Talhada [2] |
| SB.24-Z-C-VI | Afogados da Ingazeira [1] |
| SB.24-Z-D-IV | Monteiro [1] |
| SB.25-V-C | Natal [2] |
| SB.25-V-C-IV | João Câmara [1] |
| SB.25-Y-C-V | Limoeiro [1] |
| SC.20-V-B-V | Porto Velho [1] |
| SC.20-V-C-V | Abunã [1] |
| SC.20-V-C-VI | Mutumparaná [1] |
| SC.20-V-D-I | Jaciparaná [1] |
| SC.24-V-A-II | Paulistana [1] |
| SC.24-V-A-III | Santa Filomena [1] |
| SC.24-V-A-IV | Barra do Bonito [1] |
| SC.24-V-A-V | Afrânio [1] |
| SC.24-V-A-VI | Riacho do Caboclo [1] |
| SC.24-V-B-IV | Cristália [1] |
| SC.24-V-C-III | Petrolina [1] |
| SC.24-V-D | Uauá [2] |
| SC.24-V-D-I | Itamotinga [1] |
| SC.24-X-C-V | Santa Brígida [1] |
| SC.24-X-C-VI | Piranhas [1] |
| SC.24-Y-B | Senhor do Bonfim [2] |
| SC.24-Y-B-VI | Euclides da Cunha [3] |
| SC.24-Y-C | Jacobina [2] |
| SC.24-Y-D | Serrinha [2] |
| SC.24-Z-A-II | Jeremoabo [1] |
| SC.24-Z-A-III | Carira [1] |
| SC.25-V-A-II | Vitória de Sto. Antão [1] |
| SD.21-Z-A | Rosário do Oeste [2] |
| SD.21-Z-C | Cuiabá [2] |
| SD.22-X-D | Porangatu [2] |
| SD.22-Z-B | Uruaçu [2] |
| SD.22-Z-C | Ceres [2] |
| SD.22-Z-D | Goianésia [2] |
| SD.23-X-B | Ibotirama [2] |
| SD.23-X-D | Bom Jesus da Lapa [2] |
| SD.23-Y-C | Brasília [2] |
| SD.23-Y-D | Buritis [2] |
| SD.23-Z-D-IV | Janaúba [3] |
| SD.24-V-A-II | Utinga [1] |
| SD.24.V-A-V | Lençóis [1] |
| SD.24-V-C | Livramento do Brumado [2] |
| SD.24-V-C-II | Mucugê [1] |
| SD.24-Y-A | Vitória da Conquista [2] |
| SE.22-V-B | Iporá [2] |
| SE.22-X-A | S. Luís de Montes Belos [2] |
| SE.22-X-B | Goiânia [2] |
| SE.22-X-D | Morrinhos [2] |
| SE.23-V-B | São Romão [2] |
| SE.23-Z-B | Guanhães 2 |
| SE.23-Z-C | Belo Horizonte [2] |
| SE.23-Z-D | Ipatinga [2] |
| SF.23-V-D-V.4 | São Gonçalo do Sapucaí [1] |
| SF.23-X-B-II | Ponte Nova |
| SF.23-X-B-IV | Rio Espera [1] |
| SF.23-X-C-III | Barbacena [1] |
| SF.23-X-C-IV | Lima Duarte [1] |
| SF.23-Y-B-II.2 | Heliodora [1] |
| SG.22-Z-B | Joinvile [2] |
| SH.22-Y-A | Cachoeira do Sul [2] |

### Em editoração

| | |
|---|---|
| SB.24-Z-D-I | Patos [1] |
| SB.24-Z-D-II | Juazeirinho [1] |
| SC.24-Y-D-II | Gavião [1] |
| SC.24-Y-D-IV | Mundo Novo [1] |
| SC.24-Y-D-V | Pintadas [1] |
| SC.24-Y-D-VI | Serrinha [1] |
| SD.24-Y-B-V | Ibicaraí [1] |
| SD.24-Y-B-VI | Itabuna [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 Guaŕita [2] |
| SC.22-X-D | Miracema do Norte [2] |
| SC.22-Z-B | Porto Nacional [2] |
| SC.22-Z-D | Gurupi [2] |
| SC.23-X-D | São Raimundo Nonato [2] |
| SC.23-Y-C | Natividade [2] |
| SC.23-Z-B | Xique-Xique [2] |
| SC.23-Z-D | Barra [2] |
| SC.24-V-A | Paulistana [2] |
| SC.24-V-B | Salgueiro [2] |
| SC.24-X-A | Floresta [2] |
| SC.24-X-B | Garanhuns 2 |
| SC.24-X-C | Paulo Afonso [2] |
| SC.24-X-D | Santana do Ipanema [2] |
| SC.24-Y-A | Mirangaba [2] |
| SC.24-Z-A | Jeremoabo [2] |
| SC.24-Z-B/D | Aracaju/Estância [2] |
| SC.24-Z-C | Tobias Barreto [2] |
| SC.25-V-A | Recife [2] |
| SC.25-V-C | Maceió [2] |
| SD.20-V-B | Príncipe da Beira [2] |
| SD.20-X-A | Pedras Negras [2] |
| SD.20-X-B | Vilhena [2] |
| SD.20-X-C | Ilha do Sossego [2] |
| SD.20-X-D | Pimenteiras [2] |
| SD.21-Y-C | Mato Grosso [2] |
| SD.21-Y-D | Barra do Bugres [2] |
| SD.22-X-A | Araguaçu [2] |
| SD.22-X-B | Alvorada [2] |
| SD.22-X-C | São Miguel do Araguaia [2] |
| SD.22-Y-D | Barra do Garças [2] |
| SD.22-Z-A | Mozarlândia [2] |
| SD.23-V-A | Arraias [2] |
| SD.23-V-C | Campos Belos [2] |
| SD.23-X-A | Barreiras [2] |
| SD.23-X-C | Santa Maria da Vitoria [2] |
| SD.23-Y-A | São João d'Aliança [2] |
| SD.23-Z-A | Manga [2] |
| SD.23-Z-B | Guanambi [2] |
| SD.24-V-A | Seabra [2] |
| SD.24-V-B | Itaberaba [2] |
| SD.24-V-D/ | Jequié/ [2] |
| SD.24-X-C | Jaguaribe [2] |
| SD.24-X-A | Salvador [2] |
| SD.24-Y-B/ | Ilhéus/ [2] |
| SD.24-Z-A | Itacaré [2] |
| SD.24-Y-C | Rio Pardo [2] |
| SD.24-Y-D/ | Itapetinga/ [2] |
| SD.24-Z-C | Canavieiras [2] |
| SE.21-V-D-V | Morraria do Ínsua [1] |
| SE.21-Y-B-II | Lagoa de Mandioré [1] |
| SE.21-Y-B-III | Amolar [1] |
| SE.23-V-A | Unaí [2] |
| SE.23-V-C | Paracatu [2] |
| SE.23-V-D | João Pinheiro [2] |
| SE.23-X-A | Montes Claros [2] |
| SE.23-X-B | Araçuaí [2] |
| SE.23-X-C | Pirapora [2] |
| SE.23-X-D | Capelinha [2] |
| SE.23-Y-A | Patos de Minas [2] |
| SE.23-Y-B | Três Marias [2] |
| SE.23-Y-C | Uberaba [2] |
| SE.23-Y-D | Bom Despacho [2] |
| SE.23-Z-A | Curvelo [2] |
| SE.24-V-C | Teófilo Otoni [2] |
| SE.24-Y-A | Governador Valadares [2] |
| SE.24-Y-C | Colatina [2] |
| SF.21-V-B | Baía Negra [2] |
| SF.21-X-A | Miranda [2] |
| SF.23-V-A-II.2 | Rio São Lourensinho [7] |
| SF.23-V-A-III.1 | Itanhaem [7] |
| SF.23-V-A-III.2 | Mangagua [7] |
| SF.23-Y-A-V.4 | Campinas [7] |
| SF.23-Y-A-VI.3 | Valinhos [7] |
| SF.23-Y-C-II.2 | Indaiatuba [7] |
| SF.23-Y-C-II.4 | Cabreúva [7] |
| SF.23-Y-C-III.1 | Jundiaí [7] |
| SF.23-Y-C-III.2 | Atibaia [7] |
| SF.23-Y-C-III.3 | Santana do Parnaíba [7] |
| SF.23-Y-C-III.4 | Guarulhos [7] |
| SF.23-Y-C-V.2 | São Roque [7] |
| SF.23-Y-C-V.4 | Juquitiba [7] |
| SF.23-Y-C-VI.1 | Itapecerica da Serra [7] |
| SF.23-Y-C-VI.2 | São Paulo [7] |
| SF.23-Y-C-VI.3 | Imbu-Guaçu [7] |
| SF.23-Y-C-VI.4 | Riacho Grande [7] |
| SF.23-Y-D-I.1 | Piracaia [7] |
| SF.23-Y-D-I.2 | Igaratá [7] |
| SF.23-Y-D-I.3 | Itaquaquecetuba [7] |
| SF.23-Y-D-I.4 | Santa Isabel [7] |
| SF.23-Y-D-II.3 | Jacareí [7] |
| SF.23-Y-D-IV.1 | Suzano (Mauá) [7] |
| SF.23-Y-D-IV.2 | Mogi das Cruzes [7] |
| SF.23-Y-D-IV.3 | Santos [7] |
| SF.23-Y-D-IV.4 | Bertioga [7] |
| SF.23-Y-D-V.1 | Salesópolis [7] |
| SF.23-Y-D-V.2 | Pico do Papagaio [7] |
| SF.23-V-A | Franca [2] |
| SF.23-V-B | Furnas [2] |
| SF.23-V-C | Ribeirão Preto [2] |
| SF.23-V-D | Varginha [2] |
| SF.23-X-A | Divinópolis [2] |
| SF.23-X-B | Ponte Nova [2] |
| SF.23-X-C | Barbacena [2] |
| SF.23-X-D | Juiz de Fora [2] |
| SF.23-Y-A | Campinas [2] |
| SF.23-Y-B | Guaratinguetá [2] |
| SF.23-Y-C | São Paulo [2] |
| SF.23-Y-D | Santos [2] |
| SG.22-X-A | Telêmaco Borba [2] |
| SG.22-X-B/ | Itararé/ [2] |
| SG.22-X-C | Ponta Grossa [2] |
| SG.22-X-D/ | Curitiba/ [2] |
| SG.23-V-C | Cananéia [2] |
| SG.23-V-A | Iguape [2] |
| SG.22-Z-D | Florianópolis [2] |
| SH.21-Z-D | Bagé [2] |
| SH.21-Z-B | São Gabriel [2] |
| SH.22-X-B | Criciúma [2] |
| SH.22-Y-D/ | Pelotas/ [2] |
| SH.22-Z-C | Mostarda [2] |
| SI.22-V-A/ | Jaguarão/ [2] |
| SI.22-V-B | Rio Grande [2] |

## Memória Técnica

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

| | |
|---|---|
| GEOB e GTM | – Bibliografia |
| 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 Acesso: (*) DNPM: Brasília e Distrito Regional; (**)Brasília e Distritos Regionais e CPRM: Rio de Janeiro

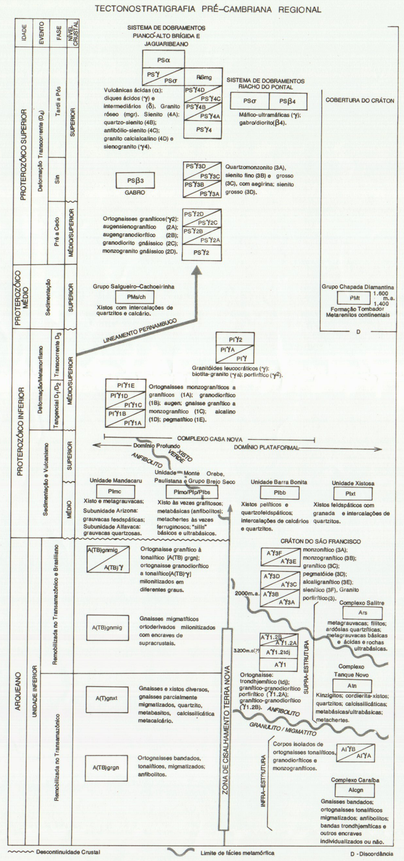
MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA
SECRETARIA NACIONAL DE MINAS E METALURGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

CARTA GEOLÓGICA
FOLHA AFRÂNIO, SC.24-V-A-V
ESCALA 1:100.000 – DNPM, 1991

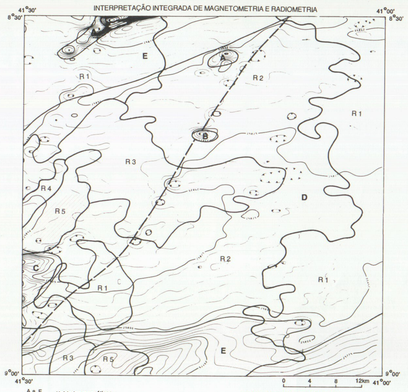
AFRÂNIO

SC.24-V-A-V

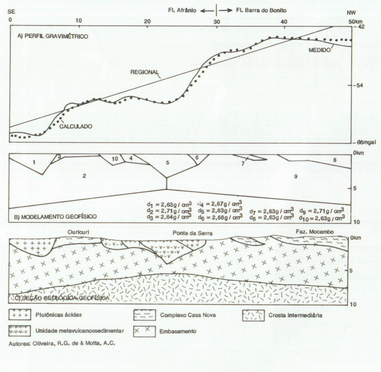
## TECTONOSTRATIGRAFIA PRÉ-CAMBRIANA REGIONAL




## INTERPRETAÇÃO INTEGRADA DE MAGNETOMETRIA E RADIOMETRIA




Fundo: Mapa de Contorno do Campo Magnético Total a partir do reprocessamento dos dados (CPRM, 1988) do Projeto Aerogeofísico Borda Sul da Bacia do Parnaíba, Convênio DNPM / CPRM / PROSPEC S.A. (1977).




## PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL

# CARTA GEOLÓGICA
# FOLHA AFRÂNIO

ESCALA 1: 100.000

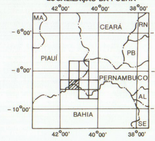
2 km 0 2 4 6 km

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR

1991

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 SC.24-V-A-V, Afrânio, escala 1:100.000, 1ª ed., 2ª imp., DSG, 1984.
Projeção cartográfica: Universal Transversa de Mercator 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: 21°53'W, Crescs 6,2', 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 sensrotos e imagens de satélite.
Tratamento cartográfico dos elementos da base e do tema sob a responsabilidade do Centro de Cartografia – CECAN/CPRM.
Preparo: Célio Lima de Macedo.
Preparo do original: Desenhistacial: Célio Lima de Macedo e Milton Brasil Baptista.
Preparo da base para digitalização: Henrique André Lepsch e Manoel Leite da Sá.
Especificações e revisão da separação cartográfica: Wilhelm Pieter de Freire Bernard e Carlos Alberto da Silva Copolillo.
Digitalização da base planimétrica: COMPLASA Computação e Planejamento SA.

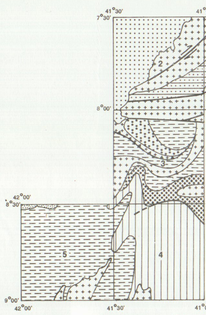
### LOCALIZAÇÃO DA FOLHA




### ARTICULAÇÃO DA FOLHA

CPRM

O Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB, sob a coordenação geral de Valter José Marques, é executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, desde setembro de 1985.
Esta folha foi executada pela Residência de Fortaleza da Superintendência Regional de Recife, tendo sido concluída em junho de 1989.
Responsáveis técnicos: Thales Queiroz Sampaio e Jáder Parente Filho.
Supervisores: Antonio Mauricio Vasconcelos Cavalcante e Jáder Mendonça Gomes.
Coordenadores regionais: José Carvalho Cavalcante (PEP/SUREG/RE) e Marisélio Alves da Silva Filho (SUREG/RE).
As informações cartográficas e demais dados gerados e utilizados para execução deste documento estão disponíveis em meios convencionais e magnéticos, no Sistema de Cartografia Digital – SCD e no Sistema de Informações Geológicas do Brasil – SIGA, ambos concebidos e implantados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM.




DOMÍNIOS GEOLÓGICOS REGIONAIS

BACIAS SEDIMENTARES FANEROZÓICAS
- Sedimentos cretácicos do grupo Chapada do Araripe
- Sedimentos paleocênicos 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

## COBERTURAS SEDIMENTARES RECENTES

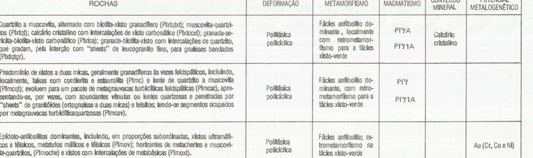
| | | | ROCHAS | | AMBIÊNCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| FANEROZÓICO CENOZÓICO | QUATERNÁRIO | COBERTURAS ALUVIONARES | Qal | Areias estranguiçadas, recobertas, nas proximidades das escarpas, por seixos, blocos e matacões; nas áreas vazantes, margens formadas por material pelítico. | Continental, fluvial |
| | TERCIO-QUATERNÁRIO | COBERTURAS DETRÍTO-LATERÍTICAS | TQd/ltr | Sedimentos argilo-silto-arenosos, cor amarelo-ocre a avermelhada, com níveis de cascalhos oxidados. | Continental, fluvio-lacustre em leques |
| | | COBERTURAS LATERÍTICAS | TQla | Areolas grosseiras a conglomeráticas, coloração avermelhada a estoraquizada, com níveis de concreções ferruginosas e conglomerados laterizados, maciçosoufraturados e incoerentes. | |
| | TERCIÁRIO | ARENITO DOIS IRMÃOS | Ter | Arenito fino a médio, na base com bolas de argila e seixos de quartzo e laterita, com estratificações cruzadas tabulares; coberturas por um pacote de conglomerado ferruginoso, duro, capeado por arenito arcoziano ocre-avermelhado, endurecido e laterizado no topo. | Continental |

## SUPRA-ESTRUTURA
## SISTEMA DE DOBRAMENTOS RIACHO DO PONTAL
## ROCHAS PLUTÔNICAS

| ROCHAS | | | GRANULAÇÃO / TEXTURA | XENÓLITOS | DEFORMAÇÃO | QUIMISMO | LINHAGEM PETROGENÉTICA | NÍVEL CRUSTAL DE COLOCAÇÃO / FORMA | POTENCIAL METALOGENÉTICO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PROTEROZÓICO INFERIOR | SUPERIOR | ROCHAS MÁFICO-ULTRAMÁFICAS | PS$\beta$ | Piroxenito e anfibolito, com veiculas de calcita e injeções pegmatíticas subordinadas | | | | | Vermiculita |
| | GRANITÓIDE SINSEDIMENTAR (Pγ) | | PγT | Tonalito calcioalcalino, creme | Média equigranular | Supracrustais da unidade Mandacaru | Limeação mineral | Alcalino peralu-minoso | I – SC | Mesozona/corpo alongado |
| | | | PγTA | Leucoortognaisse, de cor rosada a cinza | Fina a média / porfirítica e ecilipsoi-dular | Supracrustais e rochas do embasamento | Feição linear bem-desenvolvida, com estiramento mineral | Alcalino com tendência peralumínica | I – WC/MC | Mesozona/corpo alongado |
| | | GRANITÓIDE SINTECTÔNICO TARDIOGENÉTICO (Pγ) | PγT1A | Ortognaisse a duas micas, de cor cinza; injeções leitossomas associadas | Fina a média / localmente porfirítica | Supracrustais | Estrutura gnáissica bem-desenvolvida | Calcioalcalino / alcalino | I – MC e I – SC / I – SCR | Mesozona/ "stitz," "sheet" |

## COMPLEXO CASA NOVA

DOMÍNIOS LITOAMBIENTAIS




| ROCHAS | | | DEFORMAÇÃO | METAMORFISMO | MAGMATISMO | CONTEÚDO MINERAL | POTENCIAL METALOGENÉTICO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| COMPLEXO CASA NOVA | UNIDADE XISTOSA Pixt | Quartzito e muscovitito, alternado com biotita-xisto granoblástico (Pixtqt); muscovita-quartzitos (Pixtct); calcário cristalino com intercalações de xisto carbonático (Pixtcx), granada-xisto-biotita-xisto carbonático (Pixtot); granada-biotita-xisto com intercalações de quartzito, que gradam, pela intercalação com "sheets" de leucogranito fino, para gnaisses bandados (Pixtqtgr). | Polifásica policíclica | Fácies anfibolito dominante, localmente com retrometamorfismo para a fácies xisto-verde | PlTYA PlTY1A | Calcário cristalino | |
| | UNIDADE MANDACARU Plmc | Predomínio de xistos a duas micas, paralmente granoblásticos às vezes lepidoblásticos, incluindo, localmente, falsas rocm cordierita e estaurolita (Plmc) e lente de quartzito a muscovita (Plmcqt); envolvem para um pacote de metagrauvacas turbidíticas leptoblásticas (Plmcaz), apresentando-se, por vezes, com acunulantes vênulas ou lentes quartzosas e penetrados por "sheets" de granitóides (ortognaisse a duas micas) e feldspatos; lentes-se segmentos ocupados por metagrauvacas turbidíticasquartzosas (Plmcav). | Polifásica policíclica | Fácies anfibolito dominante, com retrometamorfismo para a fácies xisto-verde | PlTY PlTY1A | | |
| | UNIDADE VULCANOSSEDIMENTAR Plmov | Epidoto-anfibolitos dominantes, incluindo, em proporções subordinadas, vistos ultramáficos e félsicos, metatufos máficos e félsicos (Plmov); horizontes de metacherts e muscovita-quartzitos, (Plmoche) e xistos com intercalações de metabásicas (Plmovt). | Polifásica policíclica | Fácies anfibolito; metamorfismo na fácies xisto-verde | | | | Au (Cr, Co e Ni) |

## UNIDADE INFERIOR

| | | | ROCHAS | DEFORMAÇÃO | METAMORFISMO | MAGMATISMO |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ARQUEANO | EMBASAMENTO RETRABALHADO NO CICLO TRANSAMAZÔNICO | SUBUNIDADE XISTOSA | A/ T ignxt | Silimanita-granatoxe e gnaisses a duas micas intercalados com vistos diversos (A/ T ignxt), contendo níveis ou lentes de quartzito ferrífero (A/ T ignxtf); vistos associados a paragnaisses bandados, parcialmente migmatizados, injetados por "sheets" de leucogranitóides finos (A/ T ignxtgr), associados a calcissilicáticas e metabasitos. | Polifásica, policíclica | Fácies anfibolito alto | |
| | | SUBUNIDADE GNÁISSICA | A/ T ligns | Ortognaisses bandados (A/ T ligm), migmatizados, com encraves de naturaza tonalítica e neossoma constituído por material granitóide; inclui lentes de calcissilicáticas de metabásicas. | Polifásica, policíclica | Fácies anfibolito | Félsico a tonalítico |

- Contato
- Contato aproximado
- Contato gradacional
- Zona de cisalhamento aproximada
- Zona de cisalhamento aproximada, de rampa lateral, com rejeito destrógiro
- Zona de cisalhamento aproximada, de rampa lateral, com rejeito levógiro
- Zona de cisalhamento contracional provável, evoluindo para rampa lateral destrógira
- Zona de cisalhamento contracional provável, evoluindo para rampa lateral levógira
- Falha
- Fratura (falha ou diaclase) fotointerpretada
- Fratura marcada por aeromagnetometria
- Anticlinal normal, de 3ª geração, com caimento de valor medido
- Anticlinal invertida, de 3ª geração, com caimento de valor medido
- Anticlinal invertida, de 3ª geração, com caimento indicado
- Antiforme invertida, de 2ª geração
- Sinforme invertida, de 3ª geração
- Lineamento estrutural
- Dique ácido
- Foliação $S_1$, com mergulho indicado
- Foliação $S_2$, com mergulho de valor medido
- Foliação $S_2$, com mergulho indicado
- Foliação $S_2$, horizontal
- Foliação $S_3$, com mergulho de valor medido
- Foliação $S_3$, com mergulho indicado
- Foliação $S_3$, vertical
- Foliação $S_{BL}$ com mergulho de valor medido
- Foliação $S_2$ paralela à foliação $S_1$, com mergulho de valor medido
- Lineação B, de 1ª geração, com caimento de valor medido
- 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 de valor medido
- Lineação B, de 3ª geração, com caimento indicado
- Lineação de estiramento, de 1ª / 2ª geração, com caimento de valor medido e movimento mergulho acima
- Lineação de estiramento, de 1ª / 2ª geração, com caimento de valor medido
- Lineação de estiramento, de 1ª / 2ª geração
- Lineação de estiramento, de 3ª geração, com caimento de valor medido
- Dobra em bainha
- Zona rica em corpos tabulares de ortognaisses granitóides
- Afloramento descrito
- Ocorrência / depósito mineral
- Mina
- cc - calcário
- Fe - ferro
- qt - quartzito
- vm - vermiculita
- CIDADE
- Vila
- Povoado e outras localidades
- Estrada pavimentada
- Estrada sem pavimentação, leito pérvio
- Caminho
- Estrada de ferro
- Limite interestadual
- Linha de transmissão
- Curso de água periódico
- Lagoa periódica
- Barragem, açude

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
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 coordenadas materiais
Fichas de análises petrográficas
Fichas 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.

MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA
SECRETARIA NACIONAL DE MINAS E METALURGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

AFRÂNIO

SC.24-V-A-V

CARTA METALOGENÉTICA / PREVISIONAL
FOLHA AFRÂNIO, SC.24-V-A-V
ESCALA 1:100.000 – DNPM, 1991

## CONVENÇÕES METALOGENÉTICAS

### CARACTERES DOS JAZIMENTOS

SUBSTÂNCIA MINERAL

vrm – vermiculita — Fe – ferro

QUIMISMO

Não-sublinhado: óxidos, hidróxidos e metais nativos (Ex.: Fe, Au).
Sublinhado duplo: carbonatos, fosfatos, sulfatos, haletos, tungstatos (Ex.: Mo).
Sublinhado simples: sulfetos, arsenietos, sulfossais (Ex.: Pb, Zn).
Sublinhado com traços: silicatos (Ex.: Zr).

ASSOCIAÇÃO MINERALÓGICA (mineral – mineral subordinado)

vrm : vermiculita + biotita + flogopita + clorpsilito ± hornblenda
± apatita ± titanita ± calcita ± turmalina
Fe : magnetita ± quartzo ± anfibólio
cc : calcita + flogopita

MORFOLOGIA (orientada na direção dos corpos)

estratiforme — lenticular — colunar "pipe", chaminé
tabular — irregular "veias" — indeterminada ou não-conhecida

O símbolo morfológico, quando tracejado, representa jazimento subaflorante.

TEXTURA

- bandada, laminada, xistosa
- nodular, pisolítica, oolítica
- disseminada, rede
- maciça, granular, brechóide
- multibandada, "stockwork", "ratoeiras"
- "boxwork", pulverulenta, terrosa

CLASSE DO JAZIMENTO

- detríticos em placeres
- 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, carbonatíticas e quimberlíticas
- associados a rochas granitóides
- ligados a pegmatitos
- filonianos-hidrotermais
- metamórfico-metassomáticos

### INDÍCIOS INDIRETOS DE MINERALIZAÇÕES

INDÍCIOS GEOQUÍMICOS

Zonas Anômalas

Ba — em sedimento de corrente para bário (Ba), berílio (Be), cálcio (Ca), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), ferro (Fe), manganês (Mn), mercúrio (Hg), níquel (Ni) e zinco (Zn).

Estações anômalas

$B_a$ — em sedimento de corrente para bário (Ba), boro (B), cálcio (Ca), chumbo (Pb), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), estrôncio (Sr), ferro (Fe), lantânio (La), magnésio (Mg), manganês (Mn), níquel (Ni), vanádio (V) e zinco (Zn).

cc — em amostra de rocha para calcário (cc).

INDÍCIOS GEOFÍSICOS

- contorno de zonas de susceptibilidade magnética anômala.
- zonas de anomalias radiométricas de contagem total.

### DADOS ECONÔMICOS

TAMANHO: pequeno — médio — grande

SITUAÇÃO ATUAL: mina — jazida — ativo; garimpo (lavra rudimentar) — depósito — inativo; intermitente

CATEGORIAS

| SUBSTÂNCIA | PEQUENO | MÉDIO | GRANDE | UNIDADE |
|---|---|---|---|---|
| vermiculita | < $5 \times 10^4$ | $2 \times 10^5$ > | | t |
| ferro | $<5 \times 10^7$ | $5 \times 10^8$ > | | |

### ÁREAS MINERALIZADAS/PREVISIONAIS

PROVÁVEL: relação entre jazimento e contexto geológico claramente definida; identificação de metalotectos correspondentes e provável(is): presença de indícios clássicos e indiretos de mineralizações.

POSSÍVEL: contexto geológico favorável; identificação e/ou controvérsia de metalotectos provável(is) e possível(is); ocorrência de indícios clássicos de mineralizações e presença de indícios indiretos.

POTENCIAL: contexto geológico favorável; identificação e/ou controvérsia de metalotectos possível(is); presença de indícios indiretos de mineralização e ausência de indícios clássicos.

CARACTERÍSTICAS

ÁREA I – Camadas e lentes de calcário cristalino intercaladas em xistos e quartzoxistos do domínio marinho-plataformal do complexo Casa Nova. Indícios geoquímicos de Cu, Co, Ca, Ba, B e Fe em amostras de sedimento de corrente relacionados a possíveis corpos máfico-ultramáficos associados aos litótipos cálcicos anteriormente.
ÁREA II – Indícios geoquímicos de Cr, Ni, Co, Cu, Fe, Pb e B em amostras de sedimento de corrente, ligados a prováveis associações de rochas máfico-ultramáficas com xistos, gnaisses e quartzitos da unidade Gnáissico-Xistosa. Possível presença de zonas sulfetadas associadas aos corpos básicos e zonas de cisalhamento resultantes do desenvolvimento de rampas laterais, de direção N – S, com processos de alterações hidrotermais associados.
ÁREA III – Indícios geoquímicos de Ni, Fe, Cu, Mn, Pb, Zn e Ba em amostras de sedimento de corrente, possivelmente relacionados a associações de gnaisses e xistos do domínio marinho-profundo do complexo Casa Nova, controlados por zonas de cisalhamento de baixo ângulo. Possível presença de zonas sulfetadas e ferromanganesíferas associadas aos litótipos da unidade.
ÁREA IV – Indícios geoquímicos de Ni, Co, Cu, Mn, Fe e Ba em amostras de sedimento de corrente, possivelmente ligados a zonas de intercalações de lâminas de predominância de xistos e metagrauvacas do domínio marinho-profundo do complexo Casa Nova, estruturalmente controlados por zonas de cisalhamento de baixo ângulo. Possível presença de zonas sulfetadas e ferromanganesíferas associadas aos litótipos da unidade.
ÁREA V – Mina de vermiculita em atividade, produto da alteração de corpo de rocha máfico-ultramáfica alcalina intercalada por veios lenticulares e pegmatíticos. Indícios geoquímicos de Ba, Mg, Ca e Sr em amostras de sedimento de corrente. Presença de zonas de alterações superficiais (vermiculitização de flogopita) e zonas carbonatitizadas da rocha máfico-ultramáfica, que gera anomalias magnéticas dipolares.
ÁREAS Vb, b – Indícios geoquímicos de Ni, Cr, Co, Cu, Pb e Fe em amostras de sedimento de corrente provavelmente relacionados à fisiótipos da seqüência vulcanossedimentar da unidade Monte Orebe. Possível presença de processos de alterações hidrotermais, notadamente em zonas de cisalhamento de baixo ângulo. Existência de zonas de alta intensidade magnética (área Vb).

### DISCRIMINAÇÃO DOS METALOTECTOS

| ÁREAS | INDÍCIOS DE MINERALIZAÇÕES | METALOTECTOS | | |
|---|---|---|---|---|
| | | COMPROVADOS | PROVÁVEIS | POSSÍVEIS |
| I | Calcário (Cu, Co, Fe, Ca, Ba, B) | Níveis de calcário. | | Horizontes de xistos carbonáticos associados à litótipos do domínio marinho-plataformal do complexo Casa Nova. |
| II | (Cr, Cu, Co, Ni, Pb, Fe, B) | | Associação de rochas máfico-ultramáficas com xistos, gnaisses e quartzitos da unidade Gnáissico-Xistosa (confirmação da área IVb da folha Iaras do Bonito). | Zonas de cisalhamento resultantes do desenvolvimento de rampas laterais de direção aproximadamente N-S, na parte leste da área, com processos hidrotermais associados. Zonas sulfetadas associadas aos litótipos da unidade Gnáissico-Xistosa. |
| III | (Pb, Zn, Cu, Fe, Mn, Ni, Ba) | | | Associação de gravuvacas, xistos do domínio marinho-profundo do complexo Casa Nova, estruturalmente controlados pela fase $D_2$ (zonas de cisalhamento de baixo ângulo); zonas sulfetadas e ferromanganesíferas associadas aos litótipos da unidade. |
| IV | (Mn, Fe, Ni, Cu, Co, Ba) | | | Estruturalmente controlada por zonas de cisalhamento de baixo ângulo. Zonas de interferências de áreas de predominância de xistos e metagrauvacas do domínio marinho-profundo do complexo Casa Nova; possível presença de zonas ferro-manganesíferas e sulfetadas (?), associadas a litótipos da unidade. |
| V | Vermiculita (Ba, Mg, Ca, Sr) | Corpo de rocha máfico-ultramáfica alcalina intercalada por veios lenticulares, pegmatíticos. Zonas de alterações superficiais (vermiculitização da flogopita). Zonas carbonatitizadas da rocha máfico-ultramáfica. | Fraturas de extensão na direção NE-SW. | Anomalias magnéticas dipolares. |
| Vb,b | (Cr, Cu, Co, Fe, Ni, Pb) | | Seqüência vulcanossedimentar da unidade Monte Orebe. | Zonas de cisalhamento de baixo ângulo. Processos de alterações hidrotermais. Zonas de alta intensidade magnética (área Vb). |

As unidades litoestratigráficas e/ou litológicas, realçadas por convenções na cor rosa, representam os principais metalotectos identificados, de naturezas litológica, ou litoestratigráfica ou litoambiental.

As estruturas planares realçadas em preto, na base geológica, representam os principais metalotectos identificados, de naturezas estrutural ou tectonoestrutural.

### LISTAGEM DE JAZIMENTOS MINERAIS

| Nº DE REFERÊNCIA | SUBSTÂNCIA MINERAL | LOCAL | ROCHA ENCAIXANTE / HOSPEDEIRA | DADOS ECONÔMICOS |
|---|---|---|---|---|
| 01 | Ferro | Fazenda Corgoleto, Ba | Quartzitos e xistos da Unidade Gnáissico-Xistosa | Rind. = 5,000t |
| 02 | Vermiculita | Fazenda Massacré, PI | Xistos do complexo Casa Nova | Rmed. = 9,467,667tmáx. |

Rmed = Reserva medida — Rind = Reserva Indicada — t, mln, = Toneladas 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 coordenadas mineiras
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.

41°30' W. GREENWICH
232
240
248
256
264
272
280
9056
9048
9040
9032
9024
9016
9008km N
2520km E
SERRA DO BOM JESUS
SERRA DO DURIZORI
SERRA DO CARIPARÉ
SERRA DO CARIPARÉ-MIRIM
SERRA DO CARIPARÉ-GRANDE
SERRA DO CARIPARÉ-PEQUENO
SERRA DO CARIPARÉ-VELHO
SERRA DO CARIPARÉ-NOVO
SERRA DO CARIPARÉ-ANTIGO
SERRA DO CARIPARÉ-MODERNO
SERRA DO CARIPARÉ-CONTEMPORÂNEO
SERRA DO CARIPARÉ-ATUAL
SERRA DO CARIPARÉ-FUTURO
SERRA DO CARIPARÉ-PASSADO
SERRA DO CARIPARÉ-PRESENTE