UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

EVOLUÇÃO TECTONO-TERMAL DA REGIÃO NORDESTE
DE MINAS GERAIS E SUL DA BAHIA

Newton Litwinski

Orientador: Prof. Dr. Fernando Flávio Marques de Almeida

TESE DE DOUTORAMENTO

Área de concentração: Geologia Geral e de Aplicação

São Paulo
1985

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

EVOLUÇÃO TECTONO-TERMAL DA REGIÃO NORDESTE
DE MINAS GERAIS E SUL DA BAHIA

Newton Litwinski

Orientador: Prof. Dr. Fernando Flávio Marques de Almeida

TESE DE DOUTORAMENTO

COMISSÃO EXAMINADORA

nome

ass.

residente:

xaminadores:

São Paulo

1985

DEDALUS - Acervo - IGC

30900005113

Para o
Prof. Fernando

E então ... tenho pensado

E se o visse ocupado desse modo,
Não ousaria interrompê-lo;
E se ao lembrar de seus feitos,
De seu nome,
Não ousaria interpelá-lo.

Mas além do mestre, do gênio,
Quase mito;
Encontro o amigo,
Cordial, simples, disponível,
Ao meu alcance.

No seu tempo curto, reduzido,
Encontra tempo.
E me orienta, me crítica,
Me incentiva.

É o mestre, o cientista,
O companheiro.

Obrigado, ALMEIDA

Newton Litwinski
Dezembro de 1985

AGRADECIMENTOS

A vontade que temos de contribuir para a evolução das geociências, somente se viabiliza quando aliada à idêntica vontade e nobreza do espírito de colaboração de mestres e companheiros.

Reconhecimento este, que externo aos colaboradores:

- Prof.Dr. Fernando Flávio Marques de Almeida - orientador desta tese pela sua notória satisfação de colaboração, modéstia e espontânea cordialidade.
- Geólogo Antônio Gomes de Araújo, que, com paciência, dedicação e espírito fraternal, colaborou desde o incentivo ao desempenho efetivo na revisão de todo o texto, fornecimento de dados e participação em etapas de campo.
- Dr. Roland Trompette, pela orientação prestada e pela eficiente participação numa das etapas de campo.
- Graduando em geologia, Henry F. Galbiatti, pelos trabalhos de revisão e estudos petrológicos de mais de 100 lâminas delgadas, num trabalho árduo e penoso, mas realizado com alto espírito de competência e seriedade científica.
- Prof.Dr. Humberto G. Cordani, Prof.Dr. Koji Kawashita, geólogos Oswaldo Siga Jr., Wilson Teixeira e Colombo C.G. Tassinari pelo apoio, orientação e participação nas determinações radiométricas no Laboratório de Geocronologia da USP, Dr. Paulo Pereira Martins Jr., pelo incentivo e orientação prestada.
- Sr. Miroslau Litwinski, meu pai e Maria Beatriz Nunes Litwinski, minha esposa, pelas revisões do texto e inigualável esforço de compreensão e incentivo.

Agradecimento especial à Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais-CETEC, por ter propiciado a minha liberação para execução deste trabalho. Assim como às secretárias dessa Fundação que com espontânea colaboração, datilografaram todo o texto: Renilda Lúcia dos Santos, Solange Maria L. de Carvalho, Dora Andrade Bonvicini, Zélia da Silva Leão, e em especial a Maristela Brandão Vilar, pelo seu grandioso espírito de cooperação; também aos desenhistas que colaboraram na execução dos mapas e das

inúmeras ilustrações - José Roberto F. Bastos, Silvio Rezende
Guimarães, Nelson Ramon F. Andrade e Edna A. B. Carvalho.

Não menos a tantas outras pessoas e instituições, que de alguma
forma colaboraram nesta obra.

A Universidade Federal de Ouro Preto - pelo apoio e liberação do
autor das suas funções de docente durante a época de obtenção
dos créditos junto à USP.

RESUMO

A evolução tectono-termal da Região Nordeste de Minas Gerais e Sul da Bahia (E do meridiano $42^{\circ}00'$ WGr entre os paralelos $15^{\circ}00'$ e $18^{\circ}00'$) é interpretada a luz de estudos estratigráficos/litológicos, estruturais, petrográficos, petroquímicos, de metamorfismo regional/retrometamorfismo e radiocronológicos.

É assinalada uma evolução em regime de cinturão móvel que inicia-se no Proterozóico Inferior ou no final do Arqueano. O nordeste da região atinge estabilidade crustal entre 1.700 m.a. a 1.800 M.a. (Craton do São Francisco) enquanto que o restante da área permanece com mobilidade crustal até o final do Proterozóico Superior.

As parágeneses minerais revelam um metamorfismo (ocorrido há cerca de 650 m.a.) de grau médio a forte (porção oeste da região) e grau forte (parte central da região), sob condições de $\text{PH}_2\text{O} = \text{Pt}$ e temperatura elevada, excluída a área do Craton do São Francisco no sul da Bahia.

Os estudos radiocronológicos sugerem idades brasileiras para rochas graníticas pós-tectônicas, assim como para aquelas pré-existentes que sofreram rejuvenescimento isotópico e metamorfismo nesse ciclo (com exceção no extremo nordeste da região, onde mostram idades arqueanas e proterozóicas inferior).

Os dados petroquímicos indicam uma origem paraderivada para a grande maioria dos metamorfitos da região. A associação desses dados com os estudos petrológicos sugerem um metassomatismo K e ou Na durante o Ciclo Brasileiro.

A evolução tectono-termal da região no Ciclo Brasileiro processou-se em três regimes distintos. Em condições plataformais (Craton do São Francisco no nordeste da região) com magmatismo fissural, reativações de falhas e deposição sedimentar em bacia trafo gênica (Grupo Rio Pardo). Outro de cisalhamento dútil segundo uma faixa margeando o Craton do São Francisco no Sul da Bahia (NE da região). E um terceiro regime de dobramentos e falhamentos com polaridade para o cráton a oeste.

ABSTRACT

The northeast region of Minas Gerais and south Bahia are centered to the east of $42^{\circ}00'WGr$, between parallels $15^{\circ}00'$ and $18^{\circ}00'$. Its tectone-thermal evolution is presented here with the support of stratigraphy/lithology, structural analysis, petrography, petrochemistry, regional metamorphism /retrometamorphism and radiochronology.

It is pointed out that the evolution occurred in a mobile belt initiating its history in the terminal Archean up to Inferior Proterozoic. The northeast of the region attained crustal stability during 1700 My up to 1800 My (São Francisco Craton) meanwhile the rest of the zone kept mobilized till upper proterozoic times.

Mineral paragenesis reveal an avarege to strong metamorphose (dated around from 650 My) to the west portion of the region, and a strong one to the central part of the region under conditions of pH_2O equalizing the total pressure and high temperatures. This situation did not occurred in the area of the São Francisco Craton South of Bahia.

Radiochronological studies suggest for the post tectonic granitic rocks, ages from the brasiliano cycle as well as for those pre-existing rocks which suffered isotopic regeneration and metamorphose in that same cycle an original age from archean to inferior proterozoic times, except for those which are situated in the northeast part to the region.

Petrochemical data point to an origin from sedimentary processes for the majority of the metamorphosed rocks in this region. The association of these data with petrological studies suggest a potassium and sodium type metassomatisme in the Brasiliano Cycle.

Tectono-thermal evolution during Brasiliano Cycle occurred in three distinct steps. Plataform conditions prevailed for São Francisco Craton with fissural magmatism, fault reactivations and

sedimentary deposition in a taphrogenic type basin such as the one represented by Rio Pardo Group. Another regime prevailed with ductile shearing on a belt marginal to São Francisco Craton South of Bahia. A third regime offered folding and fracturing with polarity from the west against the craton.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

I	- INTRODUÇÃO	01
II	- SÍNTESE DA EVOLUÇÃO DOS CONHECIMENTOS GEOLÓGICOS SOBRE A REGIÃO	08
III	- GEOLOGIA LITO-ESTRATIGRÁFICA DO PRÉ-CAMBRIANO	17
III.1.	- ARQUEANO	17
III.1.1.	- COMPLEXO MIGMATITO-GRANULÍTICO DA BAHIA	19
III.2.	- ARQUEANO/PROTEROZÓICO	21
III.2.1.	- ROCHAS CHARNOCKÍTICAS	22
III.2.2.	- ROCHAS GRANITÓIDES	23
III.2.3.	- COMPLEXO JEQUITINHONHA	33
III.2.4.	- COMPLEXO GNAÍSSICO-GRANÍTICO	40
III.2.5.	- COMPLEXO ITAMBÉ	46
III.3.	- PROTEROZÓICO SUPERIOR	54
III.3.1.	- GRUPO MACAÚBAS	54
III.3.2.	- GRUPO RIO PARDO	62
III.3.3.	- ROCHAS ALCALINAS DO SUL DA BAHIA	66
III.3.4.	- PLUTÕES GRANÍTICOS	68
IV.	- GEOLOGIA ESTRUTURAL	72

IV.1.	- DEFORMAÇÕES EM ROCHAS DO COMPLEXO MIGMATITO - GRANULÍTICO DA BAHIA	73
IV.2.	- DEFORMAÇÕES EM ROCHAS GRANITÓIDES E CHARNOCKÍTICAS	79
IV.3.	- DEFORMAÇÕES EM ROCHAS DO COMPLEXO GNAÍSSICO - GRANITÓICO	81
IV.4.	- DEFORMAÇÕES EM ROCHAS DO COMPLEXO JEQUITINHONHA	84
IV.5.	- DEFORMAÇÕES EM ROCHAS DO COMPLEXO ITAMBÉ	99
IV.6.	- DEFORMAÇÕES EM ROCHAS DO GRUPO MACAÚBAS	106
IV.7.	- DEFORMAÇÕES EM ROCHAS DO GRUPO RIO PARDO	116
V.	- PETROQUÍMICA, PETROLOGIA E PETROLOGIA METAMÓRFICA	118
V.1.	- PETROQUÍMICA	120
V.2.	- METAMORFISMO REGIONAL	129
V.2.1.	- EVIDÊNCIAS DO METAMORFISMO DE GRAU MÉDIO PARA O GRAU FORTE	132
V.2.2.	- EVIDÊNCIAS DO METAMORFISMO DE GRAU FORTE	138
V.2.2.1.	- Hipóteses para Coexistência de Rochas de Grau Forte sob Condições de $PH_2O=Pt$ e $PH_2O > Pt$	150
V.2.3.	- METAMORFISMO, EM REGIME TECTÔNICO DÚTIL, NO COMPLEXO ITAMBÉ E EM ROCHAS DO ARQUEANO INDIFERENCIADO	152
V.2.4.	- METAMORFISMO RETROGRADO E METASSOMATISMO	157
VI.	- ESTUDOS GEOCRONOLÓGICOS	163
VI.1.	- AVALIAÇÃO E TENTATIVA DE INTERPRETAÇÃO DE DADOS RADIMÉTRICOS E SÍNTESE DA GEOCRONOLOGIA, PRÉ-EXISTENTES DA REGIÃO	164

VI.2.1.2 - GEÓCRONOLOGIA DAS AMOSTRAS ANALISADAS - COMPLEXO JEQUITINHONHA - ROCHAS GRANITÓIDES - CHARNOCKÍTOS DE PADRE PARAÍSO	171
VII.1.1 - EVOLUÇÃO TECTONO-TERMAL DA REGIÃO	186
VII.1.1.1 - CONCLUSÕES	194
VIII.1.1 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	196

APÊNDICE:

1. QUADROS E MAPAS

ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura I.1.	- Localização da Região Nordeste de Minas Gerais e Sul da Bahia	02
Figura I.2.	- Mapa Geológico - Folha Almenara - SE-24.V/A Escala 1:250.000 APÊNDICE	a.23.
Figura I.3.	- Mapa Geológico da Região Sul da Bahia e Nordeste de Minas Gerais. Escala 1:1.000.000 - APÊNDICE	a.23.
Figura II.1.	- Reconstituição esquemática dos antigos maciços siálicos constituintes do atual escudo Brasileiro	09
Figura II.2.	- Craton do São Francisco	10
Figura II.3.	- Províncias Estruturais do Brasil	13
Figura II.4.	- A estruturação da região leste do Brasil com base em dados gravimétricos	15
Figura III.	- Esboço Geológico da Região Nordeste de Minas Gerais e Sul da Bahia. Distribuição das unidades Lito-estratigráficas	18
Figura III.1.	- Perfil esquemático mostrando a relação de contato das rochas granitóides de "Medina", com granitos "brasilianos" de Pedra Azul ..	27
Figura III.2.	- Migmatito da zona de transição de contato entre granitóides de "Medina" e granitos de "Pedra Azul"	28
Figura III.3.	- Perfil esquemático Jequitinhonha/Estiva ...	29
Figura III.4.	- "Migmatito" na zona de contato entre "rochas granitóides" e o Complexo Jequitinhonha ...	30

Figura III.5.	- Contato da unidade "rochas granitóides" com o Complexo Jequitinhonha	31
Figura III.6.	- Detalhe, em planta, de um corpo pegmatítico condicionado por uma folha NS, cortando o migmatito na zona de contato de rochas granitóides com mica-xistos do Grupo Macaúbas ...	32
Figura III.7.	- Perfil geológico em rochas do Complexo Jequitinhonha - corte 1 -	35
Figura III.8.	- Perfil geológico em rochas do Complexo Jequitinhonha - cortes 2 e 3 -	36
Figura III.9.	- Perfil geológico em rochas do Complexo Jequitinhonha - cortes 4 e 5 -	36
Figura III.10.	- Perfil geológico em rochas do Complexo Jequitinhonha - corte 6 -	36
Figura III.11.	- Localização dos cortes (1, 2, 3, 4, 5 e 6) do perfil geológico em rochas do Complexo Jequitinhonha e legenda deste perfil	37
Figura III.12.	- Coluna Estratigráfica Parcial do Complexo Jequitinhonha	38
Figura III.13.	- Gnaisse bandado com intercalações de cálcio-silicáticas concordantes. Afloramento na rodovia Joaíma/Girū, à 16 km de Joaíma	39
Figura III.14.	- Contato de quartzitos do Complexo Jequitinhonha e rochas graníticas anatexíticas ...	41
Figura III.14.B.	- Perfil no córrego José Ferreira - 2.000 m à montante da ponte com a rodovia Joaíma - Felizburgo. Contato transicional de quartzitos do Complexo Jequitinhonha e rochas graníticas anatexíticas	41

Figura III.15.	- Perfil no córrego Água Branca - 800 metros à leste da ponte - rodovia Joaíma/Felizburgo. Gnaiss bandado em contato com rochas graníticas	42
Figura III.16.	- Quartzitos feldspáticos com bandas gnaissícas e pegmatóides. Rodovia Novo Cruzeiro/Araçuaí	44
Figura III.17.	- Zona de contato de rochas do complexo gnaissíco-granítico e rochas do Grupo Macaúbas .	45
Figura III.18.	- Metaconglomerados com seixos de quartzito e matriz gnaissificada	49
Figura III.19.	- Contato discordante entre biotita-gnaiss e metaconglomerado - complexo Itambé	50
Figura III.20.	- Biotita-xisto cisalhado com xistosidade de transposição e formação de nódulos de quartzito	52
Figura III.21.	- Cristal de cordierita no quartzo-muscovita-biotita-xisto	59
Figura III.22.	- Perfil na rodovia Itinga-Coronel Murta - 8km de Itinga - contato de mica-xisto "Macaúbas" com rochas graníticas intrusivas	60
Figura III.23.	- Detalhe do Afloramento - cabeceiras do córrego do Veado (Itinga)	61
Figura III.24.	- Perfil esquemático aproximadamente EW no córrego do Veado a sul de Itinga - MG	61
Figura III.25.	- Colunas estratigráficas adotadas pelos principais trabalhos do grupo Rio Pardo	63
Figura III.26.	- Bacia do Rio Pardo - Grupo Rio Pardo	64
Figura III.27.	- Distribuição dos maciços de rochas alcalinas do sul da Bahia	67

Figura III.28.	- Afloramento próximo à rodovia Pedra Azul - Divisópolis, à 2 km de Pedra Azul	70
Figura IV.1.	- Domínios estruturais do complexo-migmático-granulítico da Bahia	74
Figura IV.2.	- Corte vertical na rodovia Vitória da Conquista/Ilhéus 25 km à leste de Itambê	78
Figura IV.3.	- Dobramento complexo em migmatito - cerca de 10 km à leste de Itapetinga	79
Figura IV.4.	- Superfície, com espelho de deslizamento, sub horizontal. Córrego de São João - Sudoeste de Itaobim	80
Figura IV.5.A.	- Estereograma equiareal para a região a WSW de Novo Cruzeiro	82
Figura IV.5.B.	- Diagrama π para uma subárea de dobramentos superpostos, na região a WSW de Novo Cruzeiro	82
Figura IV.6.	- Superposição de dobramentos indicativa do modelo de interferência tipo 3	83
Figura IV.7.	- Diagramas π e β para dobramento próximo à Joaíma, em rochas do Complexo Jequitinhonha	86
Figura IV.8.	- Gnaisse do Complexo Jequitinhonha provavelmente com dobramentos superpostos - Lavra Piabanha	88
Figura IV.9.	- Diagrama equiareal para gnaisses na rodovia Joaíma-Girú	89
Figura IV.10.	- Diagrama π para gnaisses próximos à Joaíma.	89
Figura IV.11.	- Diagrama equiareal com polos de superfícies Sn-1 de gnaisse bandado do Complexo Jequitinhonha	90

Figura IV.12.	- Gnaiss bandado com intercalações de cálcio -silicáticas/Estereograma com lançamento dos polos de várias medidas de xistosidade Sn-1	91
Figura IV.13.	- Dobramentos superpostos de gnaiss bandado do Complexo Jequitinhonha a NNW de Medeiros Neto/Bloco diagrama do afloramento e diagrama equiareal de polos de Sn-1	93
Figura IV.14.	- Gnaisses bandados com dobramento Dn-1 modificado pela interferência da Fase 1 - Rodovia Águas Formosas/Machacalis	94
Figura IV.15.	- Dobramento apertado com tendência a falha - mento de empurrão - (ã 5 km a W de Almendra)	95
Figura IV.16.	- Diagrama com representação dos polos de xistosidade Sn-1 na região dos perfis apresentados no item III.1.	96
Figura IV.17.	- Dobramento com superposição de fases - rodovia Águas Formosas/Machacalis	97
Figura IV.18.	- Gnaiss leucocrático com veio pegmatítico do brado. Próximo a Araçáji	98
Figura IV.19.	- Gnaiss bandado, "migmatito", com predomínio de leucossoma. Rio São Francisco - rodovia Pedra Azul/Divisópolis	99
Figura IV.20.	- Plissamento de bandas leucocráticas de gnaiss bandado do complexo Itambé - rodovia Pedra Grande/Mata Verde	101
Figura IV.21.	- Biotita-xisto (complexo Itambé) com dobras mostrando um estilo com tendência a cisalhamento	103
Figura IV.22.	- Diagramas estereográficos. Rochas do complexo Itambé - rodovia Itambé/Encruzilhada	105

Figura IV.23.	- Dobramento isoclinal, aberto, em quartzo - biotita-xisto. Rodovia Araçuaí/Novo Cruzeiro	109
Figura IV.24.	- Dobramento isoclinal, aberto, em quartzo + granada-sillimanita-cordierita-xisto. Engenheiro Schnoor	110
Figura IV.25.	- Flanco W de dobramento de geração Dn. Rodovia Araçuaí/Novo Cruzeiro	111
Figura IV.26.	- Microdobras e xistosidade de crenulação (Sn+1) na localidade de Engenheiro Schnoor.	112
Figura IV.27.	- Deformações na xistosidade Sn pela última fase deformativa. Região de Queixada	113
Figura IV.28.	- Diagrama equiareal - Polos de xistosidade Sn e Sn-1 para mica-xistos "Macaúbas" da região entre Taquaral e Itinga	114
Figura IV.29.	- Diagrama equiareal de polos de xistosidade Sn para mica-xistos "Macaúbas" para a região próxima de Itinga	114
Figura IV.30.	- Quartzo-mica-xisto com bandas quartzo-feldspáticas - Sequências com dobramentos superpostos - rodovia Itinga/Coronel Murta	115
Figura IV.31.	- Deformações com direções axiais EW em mica-xistos "Macaúbas" durante o soerguimento diapírico do embasamento da unidade "rochas granitóides"	116
Figura V.1.	- Diagrama de LA ROCHE (1968) e LA ROCHE et alii (1974) - Representação de metamorfitos do Complexo Jequitinhonha, complexo Itambê, Grupo Macaúbas, "rochas granitóides" e outras	121

- Figura V.2. - Diagrama de MOINE (1969) - $\left(\frac{\text{Al}+\text{Fe}+\text{Ti}}{3} - \text{K}\right) \times \left(\frac{\text{Al}+\text{Fe}+\text{Ti}}{3} - \text{Na}\right)$ - Representação de metamorfitos do Complexo Jequitinhonha, complexo Itambê, Grupo Macaúbas, "rochas granitoides" e outras 122
- Figura V.3. - Representação de metamorfitos do Grupo Salinas ("Macaúbas") e granitoides de Coronel Murta-MG. Diagrama de LA ROCHE (1968) e LA ROCHE et alii (1974) 124
- Figura V.4. - Diagrama de MOINE (1969) - $\frac{10(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})}{\text{Al}_2\text{O}_3} \times \frac{\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ - Representação de "rochas granitoides", charnockitos de Padre Paraíso e outras 126
- Figura V.5. - Diagrama de MOINE (1969) - $\frac{10(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})}{\text{Al}_2\text{O}_3} \times \frac{10(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2)}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ - Representação de "rochas granitoides", charnockitos de Padre Paraíso e outras 126
- Figura V.6. - Diagrama de Moine (1969) - $\text{Na}_2\text{O} \times \text{Al}_2\text{O}_3$ - Representação de "rochas granitoides" e outras. 126
- Figura V.7. - Gráfico $10(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3 \times (\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ para caracterização das rochas de Riacho dos Machados/Mato Verde 126
- Figura V.8. - Gráfico $10(\text{Na}_2\text{O}_3+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3 \times 10(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2)/\text{Al}_2\text{O}_3$ para caracterização das rochas de Riacho dos Machados/Mato Verde 126
- Figura V.9. - Gráfico $\text{Na}_2\text{O} \times \text{Al}_2\text{O}_3$ para caracterização das rochas de Riacho dos Machados/Mato Verde .. 126

Figura V.10.	- Distribuição esquemática das "zonas" metamórficas nas áreas ocupadas pelos grupos Macaúbas e Salinas no Norte de Minas Gerais .	131
Figura V.11.	- Representação das condições de P e T durante a fase metamórfica principal que afetou os grupos Macaúbas e Salinas	135
Figura VI.1.	- Distribuição dos dados geocronológicos pré-existent na região Nordeste de Minas Gerais e Sul da Bahia	165
Figura VI.1.1.	- Diagramas isocrônicos de referência dos metassedimentos do Grupo Rio Pardo	166
Figura VI.1.2.	- Diagramas isocrônicos de referência para rochas a NNW de Itambê	167
Figura VI.1.3.	- Diagrama isocrônico de referência dos arredores de Jordânia-MG e migmatitos de Itapebi-Ba	169
Figura VI.1.4.	- Diagrama isocrônico de referência para rochas metamórficas da região de Itapebi-Ba	170
Figura VI.1.5.	- Diagrama isocrônico de referência para xistos da região de Itinga-MG	171
Figura VI.2.1.	- Diagrama isocrônico para granitóides de Itaobim	175
Figura VI.2.2.	- Diagrama isocrônico para granitóides e anatexitos da região entre Jequitinhonha e Almenara	178
Figura VI.2.3.	- Isócrona verdadeira para granitos a 16 km a E de Itaobim	178
Figura VI.2.4.	- Diagrama isocrônico para granitóides a leste de Itinga	180

Figura VI.2.5.	- Diagrama isocrônico para migmatitos próximos a Jequitinhonha	181
Figura VI.2.6.	- Isôcrona verdadeira para gnaisses próximos de Girú	182
Figura VI.2.7.	- Diagrama Isocrônico - gnaisses próximos a Itamaraju	183
Figura VI.2.8.	- Diagrama isocrônico - charnockitos próximos à Padre Paraíso	183
Figura VII.1.	- Modelo compressivo do arcabouço tectônico do norte da Província Mantiqueira	192

QUADROS

- Quadro V.1. - Dados geoquímicos de rochas do Complexo Jequitinhonha e complexo Itambé ... APÊNDICE ... a.1.
- Quadro V.2. - Dados geoquímicos para rochas do "Grupo Macaúbas" ... APÊNDICE ... a.2.
- Quadro V.3. - Dados geoquímicos para "rochas granitóides", charnockitos de Padre Paraíso e outras . APÊNDICE ... a.3.
- Quadro V.4. - Dados calculados para o "Diagrama La Roche" de amostras de gnaisses e rochas cálcio-silicáticas do Complexo Jequitinhonha e complexo Itambé APÊNDICE a.5.
- Quadro V.5. - Dados calculados para o "Diagrama La Roche" referentes a rochas do Grupo Macaúbas . APÊNDICE a.7.
- Quadro V.6. - Dados calculados para o "Diagrama La Roche" referentes a "rochas granitóides", charnockitos de Padre Paraíso e outras .. APÊNDICE .. a.8.
- Quadro V.7. - Dados calculados para o "Diagrama Moine" $\left(\frac{Al+Fe+Ti}{3} - K\right) \times \left(\frac{Al+Fe+Ti}{3} - Na\right)$ referentes a amostras de gnaisses e rochas cálcio-silicáticas do Complexo Jequitinhonha e complexo Itambé APÊNDICE a.10.
- Quadro V.8. - Dados calculados para o "Diagrama Moine" $\left(\frac{Al+Fe+Ti}{3} - K\right) \times \left(\frac{Al+Fe+Ti}{3} - Na\right)$ referentes a rochas do Grupo Macaúbas ... APÊNDICE a.12.
- Quadro V.9. - Dados calculados para o "Diagrama Moine" $\left(\frac{Al+Fe+Ti}{3} - K\right) \times \left(\frac{Al+Fe+Ti}{3} - Na\right)$ referentes a "rochas granitóides", charnockitos de Padre Paraíso e outros APÊNDICE a.12.

- Quadro V.10. - Dados calculados para os diagramas
- $$\frac{10(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})}{\text{Al}_2\text{O}_3} \times \frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} \text{ e } \frac{10(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})}{\text{Al}_2\text{O}_3} \times \frac{10(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2)}{\text{Al}_2\text{O}_3}$$
- de Moine (1969), referente a "rochas granitoides", charnockitos de Padre Paraíso e outros .. APÊNDICE .. a.14.
- Quadro V.11. - Análises geoquímicas de granulitos básicos e granulitos charnockíticos de Palavaram 151
- Quadro VI.1.1. - Determinações Rb/Sr, em rochas da região limitada geograficamente pelos paralelos 15°00' - 18°00' lat.S. e pelos meridianos 39°00' - 42°00' long.W.Gr. ... APÊNDICE .. a.16.
- Quadro VI.1.2. - Determinações K/Ar, em rochas da região limitada geograficamente pelos paralelos 15°00' - 18°00' lat.S. e pelos meridianos 39°00' - 42°00' long.W.Gr. APÊNDICE. a.20.
- Quadro VI.2.1. - Determinações Rb/Sr 172
- Quadro VI.2.2. - Determinações K/Ar 173

FOTOMICROGRAFIAS

Fotomicrografia	V .1.A. - Reação de biotita + quartzo produ zindo sillimanita + óxido de ferro	133
Fotomicrografia	V .1.B. - Reação de biotita + quartzo produ zindo sillimanita + óxido de ferro, nicóis cruzados	133
Fotomicrografia	V .2. - Sillimanita a partir da reação en - volvendo biotita e quartzo	134
Fotomicrografia	V .3. - Coexistência de biotita, muscovita, sillimanita, cordierita, quartzo e orto - clásio	146
Fotomicrografia	V .4. - Muscovita e quartzo em reação produ zindo sillimanita e ortoclásio	136
Fotomicrografia	V .5. - Sillimanita a partir da reação de biotita e quartzo em coexistência com cor dierita mostrando halos pleocróicos do zircão	141
Fotomicrografia	V .6. - Sillimanita associada a sericita em cordierita e feldspato	141
Fotomicrografia	V .7. - Cordierita mostrando halos pleocrói cos (zircão), com biotitas e pequenos cris tais de fibrolita a partir de reações de biotita e quartzo	142
Fotomicrografia	V .8. - Evidencia a situação apresentada na Fotomicrografia III.1.7., com nicóis cru zados	142
Fotomicrografia	V .9. - Cordierita, com halos pleocróicos do zircão, sericitizada	143
Fotomicrografia	V .10. - Cordierita com halos pleocróicos do zircão. Alguns cristais aciculares de sil limanita	143

Fotomicrografia	V .11. - Cristal de sillimanita a partir de muscovita	145
Fotomicrografia	V .12. - A mesma exposição da Fotomicrografia III.11., porém com nicóis cruzados ..	145
Fotomicrografia	V .13. - Hiperstênio com reação para hematita, mostrando extinção paralela	147
Fotomicrografia	V .14. - Hiperstênio com reação para hematita. Giro de 45° em relação à Fotomicrografia III.13., mostrando as cores de interferência	147
Fotomicrografia	V .15. - Hiperstênio com reação para hematita, biotita com reação para fibrolita ...	148
Fotomicrografia	V .16. - Reações de biotita + quartzo produzindo sillimanita e feldspato	154
Fotomicrografia	V .17. - A mesma exposição da Fotomicrografia III.16., com nicóis cruzados	154
Fotomicrografia	V .18. - Cisalhamento com desenvolvimento de fibrolita nos planos dessa foliação	155
Fotomicrografia	V .19. - Desenvolvimento de fibrolita ao longo de foliações geradas por cisalhamento.	155
Fotomicrografia	V .20. - Fibrolitos com desenvolvimento preferencial ao longo de foliações geradas por cisalhamento	156
Fotomicrografia	V .21. - Fibrolitas com desenvolvimento preferencial ao longo de foliações geradas por cisalhamento. Nicóis cruzados	156
Fotomicrografia	V .22. - Fraturamento de grãos minerais segundo uma orientação que trunca a orientação principal de minerais planares, biotitas	153

Fotomicrografia V .23. - Biotitas com cor de polarização e videnciando a alteração para cloritas	158
Fotomicrografia V .24. - Biotitas com coloração de altera- ção, que a nicóis cruzados evidencia uma cloritização	158
Fotomicrografia V .25. - Microclina englobando feldspato - K sausuritizado	159
Fotomicrografia V .26. - Biotita cloritizada e plagioclásio sausuritizado	159
Fotomicrografia V .27. - Sillimanita a partir da reação de biotita mais quartzo	160
Fotomicrografia V .28. - Fibrolitas formadas às expensas de biotitas com alto teor de ferro, dando co mo produto, também, óxido de ferro	160
Fotomicrografia V .29. - Microclina neoformada englobando plagioclásio com auréola de albititização Sericitas com habitus de fibrolitas	161
Fotomicrografia V .30. - Sillimanita, quartzo e feldspato em coexistência. Sericitização de cristais a ciculares de sillimanita	161

I. INTRODUÇÃO

O objetivo do presente trabalho é elucidar a evolução tectono-termal da "Região Nordeste de Minas e Sul da Bahia", enfatizando os fenômenos ocorridos no Proterozóico Superior. Para a consecução deste foram realizados levantamentos e estudos sobre estratigrafia/litologias, geologia estrutural, petrografia/petroquímica/petrologia metamórfica e geocronologia das rochas pré-cambrianas da região.

Os dados geológicos da região são apresentados no Mapa Geológico na escala 1:1.000.000. Um detalhamento maior foi dado na área compreendida entre os paralelos 16°00'S e 17°00'S e os meridianos 40°30'WGr e 42°00'WGr, onde realizou-se, também, o mapeamento geológico na escala 1:250.000 (Folha Almenara - Se-24-V-A). Esses mapas geológicos são apresentados em anexo.

A região enfocada compreende toda a área de exposição de rochas pré-cambrianas que ocorrem entre os paralelos 15°00'S e 18°00'S e a leste do meridiano 42°00'WGr até a margem continental, correspondendo cerca de 99.000 km² (Fig. I.1.).

Almeida (1979) concebeu uma extensa faixa de evolução policíclica, que se desenvolve na costa brasileira, denominada Cinturão Móvel Costeiro. Segundo esta concepção o referido cinturão inclui o Cinturão Móvel da Bahia (MASCARENHAS, 1973; PEDREIRA et alii, 1978) os dois cinturões que SIQUEIRA et alii (1978) e SILVA FILHO & LEAL (1978) distinguiram na Bahia, os cinturões metamórficos do "Atlantic Belt" de LEONARDOS & FYFE (1974) e a maior parte da Região de Dobramentos Sudeste (ALMEIDA et alii, 1977).

ALMEIRA & LITWINSKI (1984) definem duas zonas estruturais para o Setor Setentrional da Província Mantiqueira, conforme definida por ALMEIDA et alii (1977). Uma, denominada Zona Oriental, com "características de um cinturão de rochas granulíticas provavelmente arqueanas, que, no decorrer do Proterozóico, se sujeitou a processos policíclicos de metamorfismo, migmatização e deformações nos ciclos

Fig.1.1- Localização da região "nordeste de Minas Gerais e sul da Bahia".

Transamazônico e Brasileiro, sendo de idades duvidosas as rochas supracrustais nela preservadas". A outra, denominada Zona Ocidental, "desenvolveu-se em maior parte sobre um bloco crustal igualmente antigo, arqueano, cuja evolução durante o Proterozóico foi caracterizada por metamorfismo menos intenso que o geralmente presente na Zona Oriental, sendo excepcional a presença de fácies granulítico em seu embasamento". A Faixa de Dobramento Araçuaí engloba estruturas desenvolvidas no Brasileiro e representa a tectonogênese e metamorfismo sobre a Zona Ocidental durante esse ciclo. Essas estruturas, segundo ALMEIDA (1977), infletem-se para leste no "Arco do Rio Pardo", cruzando a Zona Oriental (e o Cinturão Móvel Costeiro), margeando o limite do Cráton do São Francisco no Sul da Bahia.

Assim, a região em pauta abrange, o Cráton do São Francisco (no seu extremo nordeste), a faixa marginal desse cráton onde a Zona Ocidental (Faixa Araçuaí) cruza a Zona Oriental (Cinturão Móvel Costeiro) e, a sul do paralelo $16^{\circ}30'S$, a Zona Oriental (Fig. I.1.). Engloba, portanto, domínios estruturais distintos que mostram-se, ainda, obscuros quanto à tectonogênese, magmatismo, sedimentação, metamorfismo e limites.

Justifica-se, neste contexto, o tema aqui abordado e a sua abrangência regional.

Reconhece-se, entretanto, que os resultados aqui obtidos não trarão soluções definitivas aos inúmeros problemas da geologia dessa parcela do território brasileiro, que servirão de subsídios a futuras investigações que cada vez mais enriquecerão o acervo de conhecimentos geológicos do país.

As informações básicas utilizadas para o presente tema estão contidas nos vários projetos desenvolvidos mediante convênios entre o DNPM e a CPRM, na escala 1:250.000, em inúmeras outras obras que serão referidas oportunamente e em observações pessoais do autor que são de caráter de detalhe, semi-detalhe e regionais. Os trabalhos de detalhe e semi-detalhe referidos concentram-se na região dos Municípios de Itaobim/Itinga/Jequitinhonha/Alemanha/Joaíma-MG condensados na folha geológica de ALMENARA apresentada na escala 1:250.000 (Fig. I.2., em anexo). Os de caráter regional abrangem a área de abordagem geral, (Fig. I.3.), sem, no entanto, restringir-se a ela. Assim recorrer-se-á, sempre que necessário, a trabalhos desenvolvidos pelo autor e ou por outros em áreas adjacentes.

● Metodologia

Considerando-se o objetivo proposto, a abordagem metodológica processou-se em quatro fases. A primeira visou a caracterização geológica da região e o equacionamento da problemática geral, através de extensa compilação bibliográfica e integração dos dados obtidos, pelos métodos usuais de pesquisa bibliográfica e reconhecimento de campo. Na segunda fase, procurou-se completar os dados existentes e

obter informações sobre a geologia da região de forma a alcançar níveis de conhecimentos satisfatórios, valendo-se de estudos de campo, reinterpretações dos dados e dos problemas geológicos. A terceira fase constou de uma série de etapas de campo alternadas com etapas de estudos de escritório/laboratório procurando caracterizar a natureza dos eventos tectono-termais ocorridos, no tempo e no espaço, utilizando técnicas petroquímicas, petrológicas e geocronológicas. A última fase constou da integração e compatibilização das informações obtidas e montagem do texto.

Os métodos de estudos convencionais de pesquisa bibliográfica, compilação de dados, fotointerpretações foram desencadeados utilizando-se aerofotos do voo AST-10, escala 1:60.000 e voo SA-558, escala 1:40.000, mosaicos semi-controlados de Imagem de Radar, escala 1:250.000, dados dos projetos do convênio DNPM/CPRM, na escala 1:250.000 (Projeto Jequitinhonha - Fontes et alii, 1978; Projeto LETOS - Costa, 1975; Projeto Sul Bahia - Mascarenhas et alii, 1976), do projeto "Levantamento Integrado de Recursos Naturais do Vale do Jequitinhonha" (CETEC, 1980) entre outros.

Os trabalhos de campo obedeceram uma programação com etapas visando elaboração de perfis regionais, levantamentos e caracterizações de perfis de detalhe e semi-detalhe de afloramentos amostrados.

Os estudos de laboratório constaram de:

- . análises isotópicas visando os estudos de geocronologia, realizados no Centro de Geocronologia do Instituto de Geociências da USP, pelos métodos usuais daquele laboratório;
- . análises químicas de rochas utilizando técnicas de análise por via úmida, absorção atômica e espectrometria de raio X, realizados nos laboratórios do Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC;
- . análises de petrografia de seções delgadas com técnicas convencionais de microscopia ótica, realizados nos laboratórios da USP, CETEC e UFOP.

Através do tratamento estereográfico de dados estruturais obtidos no campo, procederam-se os estudos de caracterização geométrica das estruturas geológicas e suas relações com eventos geodinâmicos ocorridos na área.

Os dados analíticos de análises isotópicas, petroquímicas e petrográficas, foram processados utilizando-se as metodologias convencionais de geocronologia, geoquímica e petrologia, respectivamente.

Desse modo, as informações de campo e laboratório, além dos dados bibliográficos e de fotointerpretações, foram tratados e interpretados à luz da evolução tectono-termal da região. Este procedimento possibilitou fundamentalmente chegar-se a algumas conclusões sobre a evolução geodinâmica dessa parcela da crosta terrestre, além de abrir um vasto campo para futuras investigações geológicas sobre problemas ainda não elucidados.

Portanto, este trabalho é o produto de várias etapas executadas durante mais de cinco anos de estudos.

● Fisiografia e Acesso

Os estudos geomorfológicos, tiveram como objetivo apenas caracterizar as grandes unidades de relevo com seus principais grupamentos de forma.

Na porção sudeste da região a unidade de relevo trata-se de uma extensa superfície sub-litorânea, observada na foz dos rios Jequitinhonha, Mucuri e Doce que prolonga-se para oeste, no sul da região, através do vale do rio Mucuri (Zona rebaixada do Mucuri) e seus afluentes. Caracteriza-se como uma zona rebaixada, embutida nos Planaltos do leste de Minas Gerais, com caimento em direção ao Oceano Atlântico. Apresenta formas de dissecação fluvial do tipo colinas de topo aplainado, com atitudes inferiores a 200 m e vales de fundo chato.

No sudoeste e centro oeste da região, correspondendo a maior parte da área do médio vale do rio Jequitinhonha, o relevo é

caracterizado pelas denominadas "chapadas" (áreas aplainadas com rebordos erosivos bem marcados) com altitudes de 900 m, podendo atingir até 1.100 m. Alternam-se, entre essas áreas, zonas dissecadas que acompanham os rios principais e seus afluentes, onde predominam vertentes ravinadas e vales encaixados, cristas, colinas e "pontões". No noroeste, na bacia do Rio Pardo, o relevo é plano, caracterizado por uma superfície de aplainamento bem preservada, com altitudes dominantes entre 900 e 1.000 m. Este relevo passa, a norte e nordeste da região, a mostrar um intenso ravinamento com drenagens encaixadas em leito rochoso, gradando para faixas de áreas rebaixadas no baixo curso do rio Prado.

Uma faixa de áreas rebaixadas ao longo do rio Jequitinhonha e alguns de seus afluentes pode ser caracterizado como depressão do Jequitinhonha. Apresenta altitudes que variam em torno de 400 m com caimento gradativo para leste. Trata-se de uma superfície de aplainamento dissecada com colinas de topo aplainado, vales de fundo chato e interflúvios tabulares.

A região é drenada pelas bacias hidrográficas dos rios Pardo, Jequitinhonha e Mucuri, que têm seus cursos principais aproximadamente no sentido oeste-leste.

O rio Pardo nasce no município de Rio Pardo de Minas, a oeste do limite da área, a uma altitude de 880 m. Tem uma extensão de 580 km com cerca de 220 km em território mineiro e o restante em território baiano.

A bacia do rio Jequitinhonha ocupa cerca de 69.997 km², dos quais cerca de 40% estão na área da região aqui abordada. A partir das nascentes, na Serra Gavião (cadeia do Espinhaço), até a foz, o rio Jequitinhonha percorre 870 km, sendo 390 km na área em foco. Os principais afluentes do rio Jequitinhonha na área são: pela margem esquerda, os rios Itinga e São Francisco, pela margem direita, os rios São João, São Miguel e Rubim do Sul.

O rio Mucuri é formado pela junção dos rios Mucuri do Sul e

Mucuri do Norte. Percorre um total de mais de 300 km com uma área de drenagem de 15.100 km², dos quais 95% estão em território mineiro. Seus principais afluentes são os rios Pampã pela margem esquerda, e Todos os Santos, pela margem direita.

A região é servida por inúmeras estradas de rodagem. É cortada no sentido sul-norte pelas BR-116 (Rio-Bahia) e BR-101, e no sentido oeste-leste pelas rodovias Teófilo Otoni/Teixeira de Freitas, Itinga/Salto da Divisa/BR-101 e Vitória da Conquista/Itabuna, além de uma extensa rede de estradas estaduais e municipais de tráfego permanente.

II. SÍNTESE DA EVOLUÇÃO DOS CONHECIMENTOS GEOLÓGICOS

Os estudos geológicos realizados na região iniciaram-se há mais de um século quando HART(1870) fez as primeiras referências sobre rochas graníticas e granitóides no leste de Minas Gerais e estabeleceu a primeira coluna estratigráfica que se tem notícia na Bacia do Rio Pardo. Este autor descreveu, na região próxima da confluência dos rios Araçuai e Jequitinhonha, grossos veios graníticos cortando mica-xistos. Após os trabalhos de HART (1870) a região permaneceu por mais de meio século sem significativas contribuições geológicas, e somente na década de 20 GUIMARÃES (1925), estudando a Lavra de Cuietê Velho, no município de Conselheiro Pena, referiu-se a granitóides, granitos, anfibolitos, xistos e quartzitos na região entre Barra do Cuietê e Cuietê Velho.

MORAES (1937), na região de Pedra Azul, referiu-se às rochas granitóides reconhecendo diversos tipos somáticos.

OLIVEIRA & LEONARDOS (1940) propõem uma coluna com maiores detalhes para a Bacia do Rio Pardo. ALMEIDA (1954) detalha a estratigrafia da Bacia do Rio Pardo.

No campo da interpretação geotectônica, a primeira tentativa mais ampla foi feita por GUIMARÃES (1951) quando considerou a existência de um bloco arqueano, a que denominou de Arqui-Brasil, envolvido por geossinclinais proterozóicos, ou seja, pela associação Minas-Espinhaço. Situado imediatamente a leste deste bloco o autor define um segundo denominado Arqui-África com uma zona de sutura interligando os dois e estendendo-se desde o "Quadrilátero Ferrífero", passando pela Serra de Jacobina em direção ao norte(Fig. II.1)(MASCARENHAS, 1979, in INDA, 1979).

Foi, no entanto, a partir da década de 60 que iniciaram-se com mais intensidade as investigações geológicas de caráter regional na área em epígrafe, contribuindo, sobremaneira para o atual conhecimento geológico do Pré-cambriano da região.

ALMEIDA (1966) definiu a região cratônica que denominou de

Fig. II.1 - Reconstituição esquemática dos antigos maciços siálicos constituintes do atual escudo Brasileiro - Seg. GUIMARÃES (1951) (Retirado de INDA, 1979).

plataforma do São Francisco, envolvida por faixas de dobramentos brasileiros (denominados baikalianos). ALMEIDA (1967) e ALMEIDA et alii (1968) estabeleceram os limites aproximados do Crâton do São Francisco em relação às faixas marginais de dobramentos, inclusive a Faixa Araçuaí (Fig. II.2).

BARBOSA et alii (1966) identificaram vários tipos de granitos e tonalitos ao mapearem duas quadrículas de 15' na região de Conselheiro Pena.

GROSSI SAD (1968) ao elaborar o "Esboço Geológico de Minas Gerais" reúne rochas graníticas da região de Medina, Taiobeiras, Coronel Murta, Rubelita e Salinas, no denominado Complexo Granitóide de Medina.

SCHOLL (1972) e KARFUNKEL & KARFUNKEL (1976) utilizaram a

Fig. II.2 - CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, (1) coberturas fanerozóicas, (2) coberturas e faixas de dobramentos proterozóicos, (3) terrenos granito-greenstone, (4) terrenos granito-greenstone parcialmente rejuvenescidos no ciclo Transamazônico, (5) terrenos predominantemente granulíticos, (6) terrenos predominantemente granulíticos total ou parcialmente retrabalhados no ciclo Transamazônico, (7) terrenos migmatito-granulíticos, granitóides e granito-greenstone não diferenciados, total ou parcialmente retrabalhados nos ciclos Transamazônico e Brasileiro, (8) seqüências vulcano-sedimentares do tipo greenstone belt diferenciadas, (9) limites supostos das faixas ou sistemas dobrados. (Retirado de SCHOBENHAUS et alii, 1984).

terminologia de Grupo Macaúbas para a série de filitos, arenitos e conglomerados, que MORAES & GUIMARÃES (1930) haviam denominado de Formação Macaúbas (para a região de Mendanha e Inhaí) estendendo aos mica-xistos que distribuem-se a leste até Araçuaí.

Na "Bacia do Rio Pardo", o mapeamento sistemático executado a partir de 1967, levou a uma definição da coluna estratigráfica completa, com redefinição da área de ocorrência da Formação Salobro, nova denominação da Formação Rio Pardo e estabelecimento de secções, com descrição das outras unidades (PEDREIRA et alii, 1969).

COBRA (1970) sugeriu a divisão dos mica-xistos "Macaúbas" em dois grupos e denominou-os de: Grupo Macaúbas, mais novo, com distribuição a oeste da Falha de Taiobeiras, não contendo pegmatitos e Grupo Salinas, a leste da referida falha, cortado por pegmatitos.

CORDANI (1973) defende a tese de Livre Docência versando sobre "Evolução Geológica Pré-cambriana da Faixa Costeira do Brasil, entre Salvador e Vitória" em que apresenta inúmeros resultados geocronológicos, caracterizando e classificando como gnaisses kinzigíticos, os gnaisses distribuídos numa extensa área entre os paralelos 15° e 18° Lat.S. Estabeleceu um modelo geotectônico na qual considerava, para a região enfocada, a existência de dois Crâtons Pré-cambrianos de idade transamazônica separados por faixa de dobramentos brasileiros.

Em 1969 iniciaram-se os trabalhos de mapeamentos geológico básico na escala 1:250.000 realizados pelo CPRM e PROSPEC através de convênio com o DNPM (Projetos Bahia, Bahia II, Sul da Bahia, LETOS e Jequitinhonha) concluídos em 1974, 1976 e 1978 o que permitiu o conhecimento de grandes áreas pré-cambrianas do nordeste de Minas Gerais, Espírito Santo e sul da Bahia (CPRM/DNPM/PROSPEC, 1974, COSTA, 1975 e FONTES et alii, 1978). COSTA & ROMANO (1976) consolidaram as informações geológicas de Minas Gerais no Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais. Na região Nordeste de Minas Gerais apenas abordaram-se o Grupo Macaúbas e rochas indiferenciadas.

Foi a partir dos dados geocronológicos apresentados por CORDANI (1973) e dos dados geológicos daqueles projetos do convênio DNPM/CPRM que MASCARENHAS (1973) estabeleceu o modelo geotectônico para a Bahia, utilizando a conceituação baseada em dois argumentos geotectônicos essenciais, ou sejam, "mobile belt" e "greenstone belt", que foram ampliados e modificados por MASCARENHAS et alii (1976).

BESANG et alii (1977) apresentaram novos dados geocronológicos para Minas Gerais e Espírito Santo. Neste mesmo ano SÁ (1977) defende a Tese "Pegmatitos Litiníferos da Região de Itinga - Araçuaí" contribuindo com importantes dados a respeito da relação entre os xistos macaúbas/pegmatitos e granitos/pegmatitos. Apresenta dados geocronológicos em diagramas isocrônicos para os xistos "Macaúbas" e granitos da região de Itinga e inúmeras informações geológicas que elucidaram parte dos complexos problemas da metalogênese desta região.

ALMEIDA (1977) caracteriza a Região de Dobramentos Sudeste, conceituando a Faixa de Dobramento Araçuaí. ALMEIDA et alii (1977) propuseram dividir o país em dez províncias estruturais (Fig. II.3), sendo a região aqui enfocada situada na porção norte da província da Mantiqueira e englobando parte da província São Francisco.

ALMEIDA (1979) no trabalho "O Cráton do Paramirim e suas relações com o do São Francisco", supôs um limite, já existente no Proterozóico Inferior ou Arqueno Superior, separando o Cráton do Paramirim do Cinturão Móvel Costeiro. Defende o autor que este limite parece coincidir, a sul do paralelo 20°Lat.S. com um alinhamento magnético de BOSUM (1973), perfeitamente reconhecível, com mais de 200 km, entre a faixa granulítica a leste e o complexo gnáissico-granítico a oeste.

HASUI et alii (1978) estabeleceram no trabalho "As Estruturas Brasileiras" um modelo de regionalização geotectônica do Continente Sul Americano e sua ligação com o Continente Africano. A faixa Araçuaí, neste particular, teria como correspondente Africana a faixa do Congo Ocidental.

Fig. II.3. - Províncias estruturais do Brasil - (ALMEIDA et alii, 1977 - Retirado de ALMEIDA & HASUI, 1984).

INDA & BARBOSA (1978) correlacionaram metaconglomerados, metagrauvacas e gnaisses em geral que ocorrem na região de Itambê ao Supergrupo Espinhaço. Apresentam inúmeras observações geológicas e modelos geotectônicos para o Estado da Bahia, em interesse particular ao presente trabalho nas referências ao Sul da Bahia.

BLITSKOW et alii (1979) apresentaram estudos gravimétricos que confirmam, entre os paralelos 18°S e 20°S, o limite setentrional entre o Cráton do São Francisco e a Província Mantiqueira. (ALMEIDA & LITWINSKI, 1984).

INDA (1979) apresenta a Evolução da Estratigrafia dos Metassedimentos da Bacia do Rio Pardo incluindo a coluna estratigráfica superida por INDA & BARBOSA (1978). PEDREIRA (1979) sugere um modelo de colisão entre continentes de margens irregulares, para explicar a gênese da Evolução da Bacia do Rio Pardo.

HARALYI et alii (1978) e HARALYI & HASUI (1982) apresentaram e interpretaram dados gravimétricos à luz dos conhecimentos geológicos e tectônicos do Brasil Oriental, contribuindo significativamente para a elucidação da Evolução Geotectônica da região em epígrafe. BRITO NEVES (1980) ao referir-se ao "incomum espessamento crustal" no maciço de Paramirim, evidenciado pelas anomalias gravimétricas negativas, justifica como consequência de "processos tectônicos compressivos do Ciclo Espinhaço".

A equipe de recursos naturais do CETEC realizou no período 1978 a 1980 o projeto "Levantamento Integrado de Recursos Naturais do Vale do Jequitinhonha" (CETEC, 1980), abordando dentre os diversos temas, de forma integrada, a geologia e recursos minerais da região dos vales dos rios Jequitinhonha e Pardo em território mineiro (o presente autor integrou à equipe de Geologia e Recursos Minerais).

PEDROSA SOARES (1984) em seu trabalho de Tese de Mestrado aborda aspectos geológicos regionais das sequências supracrustais da Faixa Araçuaí e os pegmatitos e suas encaixantes na região de Coronel Murta - Virgem da Lapa.

SCHOBENHAUS et alii (1984) apresentam o texto explicativo do Mapa Geológico do Brasil e da área econômica adjacente, incluindo depósitos minerais, na escala 1:2.500.000. Neste texto INDA et alii (1984) desenvolveram o capítulo "O Cráton do São Francisco e a Faixa de Dobramentos Araçuaí", fornecendo inúmeras informações e interpretações geológicas que contribuem para o presente trabalho, ressaltando-se os dados dos trabalhos de HARALYI & HASUI (1981) e HARALYI & HASUI (inédito) que culminaram com a estruturação da região leste do Brasil com base nos dados gravimétricos, permitindo a caracterização dos blocos Vitória, Bahia e Brasília separados por uma zona de baixo gravimétrico (Fig. II.4.).

CORDANI et alii (1984) apresentaram consideráveis conclusões a respeito da geologia e geotectônica do embasamento das bacias de Bahia-Sul e Espírito Santo abordando o contexto regional das principais descontinuidades geotectônicas e estruturais.

Fig. II.4 - A estruturação da região leste do Brasil com base em dados gravimétricos. (Retirado de SCHOBENHAUS et alii, 1984).

ALMEIDA & HASUI (1984) apresentaram a Geologia do Pré-Cambriano do Brasil num texto de vários autores. A região nordeste de Minas Gerais e Sul da Bahia é englobada no Capítulo Província Mantiqueira - Setor Setentrional onde os autores, ALMEIDA & LTIWINSKI (1984) abordaram compatibilizando, atualizando e acrescentando conhecimentos geológicos expressivos sobre o Pré-cambriano desta porção do território mineiro e baiano.

III. GEOLOGIA LITO-ESTRATIGRÁFICA DO PRÉ-CAMBRIANO DA REGIÃO

A região abordada, Sul da Bahia e Nordeste de Minas Gerais, compreende toda aquela de exposição de rochas pré-cambrianas, entre os paralelos $15^{\circ}00'S$ e $18^{\circ}00'S$ e a leste do meridiano $42^{\circ}00'W$ Gr até a margem continental. Podem ser reconhecidas rochas pertencentes a três unidades geotectônicas Pré-Cambrianas ou sejam, o Cráton do São Francisco, a Faixa de Dobramento Araçuaí e o Cinturão Móvel Costeiro. A Figura III mostra um esboço geológico da região, na escala 1:2.500.000, com a distribuição das principais unidades lito-estratigráficas, representadas nos mapas geológicos das figuras I.2., Folha Almenara, escala 1:250.000 e I.3., escala 1:1.000.000.

As rochas que ocorrem nesta região, de idades arqueanas e proterozóicas são representadas por metamorfitos de médio e alto grau e rochas ígneas ácidas/básicas altamente transformadas e complexamente arranjadas.

O estabelecimento de uma coluna geológica geral para tais rochas é meramente especulativo dado a complexidade de seus arranjos estratigráficos, tectônicos e metamórficos, função do caráter evolutivo policíclico das mesmas, podendo, no entanto, estabelecer-se colunas geológicas apenas para alguns agrupamentos litológicos em separado, como por exemplo, para as unidades da Bacia do Rio Pardo.

III.1. ARQUEANO

Rochas hoje consideradas arqueanas foram por muitas décadas incluídas nos denominados "Complexo Indiferenciado", "Embasamento Indiferenciado", "Complexo Basal". Terrenos arqueanos ocupam uma área relativamente pequena, da região em foco, correspondendo a porção nordeste desta (Fig. I.3.). Estes terrenos serão aqui abordados sob a denominação genérica de "complexo migmatito-granulítico da Bahia" no sentido dado por SCHOBENHAUS et alii (1984), com algumas modificações.

Fig. III - ESBOÇO GEOLOGICO DA REGIÃO NORDESTE DE MINAS GERAIS E SUL DA BAHIA.
DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES LITO-ESTRATIGRÁFICAS.

LEGENDA

	Coberturas Neocenoicas		Complexo Jequitinhonha
	Grupo Rio Pardo		Rochas Granitoides
	Rochas Alcalinas do Sul da Bahia		Rochas Charnockiticas
	Grupo Macaúbas		Complexo Migmatito-Granulítico da Bahia
	Complexo Itambé		Granitos Intrusivos
	Complexo Gnaissico-Granítico		

III.1.1. COMPLEXO MIGMATITO-GRANULÍTICO DA BAHIA

INDA & BARBOSA (1978) englobaram as rochas consideradas de idades arqueanas, que ocorrem nesta região, nas unidades por eles denominadas Agl (piroxênio-granulitos), Amt (metatexitos), Agm (granulitos migmatizados e piroxênio-granulitos), Ags (gnaisses sieníticos) e A (conjunto não dividido de rochas metamórficas consideradas arqueanas).

SCHOBENHAUS et alii (1984) incluíram estas rochas sob a denominação genérica de "complexo migmatito-granulítico da Bahia", sem conotação genética, com enfoque apenas descritivo. Este complexo, na concepção destes autores, compreende três categorias, de maior expressão, e uma quarta, abrangendo as áreas arqueanas não passíveis de subdivisão (permanecendo como rochas Arqueanas Indiferenciadas). Adotar-se-á, neste trabalho, a subdivisão e terminologia de SCHOBENHAUS et alii (1984) com algumas modificações.

Uma dessas categorias ocupa uma extensa área dos terrenos arqueanos da região, e constitui-se de uma gama ampla de migmatitos, gnaisses e granitóides de composições variáveis de ácidas a intermediárias com ocorrências de granulitos subordinadamente. MASCARENHAS et alii (1976) consideraram estas rochas como migmatitos heterogêneos que gradam a migmatitos homogêneos, classificando-as como metatexitos. Estas rochas ocorrem na zona de falhas Itapebi - Itororô segundo a forma de uma cunha que abre-se na direção norte, até o paralelo 15°00' Lat.S., onde atingem uma largura entre 20 km a 30 km.

As rochas de composição tonalítica, pertencentes ao conjunto acima caracterizado, apresentam texturas que indicam origem magmática, ocorrendo em corpos plutônicos com limites difusos. Datações radiocronológicas Rb/Sr, com isócronas, em rochas tonalíticas que ocorrem além dos limites da região, ao norte do paralelo 15° Lat.S., mostram idades entre 3.100 a 3.400 M.a. (BRITO NEVES et alii, 1980) sugerindo serem estas as mais antigas das englobadas nesta categoria. Uma fase de potassificação regional superposta a estas rochas é referida

por SCHOBENHAUS et alii (1984). Estes autores acreditam que esta fase potássica é generalizada, sua intensidade aumenta nas zonas em que ocorreram ações termiais em ciclos tectono-magmáticos mais novos.

Entretanto, são os migmatitos as feições litológicas dominantes nesta categoria. Estes frequentemente gradam a rochas granitóides homogêneas. A eles associam-se biotita gnaisses e gnaisses quartzo-feldspáticos. São frequentes as ocorrências de granulitos, com distribuição areal de menor magnitude, nos migmatitos tonalíticos, como núcleos preservados dos processos de migmatização mais tardios.

Uma segunda categoria de rochas, engloba predominantemente granulitos com gnaisses e migmatitos subordinados. Trata-se de piroxênio-granulitos e hornblenda-piroxênio-granulitos, às vezes coexistindo com tipos ácidos. Estas rochas pertencem ao denominado cinturão granulítico Atlântico desenvolvido em um ambiente do tipo "mobile belt" (MASCARENHAS, 1973; 1976), que na porção nordeste da região ocupa o seu extremo próximo à costa.

Considerando a interpretação dada por BRITO NEVES et alii (1980), estes terrenos que aqui são abordados, mantêm sua idade arqueana (2.700 M.a.) parcialmente rejuvenescida pelo ciclo Transamazônico (2.000 M.a.) correspondendo a parte do denominado bloco de Itabuna do cinturão granulítico Atlântico. Comentários detalhados a respeito de interpretações radiométricas e evolução tecto-termal serão abordados nos capítulos: Estudos Geocronológicos (item VI) e Evolução Tectono-Termal da região (item VII).

A terceira categoria de rochas, relacionadas ao complexo migmatito-granulítico da Bahia, refere-se a lentes constituídas de sienito gnaisses circundadas por granulitos da segunda categoria, numa zona altamente deformada cujas relações de contato não são nítidas. SCHOBENHAUS et alii (1984) incluíram tal categoria sem diferenciá-la, no agrupamento Av por eles adotado (primeira categoria aqui abordada). Apresentam uma mineralogia principal representada por feldspato perítico,

plagioclásio e dipsídio (INDA & BARBOSA, 1978). Duas faixas estreitas, paralelas, alongadas no sentido NS, ocorrem pouco a norte de Camacã, uma delas estendendo-se por cerca de 10 km e a outra por mais de 30 km, são as principais ocorrências de rochas desta categoria na região.

A última categoria aqui considerada refere-se a rochas indiferenciadas tidas como de idades arqueanas (MASCARENHAS et alii, 1976; INDA & BARBOSA, 1978; SCHOBENHAUS et alii, 1984), distinguidas pela simbologia pēcgi. Trata-se de rochas metamórficas diversas, migmatitos variados e intrusivas em geral. Ocorrem segundo uma larga faixa de direção NW desde Itagimirim em direção a Vitória da Conquista.

III.2. ARQUEANO/PROTEROZÓICO

As unidades de rochas aqui descritas apresentam uma história evolutiva policíclica evidenciada pelos complexos registros estruturais, petrológicos e petroquímicos que não permitem a sua localização temporal numa coluna geológica definida. Os dados radiocronológicos, interpretados à luz de outros parâmetros, mostram apenas a atuação do retrabalhamento intenso do ciclo Brasileiro sobre estas rochas. Assim nas descrições estratigráfica/litológicas das unidades da infra-estrutura da Faixa de Dobramentos Arauaí não haverá preocupação quanto a sua localização temporal na divisão do Proterozóico e até mesmo no Arqueano. Alusão a este respeito será feita nos itens VI, VII e VIII. As descrições aqui apresentadas serão muito semelhantes aquelas contidas no livro "O Pré-Cambriano do Brasil" (ALMEIDA & HASUI, 1984), dada a participação do presente autor no Capítulo "Província Mantiqueira - Setor Setentrional" (ALMEIDA & LITWINSKI, 1984). No entanto, aqui, não será obedecida uma classificação das unidades por zonas (ocidental e oriental), visto que na metade sul da região têm-se apenas a zona oriental e na metade norte, possivelmente, estruturas das duas zonas se cruzando, ver Figura I.1. (pág. 02).

III.2.1. ROCHAS CHARNOCKÍTICAS

Em 1860, Sir Thomas Holland (FONTES et alii, 1978) utilizou o termo charnockito para caracterizar granitos à hipterstênio, admitindo origem ígnea para os mesmos, encravados em formações arqueanas do sul da Índia (próximo de Madras-monte de S. Thomas e Pallavaram).

A primeira referência de rochas charnockíticas no Brasil é dada por Brajniov (1953), que identificou e classificou este tipo de rocha na região do Médio Rio Doce, no Estado do Espírito Santo.

Posteriormente, EBERT (1957) descreve rochas charnockíticas na região sul de Minas Gerais. GUIMARÃES (1961) estudou os charnockitos da faixa Paraíba-Desengano e admitiu uma origem basáltica englobando variedades noríticas, gabróides, dioríticas e granodioríticas.

Os projetos Vale do Paranaíba do Sul (BRANDALISE et alii, 1976), Jequitinhonha (FONTES et alii, 1978) e Sul da Bahia (MASCARENHAS et alii 1974) do Convênio DNPM-CPRM e o Projeto do Convênio DNPM-EFMOP (LIMA et alii, 1974) mapearam rochas charnockíticas no domínio do Cinturão Móvel Costeiro (ALMEIDA, 1979).

Ao norte do paralelo 18°Lat.S., ocorrem charnockitos grosseiros, piroxênio granulitos, leptinitos e enderbitos que são aqui englobados informalmente e provisoriamente na unidade denominada de "rochas charnockíticas". Esta unidade abrange rochas do "Complexo Charnockítico" definido por FONTES et alii (1978) e aquelas pertencentes a Unidade Ach (Arqueano Charnockítico) de INDA & BARBOSA (1978).

A distribuição geográfica, na região ora considerada, das rochas desta unidade restringe-se a área compreendida pelos paralelos 17°00' e 18°00'Lat.S.. Nesta região, os charnockitos e rochas afins ocorrem como lentes ou núcleos preservados na unidade denominada "rochas granitóides", Complexo Jequitinhonha e complexo gnaíssico-granítico. Dentre os diversos corpos

charnockíticos destacam-se o núcleo Padre Paraíso e os corpos da região de Nanuque/Carlos Chagas/Medeiros Neto.

A caracterização morfológica principal é de relevo moderadamente acidentado, contrastando com o relevo dos granitóides que é mais acidentado. Localmente estas rochas mostram morfologia de "paões de açúcar". Devido à presença de minerais ferromagnesianos, o manto de intemperismo é sempre de uma coloração roxo-avermelhada.

Os tipos litossomáticos desta unidade mostram uma coloração verde com variações para tons cinza-esverdeados. Esporadicamente, encontram-se núcleos de estrutura maciça e de grã mais fina. Macroscopicamente, distinguem-se cristais milimétricos de quartzo (6 mm); feldspato bem desenvolvidos (até 7 cm) de coloração verde e geminação Carlsbad; biotitas em palhetas milimétricas distribuídas por toda a rocha, associadas aos piroxênios/anfibólios.

Na região de Padre Paraíso ocorre um corpo circular de charnockito, gradando a granitóides, com boas exposições nos cortes da rodovia BR-116.

Na região de Medeiros Neto, Carlos Chagas e Nanuque, observam-se passagens bruscas de leptinitos e charnockitos. Estes leptinitos ocorrem como lentes, nos charnockitos, de rochas essencialmente quartzo feldspáticas com raras biotitas e abundantes granadas milimétricas.

Na Zona Oriental da Província Mantiqueira (ALMEIDA & LITWINSKI, 1984), ao norte do paralelo 20° Lat.S., apesar de observarem-se alguns contatos por falha com rochas graníticas e gnaíssicas, como é o caso do corpo de Vila Mayrink, a maioria dos contatos é transicional e/ou litológico com rochas do Complexo Jequitinhonha e "rochas granitóides".

III.2.2. ROCHAS GRANITÓIDES

As primeiras referências sobre rochas graníticas e granitóides

no leste de Minas Gerais, são dadas por HARTT (1870), GUIMARÃES (1925) e MORAES (1937). HARTT (1870) refere-se a grossos veios graníticos que cortam micaxistos na região próximo à confluência dos rios Araçuaí e Jequitinhonha. GUIMARÃES (1925) ao estudar a Lavra de Cuieté Velho, refere-se a granitóides e granitos, pertencentes a terrenos gnaissícos arqueanos, no percurso de Barra do Cuieté e Cuieté Velho. MORAES (1937) descreve rochas granitóides na região de Pedra Azul.

Posteriormente, BARBOSA et alii (1966) mapearam duas quadrículas de 15' na região de Conselheiro Pena, identificando diversos tipos de rochas graníticas.

SAD (1968) reuniu no "Mapa Geológico de Minas Gerais" rochas graníticas da região de Medina, Taiobeiras, Coronel Murta, Rubelita e Salinas com a denominação de Complexo Granitóide de Medina.

ALMEIDA et alii (1978) reconheceram grandes batólitos de rochas granitóides na região do Médio Jequitinhonha, admintindo tratar-se da exposição da infra-estrutura pré-brasiliana.

Granitóides porfiroblásticos, augen-granitóides, granitóides granodíferos, granitóides de composição granodiorítica e tonalítica que ocorrem na região centro sudoeste da área abordada constituem a unidade denominada informalmente por "rochas granitóides" (ALMEIDA & LITWINSKI, 1984). Evidentemente que os corpos intrusivos de natureza granítica/tonalítica relativos ao Ciclo Brasileiro, deveriam ser excluídos desta associação, contudo, dada a complexidade e grande diversidade de tipos de petrográficos, é possível que esta unidade esteja abrangendo corpos ácidos intrusivos deste ciclo.

De maneira geral, esta unidade estende-se por quase toda a região, alcançando maior representatividade na sua porção oeste, região limítrofe com a supra estrutura da Faixa Araçuaí.

A morfologia marcante exibida por estas rochas é representada por "paes de açúcar" caracterizando, conseqüentemente, áreas topograficamente mais elevadas. Normalmente, esta feição

morfológica é mais conspícua nas regiões onde estas rochas gradam a rochas migmatíticas do Complexo Jequitinhonha.

Macroscopicamente se identificam, no domínio desta unidade, granitóides ricos em granadas, granitos porfiroblásticos, migmatitos homogêneos, granitóides finos essencialmente quartzo-feldspáticos, granito-gnaisses localmente granadíferos com sillimanita e veios pegmatíticos.

FONTES et alii (1978) identificaram nesta região rochas de estrutura granitóide, as quais foram separadas em sete tipos predominantes com base em suas características texturais e/ou mineralógicas distintas. SILVA FILHO & FERRARI (1976) consideraram as rochas granitóides, na parte ocidental de ocorrência destas, como migmatitos homogêneos (diatexitos) provavelmente originados a partir de rochas gnaíssicas tipo Paraíba do Sul através de um processo avançado de anatexia. MASCARENHAS et alii (1974) identificaram rochas granitóides porfiróides e granitos equigranulares na porção NE da região.

Embora os diversos projetos de levantamento básico na escala 1:250.000, anteriormente citados, tenham proposto individualizações de alguns tipos petrográficos, outros ocorrentes neste domínio não foram individualizados, dada a escala de trabalho.

De modo geral estes granitóides são constituídos fundamentalmente por quartzo, plagioclásio, granada e microclina, secundariamente por biotita, anfibólio e piroxênio, localmente podem ocorrer sillimanita e cordierita e com relativa frequência encontram-se, também, calcita, sericita, minerais do grupo do epidoto e muscovita. Estes últimos representam transformações retrômetamórficas. Alguns tipos petrográficos não apresentam granada, contudo, em outros tipos a granada é mineral notório e denominativo dos mesmos (granitóides granadíferos).

Uma característica relativamente importante é a relação de contato entre estas rochas granitóides e as demais. Tais

contatos, a exceção daqueles por falhas, são transicionais e quase sempre através de migmatitos. Estes migmatitos e alguns granitos de mesma origem anatexítica, são provavelmente de idade brasileira (maiores detalhes serão fornecidos no item VI).

Alguns exemplos destes contatos são a seguir retratados:

- Contato com granitos de Pedra Azul

A relação de contato entre rochas granitóides e plutões intrusivos de Pedra Azul, na grande maioria das observações feitas, mostra-se como uma zona de transição de poucas centenas de metros, muito fraturada e falhada, com migmatitos de difícil caracterização genética. A Figura III.1. ilustra esquematicamente esta situação e na Figura III.2. apresenta-se um detalhe de afloramento nas margens da rodovia BR-116, cerca de 30 km a norte de Medina, onde a mistura de material ígneo granítico com material, também granítico, pré-existente, é bastante evidente. Não se reproduziu na Figura III.2., as inúmeras fraturas que atravessam a rocha.

- Contato com rochas do Complexo Jequitinhonha

Em todas as observações de contato de rochas granitóides com os migmatitos e gnaisses do Complexo Jequitinhonha constatou-se um nítido contato transicional através de "migmatitos" diversos, na maioria das vezes heterogêneos.

Na cidade de Jequitinhonha, margens do rio homônimo, observa-se na zona transicional de contato, migmatitos heterogêneos com paleossoma gnáissico, fino, constituído essencialmente de quartzo, biotita e feldspato pouco desenvolvido. Apresentam inúmeros "schilieren" e ou "xenólitos" de gnaiss biotítico de grã fina, além de grandes "boundins" de quartzo granuloso. Estes últimos, muito provavelmente, são "boundins" de quartzitos recristalizados. Note-se que rochas quartzíticas são abundantes no Complexo Jequitinhonha nesta área. A Figura III.3. ilustra um perfil esquemático, de direção NW - SE, mostrando o contato dessas duas unidades, e a Figura III.4. mostra um detalhe desse migmatito de contato.

Fig III-1 - Perfil esquemático mostrando a relação de contato das rochas granitóides de "Medina" com granitos "brasileiros" de Pedra Azul (BR-116).

Fig.III. 2-Migmatito da zona de transição de contato entre granitóides de "Medina" e granitos de "Pedra Azul". Afloramento, visto em planta, na rodovia BR 116 entre Medina e Pedra Azul.

Fig.III. 3-Perfil esquemático Jequitinhonha / Estiva - Relação de contato rochas granitóides e Complexo Jequitinhonha.

Fig.III. 4 - "Migmatito" na zona de contato entre "rochas granitóides" e o Complexo Jequitinhonha-Cidade de Jequitinhonha.

Cinco quilômetros a oeste de Girú, na estrada que liga este povoado a Monte Belo, também podem ser observados, no corte da estrada e no leito do ribeirão São Miguel, magníficas exposições de transição dos gnaisses bandados do Complexo Jequitinhonha para rochas granitóides. Aqui a rocha de transição (gnaisse bandado) apresenta como melanossoma, além dos gnaisses biotíticos, também uma rocha rica em hornblenda, augita e esfênio, com esfoliação esferoidal, tenaz e microcristalina, comumente presente no Complexo Jequitinhonha, na forma de bandas centimétricas e lentes (Fig. III.5.). Digno de destaque é a presença desta rocha, na forma de "boundins" e ou "schilieren", nos granitóides próximos deste contato.

● Contato com mica-xistos do Grupo Macaúbas

Uma boa exposição do contato entre mica-xistos do Grupo Macaúbas e rochas granitóides pode ser observada, nos meses de seca, ao longo do leito do rio Jequitinhonha na altura da foz do ribeirão Teixeira. Neste local o contato é, também,

Fig III-5- Contato da unidade "rochas granitóides" com o Complexo Jequitinhonha - Estrada Girú a Monte Belo - 5 km de Girú.

transicional segundo uma faixa de pouco mais de 100 metros. Partindo-se do mica-xisto "Macaúbas" em direção aos granitóides, observa-se um gradativo surgimento de bandas gnaíssicas leucocráticas, bandas gnaíssicas melanocráticas a mesocráticas, bandas quartzo feldspática de textura ígnea, que aumentam em espessura e frequência até prevalecerem sobre os xistos.

Os leucossomas constituem-se predominantemente de quartzo, feldspato, hornblenda, granada (abundantes cristais de 2 a 3 cm), muscovita e biotita. Os melanossomas são ricos em

Banda de micaxisto do Grupo Macaúbas.

Migmatito.

Pegmatito.

Fig III- 6 - Detalhe, em planta, de um corpo pegmatítico, condicionado por uma falha NS, cortando o migmatito na zona de contato de rochas granitóides com micaxistos do Grupo Macaúbas - Confluência do ribeirão Teixeira e rio Jequitinhonha (entre Itinga e Itaobim).

biotita, macroscopicamente não se distinguem granadas, apresentam, muscovita e quartzo. Nos xistos pode-se observar grandes cristais, 1 a 2 cm de cordierita, alguma granada além de quartzo, biotita e muscovita. Estes apresentam-se no migmatito em bandas regulares sempre com atitude geral coincidente com a observada nas regiões circuncinzinhas.

A este migmatito associam-se inúmeros corpos pegmatíticos concordantes e discordantes em relação ao bandamento. São fases nitidamente posteriores à migmatização. Um pegmatito, com 50 cm de largura, condicionado por uma falha de direção NS, vertical, com pequeno rejeito horizontal (cerca de 15 a 20 cm), corta discordantemente o bandamento do migmatito e é claramente posterior à migmatização (Fig. III.6.). Na textura pegmatóide observam-se cristais bem desenvolvidos de quartzo, feldspato, muscovita, afrisita e granada.

III.2.3. COMPLEXO JEQUITINHONHA

O termo Complexo Jequitinhonha foi definido por ALMEIDA & LITWINSKI (1984) para englobar rochas gnaíssicas bandadas com alternância de bandas leucocráticas e melanocráticas, com quartzitos e cálcio-silicáticas associadas que ocorrem na Zona Oriental do Norte da Província Mantiqueira. A definição do Complexo Jequitinhonha foi feita com base nos estudos de detalhes do presente autor objetivando esta Tese de Doutorado. O termo "complexo" tem o significado dado por HENDERSON et alii (1980). O complexo ocupa cerca de 40.000 km², correspondendo mais de 50% dos terrenos pré-cambrianos, da região em foco. Limita-se a sul e oeste com "rochas granitóides", a norte e nordeste com rochas arqueanas e do complexo Itambé e a leste estende-se sob coberturas neoceno-zóicas da costa atlântica. Essas rochas foram classificadas como gnaisses kinzigíticos (CORDANI, 1973; MASCARENHAS et alii, 1974; SILVA FILHO et alii, 1976; FONTES et alii, 1978), por apresentarem semelhanças com os gnaisses descritos por FISHER (1860, apud Mehnert, 1971) na região do rio Kinzing, da Floresta Negra, Alemanha.

Na tentativa de se estabelecer a estratigrafia deste complexo, elaborou-se vários perfis geológicos de detalhe, em regiões de boa exposição e onde os efeitos anatexíticos não foram extremamente intensos. O perfil geológico mais completo desta unidade é aquela da rodovia que liga Almenara a Jequitinhonha, próximo da cidade de Almenara. Quando do levantamento deste perfil a rodovia achava-se em obras para retificação e pavimentação o que permitiu a observação em cortes recentes sem estabilização com plantio de gramíneas. Foram estudados e levantados oito cortes com extensão média de 200 metros cada um, num trecho de cerca de 4 km da rodovia. A representação deste perfil, englobando seis cortes da rodovia, é mostrado nas Figura III.7., Figura III.8., Figura III.9., Figura III.10. e Figura III.11.

A partir destes dados e daqueles obtidos em levantamentos de inúmeros afloramentos nas regiões de Joaíma, Medeiros Neto, Mina de grafita da "Nacional de Grafite" em Pedra Azul, dos perfis regionais ao longo de rodovias no domínio da unidade e de informações apresentadas por diversos outros autores principalmente CORDANI (1973), SILVA FILHO et alii (1974) e FONTES et alii (1978), foi possível estabelecer-se a coluna estratigráfica parcial do Complexo Jequitinhonha (ALMEIDA & LITWINSKI, 1984). Esta coluna, com algumas modificações, é apresentada na Figura III.12., onde se observa doze tipos litossomáticos individualizados, do topo para a base, sob a denominação de Sequências A, B, C, D, E, F, G, H, I e J. Estas sequências litossomáticas e suas posições estratigráficas são bem reconhecidas na região de Almenara e Joaíma.

O perfil geológico apresentado nas figuras III.7., III.8., III.9. e III.10. representa um anticlinório em cujo núcleo afloram rochas quartzíticas das sequências I e J, inferiores. O flanco oeste, intensamente dobrado repete as sequências muito bem expostas no flanco leste (corte 1). Os dezenove extratos individualizados no corte 1 (Figura III.7., flanco leste do anticlinório), correspondem às 8 (oito) sequências restantes (A, B, C, D, E, F, G e H).

Em grande parte do domínio do complexo, a estratigrafia proposta pode ser reconhecida. Em alguns locais faltam os quartzitos; em outros ocorrem espessas intercalações de gnaisses grafitosos, lentes e bolsões de grafita em quartzitos, provavelmente correspondendo às denominadas sequências B, C, D e E, como nas regiões de Pedra Azul, Bandeira, Machacalis - Medeiros Neto.

De modo geral, as rochas dessa unidade são gnaisses bandados com alternâncias rítmicas de leucossoma e melanossoma com intercalações de quartzitos; localmente estes são predominantes e até exclusivos. Apresentam lentes e camadas, de espessuras diversas, com caráter de concordância perfeita, de uma rocha de granulação fina, esverdeada, melanocrática, muito resistente e com esfoliação esferoidal, constituída de piroxênio/anfibólio, titanita, óxido de ferro e localmente plagioclásio (labradorita) quartzito e microclina (cálcio-silicática). A Figura III.13. retrata um afloramento próximo da rodovia Joaíma - Girú a 16 km de Joaíma onde pode ser observada a relação desta rocha cálcio-silicática com o gnaiss bandado.

Fig III- 7- Perfil geológico em rochas do complexo Jequitinhonha - Corte 1, rodovia Almenara - Jequitinhonha a 2 km de Almenara.

Fig III- 8- Perfil geológico em rochas do Complexo Jequitinhonha - Corte 2 e corte 3 - Rodovia Almenara -Jequitinhonha a 2,5 km de Almenara.

Fig III- 9- Perfil geológico em rochas do Complexo Jequitinhonha - Corte 4 e corte 5 - Rodovia Almenara -Jequitinhonha a 3,4 km de Almenara.

Fig. III. 10- Perfil geológico em rochas do Complexo Jequitinhonha -Corte 6. Rodovia Almenara -Jequitinhonha a 4,3 km de Almenara.

Fig.III. 11- Localização dos cortes (1,2,3,4,5 e 6) do perfil geológico em rochas do Complexo Jequinhonha (A) e legenda deste perfil(B)

LEGENDA REFERENTE ÀS FIGURAS

III.7; III.8; III.9; III.10

CORTE 1

- Intercalações centimétricas de quartzitos cinza claros de grã fina com quartzitos vermelhos de grã média.
- Cálcio-silicática anfibolitizada com pequenas intercalações de manganês.
- Quartzito com feldspato grã grosso cor avermelhada.
- Quartzito com feldspato grã média, cor cinza claro.
- Gnaisses biotíticos com intercalações de cálcio-silicática e gnaisses vermelhos.
- Quartzitos biotítico com intercalações de gnaisses bandados e cálcio-silicática.
- Gnaisse cor cinza com poucas intercalações milimétricas de quartzitos.
- Quartzitos médios a grossos com intercalações finas de manganês, cálcio-silicática e bandas quartzo-feldspáticas.
- Gnaisse vermelho e quartzito cinza em intercalações rítmicas e delgadas. Algumas lentes de manganês.
- Gnaisses variados de cores cinza, ocre e vermelho com intercalações de quartzitos e manganês.
- Gnaisses com possantes intercalações de manganês (no topo) e (na base).
- Quartzitos maciços de grã média a grossa com feldspato.
- Gnaisse cor cinza com poucos bandas quartzo-feldspáticas.
- Quartzito vermelho com bandas gnaissicas e quartzo-feldspáticas.
- Gnaisses biotíticos, com intercalações de gnaisse cinza e material quartzo-feldspático.
- Gnaisse finamente laminados com bandas quartzo-feldspáticas.
- Gnaisses biotíticos intercalados com gnaisse cinza e bandas quartzo-feldspáticas.
- Gnaisses biotíticos, poucas intercalações de manganês.
- Quartzitos diversos com pequenas bandas de material quartzo-feldspático.

CORTES 2 e 3

- Quartzitos de grã grossa com estratificações decimétricas e quartzitos finos a médios com estratificações milimétricas a centimétricas.
- Quartzitos cinza claro e vermelho com estratificações decimétricas.

CORTES 4,5 e 6

- Gnaisse biotítico com intercalações de cálcio-silicática.
- Quartzitos biotíticos com intercalações de cálcio-silicática e gnaisses.
- Gnaisses biotíticos bandados.
- Quartzito vermelho de grã média.
- Gnaisse biotíticos com intercalações de quartzitos.
- Gnaisses bandados com inúmeras intercalações de cálcio-silicáticas e manganês.
- Quartzito vermelho de grã média com pequenas intercalações de

Figura III.12. - Coluna Estratigráfica Parcial do Complexo Jequitinhonha

Rochas básicas (gabro/diabásio), com esfoliação esferoidal, foram observados em vários locais. Estes corpos distribuem-se segundo direção NS. A nordeste de Pedra Grande, podem-se observar alguns desses corpos. Algumas áreas de ocorrência dessas rochas foram identificadas por FONTES et alii (1978). Anomalias geofísicas nessa região indicam a existência de um dique básico estendendo-se por mais de 200 km, conforme apresentado no "Relatório de Reconhecimento Geológico, Região Sul do Jequitinhonha, Nordeste de Minas Gerais" (executado pelo convênio Geofísico Brasil - Alemanha em 1975). Exposições contínuas dessas rochas não foram observadas, sendo provável que esse dique ocorra, na maioria de sua extensão, em subsuperfície.

Fig. III- 13- Gneisse bandado com intercalações de calcio-silicáticas concordantes. Afloramento na rodovia Joalima / Girú, à 16 km de Joalima.

Os contatos de rochas do Complexo Jequitinhonha com as graníticas, charnockíticas e granitóides são geralmente transicionais. Nas regiões desses contatos com rochas graníticas e granitóides observa-se um aumento da fase quartzo-feldspática, sempre com muita granada cor rosa. A Figura III.14.A. ilustra um contato transicional de rochas graníticas anatecticas com quartzitos do Complexo Jequitinhonha. Um afloramento situado no leito do córrego José Ferreira (ou São Geraldo) a 2 km a montante do ponto em que a rodovia Joaíma/Felizburgo (25 km de Joaíma) cruza o mesmo, o quartzito apresenta-se recristalizado (recosido) muito fraturado e cortado por bandas de material quartzo-feldspático (Figura III.14.B.).

Outro afloramento que mostra um contato de rochas graníticas anatecticas com rochas do Complexo Jequitinhonha é mostrado na Figura III.15.. Este afloramento situa-se a cerca de 800 metros a leste da ponte sobre o córrego Água Clara (rodovia que liga Joaíma a Água Quente e Fronteira dos Vales), na margem do referido córrego. Trata-se de gnaissê bandado em contato com rochas graníticas. O gnaissê é bastante granadífero e apresenta inúmeros "boundins" de material quartzo feldspático (também granadíferos).

Em alguns locais, no entanto, observam-se contatos por falha, pelo menos com rochas charnockíticas.

III.2.4. COMPLEXO GNÁISSICO-GRANÍTICO

A aplicação da designação provisória e informal do complexo gnáissico-granítico foi utilizada por ALMEIDA & LITWINSKI (1984), para englobar um conjunto de rochas gnáissicas, variavelmente migmatizadas e granitizadas, polimetamórficas, que se interpõe entre os "greenstone belts". Na região aqui enfocada, estas rochas ocorrem, numa pequena extensão, no extremo sudoeste da mesma.

FONTES et alii (1978), no Projeto Jequitinhonha, incluíram essas rochas na denominada Associação Barbacena/Paraíba do Sul, dentro

Fig. III. 14. A - Contato de quartzitos do Complexo Jequitinhonha e rochas graníticas anatecticas

Granitos e leucossomas migmatíticos

Quartzitos recristalizados com veios e bandas graníticas.

Granito.

Quartzito recristalizado.

Fraturas (no Quartzito)

0 1 m
esc. aproximada

Fig. III. 14. B - Perfil no correjo José Ferreira - 2.000 metros à montante da ponte com rodovia Joaíma - Felizburgo. Contato transicional de quartzitos do Complexo Jequitinhonha e rochas graníticas anatecticas

-
 Migmatito com predomínio de leucossoma granítico (>80%) sobre melanossoma gnaissico biotítico (<20%).
-
 Melanossoma gnaissico biotítico (>80%) e leucossoma granítico em veios, boundins e lentes (<20%).
-
 Boundins centimétricos de quartzo.
-
 Leucossoma granítico.
-
 Melanossoma gnaissico - biotítico.

Fig.III- 15 - Perfil no córrego Água Branca - 800 metros à leste da ponte - rodovia Joáma/Felizburgo.
Gnaiss Bandado em contato com rochas graníticas.

da unidade de mapeamento chamada Complexo Gnaíssico-Migmatítico.

Na região ora considerada ocorrem quartzitos sacaróides, grossos, extremamente feldspáticos, cataclásticos, localmente com bandas gnaíssicas leucocráticas e bandas pegmatóides, intensamente falhados e fraturados; e, principalmente, gnaisses homogêneos leucocráticos, muito quartzosos, passando a gnaisses bandados, também leucocráticos, sempre ricos em granada e sillimanita com porfiroblastos, as vezes idiomórficos, de feldspato.

Um afloramento na rodovia Novo Cruzeiro/Araçuaí, a aproximadamente 19 km de Novo Cruzeiro, mostra uma rocha constituída de bandas gnaíssicas leucocráticas, bandas pegmatóides e quartzitos feldspáticos. A Figura III.16. retrata este afloramento.

As relações de contato dessas rochas com os mica-xistos "Macaúbas" não são claras, aparentemente tratando-se de uma zona de cataclasamento, onde os "quartzitos feldspáticos cataclásticos" de um lado associam-se aos mica-xistos e de outro aos gnaisses; ou tratando-se de passagens gradacionais, onde os xistos assumem aspecto de gnaisse gradativamente, como sugerem alguns afloramentos ao longo da rodovia Novo Cruzeiro/Araçuaí (44 km a 42 km de Novo Cruzeiro). A Figura III.17. ilustra um afloramento (44 km de Novo Cruzeiro) onde o biotita-quartzoxisto do Grupo Macaúbas já mostra abundantes intercalações, pouco espessas (5 cm), de quartzitos e algumas bandas (20 cm) de gnaisse leucocrático. Aproximadamente 1 km a sudeste do afloramento da Figura III.17. já torna-se difícil individualizar xisto de gnaisse, predominando, no entanto, um quartzito feldspático, muito laminado, com aspecto de cataclasito.

Não são claras, também, as relações de contato dessas rochas com as "rochas granitóides", tratando-se de contatos onde os gnaisses bandados perdem esta característica tornando-se rochas granitóides com aspecto homogêneo, ainda com granada e sillimanita. Essa passagem, que pode ser gradativa, é observada na rodovia que liga Novo Cruzeiro à BR-116 (RIO-BAHIA) a uns 10 km do entroncamento destas. No entanto, dada a existência de

CORTE HORIZONTAL

Quartzitos, grã grossa, feldspáticos, sacaroides.

Boundins de Quartzzo ou quartzito recristalizado.

Gnaiss leucocrático granatífero.

Material quartzo-feldspático com textura pegmatóide.

Fig. III. 16- Quartzitos feldspáticos com bandas gnáissicas e pegmatóides. Rodovia Novo Cruzeiro/ Araçuaí, aproximadamente 19 km de Novo Cruzeiro.

0 10 20 30 40 50 cm
ESCALA APROXIMADA

Mica-xisto do Grupo Macaúbas

Quartzito, grã grossa, feldspático.

Gnaiss leucocrático.

Fig.III. 17 - Zona de contato de rochas do complexo gnáissico-granítico e rochas do Grupo Macaúbas. Rodovia Novo Cruzeiro - Araçuaí, cerca de 42 km de Novo Cruzeiro.

inúmeras falhas que coincidem com esta zona de contato, é possível que os mesmos sejam tectônicos.

ALMEIDA E LITWINSKI (1984) ao referirem-se sobre o limite tectônico entre as zonas Ocidental e Oriental da Província Mantiqueira - Setor Setentrional - discorrem sobre o limite leste dessa unidade que julga-se oportuno transcrever: "De Teófilo Otoni para norte, o referido limite torna-se obscuro devido à abundância de granitos de diversos tipos que se estendem até o norte do Rio Jequitinhonha. Entretanto, um fato digno de menção se apresenta. No complexo gnaíssico-granítico, na região entre Malacacheta e Capelinha, o sentido regional das foliações e grandes falhamentos orienta-se entre E-W e N70°E (Folha Teófilo Otoni, do Projeto Jequitinhonha). Ao se aproximarem de uma linha que, das vizinhanças ocidentais dessa cidade, dirige-se para Padre Paraíso infletem-se gradualmente para NE e NNE. Essa inflexão parece indicar uma deformação das estruturas junto ao contato das duas zonas estruturais".

III.2.5. COMPLEXO ITAMBÉ

Na porção centro-norte da região ora considerada, bacia do médio rio Pardo, ocorrem rochas metamórficas, principalmente quartzitos biotíticos, metaconglomerados, mica-xistos e plagioclásio-gnaisses. Estas rochas, por alguns autores, foram consideradas parte pertencentes ao Grupo Macaúbas e parte ao Supergrupo Espinhaço (INDA & BARBOSA, 1978; CETEC, 1980; SCHOBENHAUS et alii, 1984; ALMEIDA & LITWINSKI, 1984) e, ainda, por outros, totalmente pertencentes ao Supergrupo Espinhaço (SILVA FILHO et alii, 1974; COSTA, 1975; MASCARENHAS et alii, 1974; ALMEIDA et alii, 1978).

Dada as inúmeras controvérsias a respeito da correlação dessas rochas com rochas do Grupo Macaúbas e ou com rochas do Supergrupo Espinhaço, o autor, na tentativa de elucidar o problema, executou vários perfis NS, partindo de rochas do Complexo Jequitinhonha, e perfis EW, um ao longo do rio Pardo, partindo do Grupo Macaúbas. Os dados e informações obtidas

indicam que:

- . As relações de contatos entre rochas tidas como pertencentes ao Grupo Macaúbas (da região de Salinas) e os mica-xistos com lentes de quartzitos atribuídos ao Supergrupo Espinhaço não são claras. Também não são claras as relações de contato entre os quartzitos e gnaisses do Complexo Jequitinhonha e os quartzitos, metaconglomerados e gnaisses atribuídos ao Supergrupo Espinhaço.
- . Algumas sequências de gnaisses com cálcio-silicáticas tem muita semelhança com as do Complexo Jequitinhonha.
- . Grande parte dos mica-xistos com lentes de quartzitos que INDA & BARBOSA (1978) atribuem ao Supergrupo Espinhaço assemelham-se, sobremaneira, aos mica-xistos da região de Araçuaí, talvez um pouco mais metamórficos.
- . Embora alguns metaconglomerados que, ocorrem próximo a Itambê tenham muita semelhança com os metamorfitos típicos do Grupo Macaúbas, não se pode afirmar que toda a unidade Bmb (Grupo Macaúbas) de INDA & BARBOSA (1978) represente essa unidade nessa região.

Desta forma, preferiu-se a aplicação de uma designação litoestratigráfica provisória e informal para englobar este conjunto de rochas, pelo que o descreveremos como complexo Itambê.

As informações disponíveis não permitem subdividir o complexo. Apesar disso e das grandes coberturas cenozóicas pode-se sugerir que esta unidade dispõe-se segundo um mega-anticlinório com eixo E-W (SCHOBENHAUS et alii, 1984).

SILVA FILHO et alii (1974), com base em inúmeras seções por eles realizadas, propuseram que esta sequência inicia-se com metaconglomerados com seixos estirados, localmente gnaissificados, que assentam em discordância sobre gnaisses do complexo migmatito - granulítico da Bahia. No topo ocorrem quartzitos feldspáticos granodíferos com estratificação cruzada

e, intermediariamente, observam-se meta-arcóseos conglomeráticos com muscovita, quartzo-muscovita-xistos que passam a granada-muscovita-xistos com intercalações de quartzitos.

Embora o presente autor tenha realizado várias seções de reconhecimento nesta região, elas não foram suficientes para comprovar tal sequência estratigráfica ou, por outro lado, propor uma estratigrafia distinta desta.

Na região do rio do Cedro, próximo do limite de Minas com Bahia, ocorrem rochas metaconglomeráticas com matriz constituída de plagioclásio-sillimanita-gnaisses com seixos estirados, com cerca de 10 a 15 cm na elongação máxima, de quartzito com sillimanita. A Figura III.18 retrata um afloramento nas margens do rio do Cedro a aproximadamente 7 km da rodovia que liga Divisópolis a Almenara (cerca de 21 km de Divisópolis). Neste afloramento observa-se que o metaconglomerado de matriz gnaíssificada apresenta uma foliação penetrativa (com desenvolvimento de minerais planares nos planos de foliação) com direção média N70W vertical, enquanto que superfícies que parecem tratar-se de estratificação apresentam atitude de N35W - 12°NE. Os seixos de quartzito, com sillimanita (fibrolita) neoformada, têm uma elongação máxima N70W 35E. Um outro afloramento, nas margens da rodovia Divisópolis/Almenara (16 km de Divisópolis) mostra um contato nítido, em discordância, entre um biotita gnaisses de cor verde, intemperizado, e um metaconglomerado, com a matriz representada por um muscovita-xisto. Os seixos, de gnaisses e quartzitos, são discretamente estirados, têm cerca de 1 a 1,5 cm de diâmetro, mostram-se orientados segundo uma lineação de atitude S85E-33°. A matriz do metaconglomerado apresenta uma xistosidade vertical de direção N80E, que parece penetrativa no gnaisses subjacente (a rocha acha-se muito intemperizada). Por outro lado, os gnaisses subpostos apresentam uma foliação penetrativa com desenvolvimento de biotitas com atitude geral N82E-39SE. Mostram uma xistosidade Sn, penetrativa, coincidente com a superfície de contato com os metaconglomerados, de atitude N10W-32NE. A Figura III.19 retrata este segundo afloramento.

Fig.III. 18 - Metaconglomerado com seixos de quartzito e matriz gnaissificada. Local - Rio Cedro a 7000 metros ao sul da rodovia Divisópolis/Almenara. Aproximadamente 28 km de Divisópolis.

Uma seção realizada na rodovia Itambé para Encruzilhada, neste sentido, apesar de grande parte desta ter seu traçado sobre coberturas neocenozóicas, foi possível observar, principalmente no leito de rios e córregos que expõem o embasamento desses sedimentos, inúmeros afloramentos que serão aqui discutidos, sob o aspecto litológico/estratigráfico, mas que terão grande importância no ítem Geologia Estrutural e naquela oportunidade serão apreciados.

Metaconglomerado com seixos de quartzito e gnaiss. Matriz constituída de mica-xisto.

Biotita gnaiss, cor verde, intemperizado.

Fig.III. 19 - Contato discordante entre biotita-gnaiss e metaconglomerado - complexo Itambé - Local: 16 km de Divisópolis - rodovia Divisópolis / Almenara.

No limite urbano de Itambé observam-se gnaisses biotíticos intercalados por gnaisses leucocráticos e algumas intercalações de anfibolito, cor verde escuro. No rio Pardo (próximo à rodovia Itambé/Encruzilhada) ocorrem gnaisses leucocráticos semelhantes àqueles observados na cidade de Itambé, macroscopicamente notam-se raras biotitas. A aproximadamente 17 km de Itambé, num aflente do rio Pardo, margeado pela rodovia, afloram mica-xistos com nódulos de quartzo. Trata-se de biotita-xistos cisalhados com visíveis evidências de

transposição com xistosidade gerada por ela. Podem-se constatar figuras de isoclinais gerados por transposição com infinidade de nódulos de quartzo. Considerações estruturais serão feitas oportunamente. A Figura III.20. ilustra o descrito acima.

Dois quilômetros após este afloramento no leito do córrego, pode-se observar o biotita-xisto, descrito anteriormente, com intercalações de um quartzo-mica-xisto de grã fina, dobrado com estilo de dobras de arrasto com tendência a cisalhamento possivelmente sinistral. Uns 3.000 metros à frente esses mica-xistos gradam a quartzitos finos, sericíticos e algo ferruginosos até tornarem-se, num trecho de 700 metros, quartzitos maciços ferruginosos e manganésíferos sotopostos por canga limonítica. Seguem-se com gradação para um biotita quartzito fino, laminado que, num espaço de mais 1.000 metros, passam a um biotita-quartzo-xisto adentrando sob as coberturas neocenozóicas. Deste trecho até as proximidades de Encruzilhada a rodovia tem seu traçado na "chapada" de sedimentos neocenozóicos. Nas proximidades de Encruzilhada e no sítio urbano desta, já predominam quartzitos feldspáticos, com biotita e granada.

Partindo-se de Cândido Sales, foram realizadas duas seções ao longo do Rio Pardo, uma no sentido oeste, passando por Porto Santa Cruz, Vereda Paraíso, Tamarati, Machado Mineiro, Campo Grande e Berizal. A outra, no sentido leste, seguindo pela rodovia Cândido Sales/Encruzilhada. Para que pudessem ser realizadas as seções no leito do rio Pardo, já que não existem rodovias margeando o mesmo, tornou-se necessário recorrer as estradas que ligam os lugares acima mencionados e buscar acessos precários a cada 4 a 5 km que levassem ao rio. Com este procedimento, por mais que se procurasse fazer a pé grandes trechos do rio Pardo, as seções não foram contínuas, principalmente, aquela a leste de Cândido Sales.

Na primeira seção, oeste de Cândido Sales, verificou-se que as rochas são muito semelhantes às aquelas que ocorrem nas regiões de Salinas e Araçuaí (Grupo Macaúbas). Trata-se de quartzo-mica-xistos, às vezes com alterações rítmicas com biotita-

Fig.III. 20- Biotita-xistos cisalhados com xistosidade de transposição e formação de nódulo de quartzo. Local: Rodovia Itambé/Encruzilhada à 17 km de Itambé.

quartzitos finos e às vezes predominando esses que chegam a ser confundidos com quartzo-mica-xisto de grã fina. A presença de bandas quartzo feldspáticas é sempre notada e a ocorrência de corpos pegmatíticos é marcante, a maioria deles sendo corpos discordantes da xistosidade geral. Veios de quartzo discordantes são frequentes. Nas proximidades de Vereda Paraíso, também conhecido como Verendinha de Minas, no leito do rio Pardo ocorrem gnaisses finos, cor rosa, a duas micas, bastante quartzosos, intercalados por uma rocha de cor verde escuro constituída, principalmente, de hornblenda (cálcio-silicática). Cerca de 3.000 metros a montante afloram mica-xistos de grã média idênticos aos que ocorrem em Araçuaí, no entanto, podem-se observar no leito do rio grandes blocos (cerca de 3 toneladas cada) constituídos de uma rocha bandada, cor verde, melonocrática, muito granadífera com aspecto de granulito. Não foi possível observar afloramento "in situ" dessa rocha para definir a relação de contato dela com os mica-xistos.

Na outra seção, de Cândido Sales para leste, podem-se observar mica-xistos, mica-xistos com bandas quartzo-feldspáticas, quartzitos micáceos e muitos pegmatitos que cortam, via de regra, discordantemente essas sequências. Alguns migmatitos ou gnaisses bandados intercalam-se na sequência. Pode-se sugerir um aumento do grau de metamorfismo de oeste para leste. Muitos pegmatitos, nesta região, são mineralizados, produtores de "gemas" como o de "Cercadinho" e o da "Lavra do Bianor".

Camadas espessas de quartzitos ocorrem, principalmente, suportando serras como de Inhuma, Caititu, Itambé e São João. MASCARENHAS et alii (1974) sugerem, na região a sudoeste de Tremendal uma discordância angular entre quartzitos basais de sequência com gnaisses do embasamento, podendo apresentar-se conglomerado basal nesse contato, entretanto, não conseguiu-se observar, nos trabalhos aqui desenvolvidos, neste local, estas características de grande importância estratigráfica.

III.3. PROTEROZÓICO SUPERIOR

III.3.1. GRUPO MACAÛBAS

O termo Formação Macaúbas foi utilizado por MORAES & GUIMARÃES (1930) para caracterizar uma série de filitos, arenitos e conglomerados na região de Mendanha e Inhaí, que MORAES (1929) havia denominado de Série Lavras. A terminologia de grupo a esta unidade foi dada por SCHÖLL (1972) e KARFUNKEL & KARFUNKEL (1976). O Grupo Macaúbas como é hoje considerado engloba uma acentuada variação de litofácies, tanto vertical como horizontal. Encerra desde diamictitos e rochas conglomeráticas afins (Macaúbas clássico) até mica-xistos, mica-xistos com transição a gnaisses, rochas cálcio-silicáticas, mármore e calcários, quartzitos e rochas de natureza básica-ultrabásica.

Nos Projetos Jequitinhonha, Sul da Bahia e Levantamento dos Recursos Naturais do Vale do Jequitinhonha, praticamente todos os terrenos considerados pertencentes ao Grupo Macaúbas foram mapeados na escala 1:250.000 (FONTES et alii, 1978, MASCARENHAS et alii 1974 e CETEC, 1980). Algumas regiões foram detalhadamente descritas. Uma dessas corresponde a uma quadrícula de meio grau quadrado, no vale do rio Araçuaí a sudoeste de Carbonita, estudada por HETTICH (1975). Outra limitando com esta ao norte, de área um pouco maior, compreendendo o rio Macaúbas e o alto rio Jequitinhonha, foi mapeada por KARFUNKEL & KARFUNKEL (1977). Uma terceira área, investigada por VIVEIROS et alii (1978), corresponde à região ferrífera do vale dos rios Peixe Bravo e Alto Vacaria. Recentemente PEDROSA SOARES (1984) abordou a geologia das sequências supracrustais da Faixa Araçuaí na região de Coronel Murta - Virgem da Lapa, considerando-as como pertencentes a unidade denominada Grupo Salinas (COBRA, 1970).

FONTES et alii (1978) sugeriram a subdivisão do Grupo Macaúbas, para fins de mapeamento em escala 1:250.000, em quatro unidades. "A mais extensa, P_{emb}, compreende as rochas imediatamente adjacentes à borda cratônica, e que encerra os diamictitos e

rochas conglomeráticas afins. São as rochas que mais de perto respondem pelas características clássicas atribuídas ao Grupo Macaúbas. A unidade pEmb₁ ocupa extensa área entre Felisberto Caldeira e vizinhanças, e o paralelo 42°15'S; contém xistos conglomeráticos, cianita-xistos, xistos granadíferos, mica-xistos carbonáticos e quartzitos.

Na unidade pEmb₂ foram reunidos xistos de composições variadas, ocorrendo níveis de conglomerado polimíctico e rochas cálcio-silicáticas de possível origem magmática; nessa unidade já se verifica a presença de pegmatitos, na região de Barra do Salinas. "A unidade pEmb₃ caracteriza-se fundamentalmente, no dizer dos autores do Relatório Final do Projeto Jequitinhonha, por apresentar uma transição para rochas gnaíssicas aqui atribuídas ao complexo gnaíssico-migmatítico, e também núcleos preservados de rochas de natureza básica-ultrabásica; Incluem-se nesse domínio xistos de granulação média a grossa, podendo conter quartzo, biotita-muscovita, granada, estauroлита, anfibólio, carbonato, grafita, oligoclásio e microclínio, lentes de mármore dolomítico, intercalações de rochas cálcio-silicáticas e quartzitos" (ALMEIDA & LITWINSKI, 1984, fim da cit.).

Na região ora considerada apenas uma pequena porção no seu setor oeste é ocupada por mica-xistos do Grupo Macaúbas correspondendo a unidade pEmb₃ de FONTES et alii (1978) ou Grupo Salinas de COBRA (1970). Apesar dessa pequena exposição do Grupo, para um melhor entendimento de seus fácies, grau de metamorfismo, geologia estrutural, relações de contatos e possíveis correlações, alguns perfis regionais EW, partindo-se do "Bambuí", e algumas seções detalhadas em áreas circunvizinhas foram realizados.

Um dos perfis regionais iniciou-se em Francisco Sá passando por Barroco, Grão Mogol, Cristália, rio Vacaria, Porto Mandacaru, Virgem da Lapa, Araçuaí, Itinga, Itaobim, outro partindo de Serra do Cabral, passando por Engenheiro Dolabela, Olhos D'Água, Terra Branca, Carbonita, Minas Novas, Berilo, Virgem da Lapa, Novo Cruzeiro.

Destes perfis regionais pode-se comentar, aliado a outros conhecimentos adquiridos pelo autor durante os mapeamentos do Projeto Noroeste II e Projeto Jequitinhonha realizado pelo CETEC (nos anos de 1976, 1977, 1978 e 1979), que:

- os contatos dos Grupos Macaúbas e Bambuí são sempre através de falha inversa colocando rochas do Bambuí sob rochas do Macaúbas com exceção da Serra do Cabral onde os "tilitos" Jequitai assentam sobre quartzitos do "Espinhaço".
- As dúvidas suscitadas sobre a inclusão no Grupo Macaúbas de todas as rochas contidas nessa imensa região têm fundamento. São importantes as variações de fácies, tanto longitudinalmente como transversalmente. Extensos falhamentos inversos (pode-se citar a falha inversa de Taiobeiras como exemplo) separam grupamentos litológicos distintos quer sob o aspecto metamórfico quer litológico.
- O aumento do grau de metamorfismo, considerados os grupamentos litológicos distintos, é de oeste para leste.
- Alguns gnaisses bandados do complexo gnaíssico-granítico e algumas rochas granito-gnaíssicas atribuídas à unidade "rochas granitoides" muito provavelmente resultam do metamorfismo dos mica-xistos "Macaúbas".
- Parte do Complexo Jequitinhonha pode ser o resultado de um metamorfismo, crescente para leste, dos mica-xistos "Macaúbas" da região de Araçuaí.

Dentre as seções de detalhe duas são dignas de destaque. Uma foi realizada ao longo do rio Jequitinhonha desde a foz do rio Araçuaí até Itaobim. A outra ao longo do antigo leito da ferrovia Bahia - Minas, partindo-se de Araçuaí passando por Alfredo Graça, Engenheiro Schnoor, Queixada e terminando em Novo Cruzeiro.

Na seção entre a foz do rio Araçuaí até Itaobim pôde-se constatar através de estudos detalhados e contínuos o aumento do grau de metamorfismo dos mica-xistos até transformarem-se em granito-

gnaisses. Algumas características dessa seção já foram abordados na unidade "rochas granitóides", principalmente com relação ao contato dos mica-xistos "Macaúbas" e essa unidade. outras características serão enfocadas nos itens que seguem, com ênfase maior no relativo a geologia estrutural.

A outra seção, Araçuaí - Novo Cruzeiro (além dos limites da região, apresentada no mapa geológico 1:1.000.000), também estudada em detalhe, sob o ponto de vista litologia/estratigrafia, trouxe elucidativas informações, em vista da seção ter sido executada no sentido NNW para SSE, as estruturas e sequências litoestratigráficas foram cortadas perpendicularmente em quase toda a extensão dessa, além de esclarecer fases de dobramentos e gradação metamórfica, nela estão representados praticamente todos os litofácies que FONTES et alii (1978) agruparam na unidade de mapeamento Emb₃.

Nessa seção foram feitas observações minuciosas em mais de 30 afloramentos, numa extensão de 90 km. De um modo geral, a xistosidade Sn (em alguns locais foi possível observar So, Sn-1 e Sn), tem direção EW ou próxima a EW sempre com mergulhos fortes para os quadrantes nortes (N, NW ou NE, de acordo com a direção). A xistosidade Sn-1, quase sempre observada e bem distinguida de Sn, apresenta-se dobrada com atitudes variadas. No entanto, as direções de Sn-1, quase sempre, giram em torno de N75E e N80W. A superfície So, de difícil constatação pode ser identificada apenas em alguns poucos locais, onde aproxima-se de Sn-1.

Entre Araçuaí e Alfredo Garça, trecho de 23,6 km, ocorrem quartzo-biotita-xistos, bem foliados. A 2.600 metros de Araçuaí ocorre, intercalado nos quartzo-biotita-xistos, uma lente com mais de 500 metros de exposição de calcário dolomítico, cor cinza escuro, que condiciona o desenvolvimento de morfologia kárstica (dolinas).

Cerca de seis quilômetros após Alfredo Graça os mica-xistos começam a apresentar intercalações de quartzitos, que em alguns locais são rochas com bandamento rítmico de quartzo-biotita-

xistos e quartzitos finos. Já se pode observar um aumento do grau de metamorfismo com o aparecimento de feldspato e sillimanita. No km 37,6 da seção, cerca de 14 quilômetros de Alfredo Graça, ocorrem quartzo-biotita-sillimanita-feldspato-xistos com intercalações decimétricas de quartzitos, rochas cálcio-silicáticas apresentando extratos milimétricos de minerais ferro-manganesíferos com sulfetos e algumas titanitas, e uma rocha altamente intemperizada, representada por material poroso e argiloso de cor violeta, com muito manganês associado.

Alternâncias de quartzo-biotita-sillimanita-cordierita-feldspato-xistos, quartzitos piritosos (cristais milimétricos de pirita), material cor violeta manganesíferos e sulfetados, são bastante expressivos desde o km 37,6 até Engenheiro Schnoor (km 40,9 da seção). Essa sequência pode ser ainda constatada no trecho Engenheiro Schnoor a Queixada (km 61,9), no entanto, o metamorfismo progressivo já propicia o aparecimento de gnaisses biotíticos, bandas quartzo-feldspáticas e vários corpos pegmatíticos de pequenas dimensões. Próximo a Queixada já se torna difícil diferenciar os biotita-quartzo-sillimanita-cordierita-feldspato-xistos dos gnaisses.

A partir de Queixada desaparecem completamente os micaxistos, ocorrendo gnaisses com sillimanita e cordierita e quartzitos feldspáticos às vezes um tipo predominando sobre outro. Próximo de Novo Cruzeiro uma gradação aos gnaisses do complexo gnáissico-granítico pode ser sugerida. A Figura III.16 um afloramento no km 71,9 da seção (10 quilômetros de Queixada e 19 de Novo Cruzeiro). A seção termina em Novo Cruzeiro (km 90) em granito-gnaisses do complexo gnáissico-granítico. Considerações estruturais serão feitas oportunamente.

Um afloramento no rio Jequitinhonha, local denominado Taquaral (entre Araçuai e Itinga) ocorrem mica-xistos com cordierita bem desenvolvida. A Figura III.21. mostra um grão de cordierita de 1,5 cm (no seu eixo maior) contornado por quartzo e minerais planares (biotitas e muscovitas) com "sombra de pressão". Inclusões nos cristais de cordierita sugerem que estes cristais já existiam quando esta xistosidade (Sn) desenvolveu-se.

Interessante ressaltar que os eixos maior e médio dos grãos de cordierita dispõem-se num plano que coincide com a xistosidade.

Fig. III. 21 - Cristal de cordierita no quartzo-muscovita-biotita-xisto. Taquaral - rio Jequitinhonha.

As relações de contato dos mica-xistos "Macaúbas" com "rochas granitóides" e os gnaisses do complexo gnáissico-granítico foram discutidos nos itens relativos àquelas unidades. Cabe no entanto discutir algumas relações de contato desses mica-xistos com rochas graníticas e ou granitóides aflorantes entre esses.

Dois tipos de contatos são sempre observados. Um deles é marcado por zonas estreitas (alguns centímetros) onde o material ígneo é injetado nos planos de xistosidade da encaixante (mica-xistos). A Figura III.22. retrata um afloramento na rodovia Itinga - Coronel Murta, a 8 km de Itinga, onde esse tipo de contato é observado.

Outro tipo é aquele em que a zona de contato é marcada por um "migmatito de injeção" com deformações intensas. Um exemplo desse tipo de contato pode ser visto no Córrego do Veado (rodovia Itinga / Araçuaí - a 5 km de Itinga). A Figura III.23. mostra um detalhe desse "migmatito de injeção" e a Figura III.24 ilustra as duas unidades de contato.

Em alguns locais foi observada a presença de hornfelsitos no contato.

"Macaúbas" com rochas graníticas intrusivas.

Fig.III. 23- Detalhe do afloramento - Cabeceiras do córrego do Veado (Itinga).

Fig.III. 24 - Perfil esquemático aproximadamente EW no córrego do Veado a sul de Itinga-MG. Mostrando contato de mica-xistos "Macaúbas" com granito intrusivo. Contato no córrego com "migmatito".

III.3.2. GRUPO RIO PARDO

As primeiras referências de trabalhos desenvolvidos na bacia do Rio Pardo dizem respeito aos estudos realizados por HARTT (1870) que resultaram no estabelecimento de uma coluna litoestratigráfica para a área. Posteriormente, devido a existência de conglomerados diamantíferos, têm-se referências de estudos feitos por GORCEIX (1885), CHATRIAN (1886), OLIVEIRA (1901, 1925), DERBY (1905) e TORREND (1925a, 1925b).

O nome Rio Pardo com a terminologia de Formação, foi utilizado por OLIVEIRA & LEONARDOS (1940), iniciando uma fase de trabalhos mais detalhados, seguido por estudos de ALMEIDA (1954).

Posteriormente, ocorreram os mapeamentos de CARVALHO & GARRIDO (1966), PEDREIRA et alii (1969), SOUTO et alii (1971a, 1972), SILVA FILHO et alii (1974), SIQUEIRA FILHO (1974), GONÇALVES et alii (1977), ANDRADE E NUNES (1974), PEDREIRA (1976a) e PEDREIRA (1979).

A Formação Rio Pardo foi elevada a categoria de Grupo Rio Pardo pela equipe do CEPLAC (PEDREIRA et alii, 1969 e SOUTO et alii, 1971a, 1972) que mapeou a sequência dividindo-a em seis formações.

A Figura III.25. (segundo PEDREIRA, 1979), mostra as colunas estratigráficas adotadas por PEDREIRA et alii (1969), SILVA FILHO et alii (1974), ANDRADE E NUNES (1974) e GONÇALVES et alii (1977).

PEDREIRA et alii (1976) adotaram a subdivisão do Grupo Rio Pardo em cinco formações da base para o topo: Panelinha, Camacã, Salobro, Água Preta e Serra do Paraíso (com o membro Santa Maria). A Figura III.26 mostra o mapa geológico da Bacia do Rio Pardo com a distribuição das cinco formações acima referidas e a localização dessa unidade. Presentemente, se aceita a subdivisão adotada por PEDREIRA et alii (1976).

O embasamento do Grupo Rio Pardo consiste em rochas metamórficas consideradas arqueanas pertencentes ao denominado

complexo migmatito-granulítico da Bahia. Ao norte de São João do Panelinha, pode-se observar, próximo ao contato com a Formação Panelinha, granulitos com alternância de bandas ácidas e básicas.

A Formação Panelinha foi definida por PEDREIRA et alii (1969) e sua área de ocorrência redefinida por SILVA FILHO et alii (1974).

Fig. III. 25 - Colunas estratigráficas adotadas pelos principais trabalhos do grupo Rio Pardo. (seg. Pedreira 1979)

- **FORMAÇÃO SERRA DO PARAISO** | Rochas carbonatadas com intercalações de quartzitos que se tornam importantes para leste (Membro Santa Maria).
- **FORMAÇÃO ÁGUA PRETA** | Filitos e quartzito-filitos com lentes de metarenitos mostrando intercalações de dolomitos e calcários.
- **FORMAÇÃO SALOBRO** | Metaconglomerados petromíticos lenticulares que gradam para grauvas conglomeráticas, metagrauvas, metassiltitos e filitos com lentes de metaconglomerados.
- **FORMAÇÃO CAMACÁ** | Ardósias, metassiltitos e margas com lentes de calcários.
- **FORMAÇÃO PANELINHA** | Conglomerado esverdeado, com matriz grauváquica e seixos de granulitos, sienito, gnaiss, diabásio e quartzito leitoso, e metacóseos cinza com quartzito azul.
- Contatos diversos
- Falha
- Falha provável
- Falha de empurrão

Fig.III. 26 - Bacia do Rio Pardo - Grupo Rio Pardo (Adaptado de Pedreira, 1976 e Almeida e Litwinski, 1984)

Representa um pacote de conglomerado petromítico de matriz grauváquica, com sericita, clorita e minerais opacos, e seixos de granulitos, gnaisses, sienitos, diabásio e quartzo. São encontrados níveis de metarcóseos cinza com quartzo azul.

A Formação Camacã definida por PEDREIRA et alii (1969) consiste de ardósias arroxeadas intercaladas por margas e dolomitos azulados, metassiltitos e margas com lentes de calcários. Nas regiões de contato gradativo com a Formação Salobro, as ardósias são substituídas por níveis mais argilosos intercalados com níveis silticos e arenosos, ciclicamente. Os contatos dessa formação com rochas subpostas são por falha com os granulitos arqueanos (pode ser observado no limite nordeste da bacia) e com a Formação Panelinha não são visíveis, pois estão encobertos por aluviões.

A Formação Salobro foi definida por OLIVEIRA & LEONARDOS (1940) e redefinida por PEDREIRA et alii (1969). É representada por uma sequência de três unidades. Uma basal, composta por metaconglomerados petromíticos, lenticulares, que gradam lateralmente e verticalmente a metagrauvacas e metagrauvacas seixosas; uma unidade intermediária constituída predominantemente por metagrauvacas; e uma unidade superior representada por metassiltitos e filitos com lentes de metaconglomerados já numa transição para a Formação Água Preta, sotoposta.

A Formação Água Preta, definida por PEDREIRA et alii (1969) é composta essencialmente de filitos, filitos siltosos e quartzo-filitos acinzentados com lentes de metarenitos e intercalações de dolomitos e calcários, mais freqüentes no topo, com gradação à Formação Serra do Paraíso, onde predominam calcários.

A sequência carbonática definida por OLIVEIRA & LEONARDOS (1940) com a denominação de Formação Rio Pardo foi reestudada e definida como Formação Serra do Paraíso por PEDREIRA et alii (1969). Redefinida posteriormente (PEDREIRA et alii, 1976) essa formação passou a englobar, como membro, a Formação Santa Maria que havia sido definida por PEDREIRA et alii (1969). Constitui-

se de rochas carbonatadas, calcários e dolomitos, com intercalações de quartzitos silicificados que a leste passam a predominar sobre os calcários e dolomitos (membro Santa Maria).

III.3.3. ROCHAS ALCALINAS DO SUL DA BAHIA

As primeiras referências sobre rochas alcalinas, no sul da Bahia, são de FUJIMORI (1972) que descobriu em 1964, na fazenda Hiassu, sienitos leucocráticos que devido ao predomínio de albita sobre feldspatos potássicos denominou-os genericamente de litchfielditos. A partir dessa descoberta novos maciços com características semelhantes foram identificados por SOUTO (1973) e BARBOSA DE DEUS (1976).

Os principais maciços localizam-se nos municípios de Itarantin, Potiraguã, Itapetinga, Itapê, Uruçuca, Santa Cruz da Vitória e Itabuna (alguns localizam-se além do limite norte da região ora tratada) (Figura III.27.). Geralmente, as rochas desses maciços são nefelina-sienitos e aegerina-sienitos (sienitos foidais), leucocráticos. A nefelina é o feldspatóide mais importante. Localmente são ricos em sodalita.

O maciço Itarantin, considerado individualmente, é o de maiores dimensões, com forma aproximadamente triangular, apresenta cerca de 16 km no sentido NE-SW, foi estudado em detalhe por BARBOSA DE DEUS (1976) que individualizou nefelina-sienitos, aegerina-sienitos e gnaisses fenitizados.

Os nefelina-sienitos são rochas constituídas de micropertita, microclina, albita, nefelina e como principal mineral máfico a biotita ou, em alguns locais, a aegerina. Localmente a sodalita pode representar o principal feldspatóide. Predominam em quase todos os maciços alcalinos do sul da Bahia.

Os aegerina-sienitos são rochas de cor castanha, de composição sienítica, constituídos predominantemente por feldspato alcalino e secundariamente, cerca de 20% da rocha, de plagioclásio e aegerina-augita, tem granulação grossa e são isotrópicos.

Fig. III.27 - Distribuição dos maciços de rochas alcalinas do sul da Bahia.

Os gnaisses fenitizados são rochas que ora mantêm a estrutura gnáissica original e ora apresentam estrutura difusa onde o processo de fenitização foi extremo. São constituídos, de modo geral, de micropertita, albita, aegirina, ferrohastingsita, biotita e quartzo.

III.3.4. PLUTÕES GRANÍTICOS

Muitas das rochas englobadas no que se convencionou denominar "rochas granitóides", dada a complexidade geológica e a falta de trabalhos detalhados de petrologia de rochas ígneas, são rochas graníticas intrudidas na forma de "stocks" e diques. No entanto em algumas áreas é possível identificar e cartografar plutões graníticos pós-tectônicos que introduziram-se em mica-xistos do Grupo Macaúbas, em gnaisses do Complexo Jequitinhonha, em "rochas granitóides" (principalmente na região de Pedra Azul e Itinga), em gnaisses do complexo gnáissico-granítico e em rochas arqueanas no sul da Bahia.

SÁ (1977) descreveu os granitos da região Itinga/Araçuaí considerando-os como corpos discordantes que penetraram nos mica-xistos "Macaúbas". PEDROSA SOARES (1984) mapeou e estudou em detalhe corpos granitóides intrusivos na região de Coronel Murta e Virgem da Lapa. FONTES et alii (1978) individualizaram corpos granitóides intrusivos na região de Joaíma e outros. No sul da Bahia diversos corpos graníticos admitidos como intrusivos foram mapeados por SILVA FILHO et alii (1974), admitindo uma origem intrusiva.

Os estudos desenvolvidos para este trabalho confirmaram em grande parte a origem intrusiva de corpos graníticos citados pelos autores acima referidos, assim como permitiram o reconhecimento de outros. As duas grandes ocorrências, de rochas graníticas, visitadas em detalhe, consideradas intrusivas pós-tectônicas são as de Pedra Azul e a SSW de Itaobim (Mapa Geológico, Figura I.3.).

O corpo de Pedra Azul inclui rochas granitóides de naturezas

diversas que dada a escala de trabalho não foi possível individualizá-las. Compreendem uma gama de granitos na forma de diques e "stocks" intrudidos em rochas granitóides pré-existentes. A Figura III.28. retrata um afloramento, visto em planta, a pouco mais de 2.000 metros do centro de Pedra Azul para norte (início da rodovia de Divisópolis). Neste afloramento pode-se observar um granito com porfiroblastos de feldspato, com orientação de fluxo, apresentando xenólitos de gnaisses, rochas cálcio-silicáticas e rochas granitóides. Um veio, medindo 30 cm de largura, de granito cinza fino corta discordantemente o granito pórfiro. Na região leste dessa cidade este mesmo fato pode ser constatado em inúmeros afloramentos.

Uma grande variedade de granitos, claramente pós-tectônicos, foram englobados neste corpo sendo informalmente denominados "granitos de Pedra Azul", tais como:

- Granitos róseos, grã média, homogêneos, sem orientação mineral, sem fraturamentos, com morfologia de Paões de Açúcar (Ex.: Pedreira Jovaldo Batista - rio Iahúma).
- Granitos biotíticos, grã média a grossa, cor cinza escuro, feldspato hipi e idiomórficos com até 2 cm, homogêneos, sem orientação mineral. (Ex.: 6 km a oeste de Pedra Azul - acesso BR-116 à Pedra Azul).
- Granitos cinza esbranquiçados, grã média a grossa, granadíferos, com feldspatos idiomórficos, localmente com textura fluidal (Ex.: localidade de Cateriogongo - 22 km da BR-116).
- Granitos róseo claro, grã média, biotíticos, homogêneos, sem textura fluidal (Ex.: rodovia Taiobeiras à 10 km da BR-116).
- Granitos cinza médio, grã grossa, com porfiroblastos de feldspato atingindo cerca de 5 cm, homogêneos, com texturas fluidais muito localizadas (Ex.: pouco a norte de Comercinho).

O corpo a SSW de Itaobim apresenta características, quanto a

Fig.III- 28- Afloramento próximo à rodovia Pedra Azul-Divisópolis a 2 km de Pedra Azul.

LEGENDA

ESCALA APROXIMADA
0 10 20 30 40 50 cm

Dique de granito fino (mais novo).

Granito grosseiro com feldspatos orientados (Orientação de fluxo).

Xenólitos de granitóide fino cinza.

Xenólitos de gnaiss e cálcio-silicáticas.

diversidade de tipos graníticos, da mesma forma que o corpo de Pedra Azul. Destacam-se entre inúmeros "stocks" graníticos que intrudem rochas de Complexo Jequitinhonha, três que ocorrem na região de Joaíma. Nos contatos entre estas duas unidades acima citadas, aparece quase sempre "migmatitos de injeção", onde, os veios graníticos são concordantes com a xistosidade principal dos gnaisses do Complexo Jequitinhonha. Algumas apófises discordantes são observadas. Merece destaque o corpo de Pedra Grande, cuja morfologia de "pontões" é contrastante com a morfologia ondulada e suave dos gnaisses. O seu caráter intrusivo pode ser constatado em diversos afloramentos nos arredores de Pedra Grande. No trevo que dá acesso à localidade de Pedra Grande (na rodovia Almenara/Pedra Azul) podem ser observados no corte da estrada, diques e veios do granito, ora concordantes com a xistosidade e ora truncando discordantemente esta.

Nos micaxistos "Macaúbas", além do limite leste da região, inúmeros são os corpos graníticos, com pegmatitos associados, alguns dos quais já foram aqui referidos quando da descrição do Grupo Macaúbas.

IV. GEOLOGIA ESTRUTURAL

O objetivo desse item é apresentar, discutir e interpretar o significado da forma geométrica, atitudes e modo de ocorrência das rochas pré-cambrianas da região ora abordada.

Uma visão integrada das estruturas maiores e suas relações espaciais, através da associação de estruturas similares com classificação e agrupamento por zonas e regiões, e as possíveis definições da geodinâmica responsável pelo desenvolvimento da estrutura dessa parcela de terrenos metamórficos, será dada no capítulo "Evolução Tectono-Termal da Região.

São praticamente inexistentes e, geralmente descurados de detalhes os trabalhos que abordam a geologia estrutural da região, com exceção dos trabalhos versando sobre: O Grupo Rio Pardo, rochas alcalinas de Itarantim e outros escassos, nas vizinhanças próximas da área abordada. Evidentemente que alguns estudos, principalmente nos metamorfitos "Macaúbas", foram feitos em áreas adjacentes à região em apreço para atingir a representatividade referida.

Uma das maiores dificuldades encontradas na obtenção de dados estruturais, em trabalhos que abordam o assunto, é separar dados e interpretações estruturais. Por isso, nesse item, procurar-se-á preferencialmente apresentar dados estruturais realmente observados. As ilustrações apresentadas retratam fielmente as situações dos locais que representam. Optou-se por desenhar ilustrações, por serem mais claras do que fotografias, além de permitir ressaltar dados altamente significativos.

Objetivando uma maior clareza de ordenamento, a apresentação dos estudos será feita por unidades maiores (grupos, complexos e associações de litossomas). Por ser, na visão do autor, a chave para elucidação da infraestrutura da Faixa de Dobramentos Araçuaí, além de fornecer contribuição inegável à elucidação da geologia econômica e geotectônica do norte da Província Mantiqueira, deu-se maior ênfase à unidade Complexo Jequitinhonha.

IV.1. DEFORMAÇÕES EM ROCHAS DO COMPLEXO MIGMATITO-GRANULÍTICO DA BAHIA

Ao examinar e interpretar imagens de sensores remotos (LANDSAT e RADAR) percebe-se que a região mostra lineamentos estruturais complexos, aliados a dois sistemas principais de falhamentos e fraturamentos, sendo um de direção NW interceptado por outro de direção NE. No chamado Arqueano Indiferenciado, estruturas com interferências são bem distinguidas em imagens de RADAR, dando lineamentos complexos, apresentando uma inflexão de estrutura que apresentam lineamentos EW, a oeste, para SSE, a leste, na região de Itapetinga.

Um padrão polifásico de eventos deformativos, com direção axial, aproximadamente NS com mergulhos verticais a subverticais e eixos axiais com caimento geralmente para S, principalmente em dobras apertadas, e localmente em dobras abertas é a configuração geométrica mais expressiva. Na grande maioria das vezes em que os planos axiais não são verticais, estes mergulham para E.

Dois domínios estruturais podem ser assinalados (Figura IV.1.). Um domínio que definimos aqui de "Domínio Estrutural Cratônico" compreendendo os terrenos representados quase que exclusivamente por granulitos e alguns migmatitos, situado a leste de um alinhamento, de falhas verticais, retilíneas, denominado de alinhamento de falhas Itapebi-Itororó. O outro domínio marginal, situa-se a oeste desse alinhamento. É limitado a leste por ele e a sudeste por falhas, com rochas do Complexo Jequitinhonha e a oeste e noroeste com rochas do Complexo Itambé. Constitue-se de rochas arqueanas indiferenciadas e que denominamos de "Domínio Estrutural Marginal ao Cráton".

O "Domínio Estrutural Cratônico" mostra padrões com figuras superficiais dadas por alinhamentos que configuram eixos sinformais e antiformais não muito claros. INDA & BARBOSA (1978) referem-se a estas figuras acrescentando que quando tratadas regionalmente indicam um padrão policíclico de deformação.

Fig.IV .1 - Domínios estruturais do complexo - migmatito-granulítico da Bahia.

Na região entre Itajú da Colônia e São João do Panelinha, verificou-se uma xistosidade plano axial com direção variando desde NS até cerca de N30E, com mergulhos subverticais para E e SE. Em alguns locais, frequentemente em rochas migmatíticas, podem-se observar, principalmente na porção leste do domínio, planos axiais de dobramentos complexos, de atitude aproximadamente NS com mergulhos para E. Segundo INDA & BARBOSA (1978) não existem elementos geométricos para uma tentativa de análise deste padrão complexo de estruturas geométricas mostrando figuras de interferência. Admite-se que pelo menos três fases deformativas foram responsáveis pela atual configuração geométrica superficial dessas rochas. As mais velhas datam do Arqueano e Proterozóico Inferior como demonstraram INDA (1976) e INDA & BARBOSA (1978).

Entretanto, parece de fundamental importância a abordagem e considerações a respeito de fraturas e falhamentos, via de regra, extensos, retilíneos com algumas associações de cataclasitos pertencentes, claramente, a dois sistemas distintos.

Um sistema de falhas e fraturas, retilíneas e verticais de direção N42E, e um outro de direção S30E, também verticais e retilíneas (do qual o alinhamento Itapebi - Itororó é parte integrante), interceptam-se segundo um ângulo de $\pm 60^\circ$. Algumas medidas de atitudes de falhas e fraturas foram efetuadas no campo, e permitiram englobar tais estruturas nos dois sistemas já mencionados.

Ao longo destas falhas, principalmente na zona do lineamento Itapebi-Itororó, pode-se observar:

- . desenvolvimento de foliação ou xistosidade vertical nas rochas por elas afetadas;
- . zonas elevadas compostas por quartzo silicificado e, às vezes, zonas com depressões lineares;
- . alguns cataclasitos ao longo das zonas de falhas, sem contudo terem sido estudados petrograficamente;

- . deslocamentos horizontais significativos, não tendo sido, no entanto, medidas as extensões de rejeitos;
- . que estas falhas e fraturas desempenharam importante papel no controle de intrusões de rochas alcalinas, como as que ocorrem na região de Itaju da Colônia.

Devido a uma série de fatores influenciadores do falhamento (influência de heterogeneidade e da anisotropia na resistência das rochas; influência das rupturas iniciais modificando o campo tensional; influência na plasticidade; influência das águas e soluções na resistência da rocha, etc), não podem existir métodos e princípios simples capazes de permitir a determinação e a quantificação das tensões causadoras de falhamentos. Entretanto, inúmeros são os trabalhos de ensaios de laboratório e teorias envolvendo elipsóide de tensões e elipsóide de deformação, a luz dos princípios físicos conhecidos, que podem ser recorridos para explicar as feições estruturais observadas.

Com base nos estudos desenvolvidos por HAFNER (1951), particularmente com relação as trajetórias de tensões e o padrão de falhas que se formam e nos estudos e trabalhos de MOODY & HILL (1956) e MOODY (1973), que abordam a tectônica de falhas transcorrentes, pode-se sugerir, como evento brasileiro importante, para o "Domínio Estrutural Arqueano", uma tectônica de fraturamentos e falhamentos com tendência a cisalhamento que interceptam-se segundo um ângulo de $\pm 60^\circ$. Essa tectônica é decorrente de uma compressão aproximadamente EW ocorrida no brasileiro num regime de bloco cratônico. Hipótese fundamentada no fato dos falhamentos (dos dois sistemas) se interceptarem deslocando um em relação ao outro (sem preferência de um deles) com transcorrências simultâneas em duas direções.

O "Domínio Estrutural Marginal do Cráton" além do padrão geocronológico que será discutido adiante, mostrando que suas rochas foram submetidas a eventos brasileiros intensos, apresenta um padrão de deformações muito coerente com aquele de

uma zona de borda de cráton, com dobramentos superpostos, policíclicos, onde o último evento (cisalhamento dútil) está associado a época de dobramento principal da Faixa de Dobramento Araçuaí.

Uma direção axial próxima a NS de dobramentos complexos é sempre observada. Uma foliação penetrativa, marcadamente frequente, onde percebe-se sinais de cisalhamento de grãos minerais, intercepta essa direção axial NS segundo atitudes invariavelmente WNW (entre N70W e N85W) com mergulhos sub-verticais ou no máximo com 60° de caimento para o quadrante SE. Frequentemente são assinalados planos de fraturas, talvez com desclocamento (falhas horizontais), aproximadamente horizontais.

Na rodovia Vitória da Conquista-Itabuna a cerca de 25 km a leste de Itambé aflora um "migmatito", com melanossoma anfibolítico e leucossoma gnáissico, onde grande parte das feições acima descritas acham-se bem expostas (Figura IV.2.). A Figura IV.3., retrata um afloramento, a cerca de 10 km de Itapetinga, de "migmatito" com granadífero, mostra uma foliação dobrada de direção geral N80E, uma xistosidade penetrativa com cisalhamento de grãos minerais (tanto no melanossoma como no leucossoma) de atitude N38W - vertical e planos axiais de direções em torno NS - subverticais.

Em virtude da inexistência, em trabalhos anteriores, de dados estruturais adequados, da grande complexidade estrutural e dos esparsos registros, os dados levantados pelo autor permitem apenas sugerir que as deformações aí apresentadas são geradas por eventos polifásicos, provavelmente policíclicos, com mais de três fases, sendo a última brasileira. Esta impõe uma tectônica de cisalhamento dútil associado provavelmente a falhamentos transcorrentes com geração de clivagem, rotações de blocos e dobramentos com tendência de cisalhamentos.

Fig.IV .2. - Corte vertical na rodovia Vitória da Conquista -
Ilhéus 25 km a leste de Itambé.

OBS. - Lineação N 15 E - S
 - A Lineação acha-se no plano da foliação (dobrado).
 - Intenso e diversificado sistema de fraturamento.

Fig. IV. 3 - Dobramento complexo em migmatito - Cerca de 10 km a leste de Itapetinga.

IV.2. DEFORMAÇÕES EM ROCHAS GRANITOÍDES E CHARNOCKÍTICAS

Por se tratar de rochas que constituem maciços cristalinos da infraestrutura da faixa Araçuai, intensamente retrabalhadas no ciclo Brasileiro, com migmatizações e metamorfismo (inclusive retrógrado) é extremamente difícil a constatação de registros estruturais que permitam a elucidação da sua evolução geotectônica.

Com exceção de uma única constatação no córrego São João, às margens da rodovia BR-116, poucos quilômetros a SE da cidade de Itaobim, onde percebe-se uma superfície de deslizamento,

sub-horizontal, com tendência de mergulho para ESE e direção aproximada NNW com indicação de deslocamento para WNW (Figura IV.4.), as outras feições de deformações identificadas são relacionadas a um conjunto de inúmeros falhamentos e fraturamentos. Este conjunto que indica configurações geométricas que localmente podem ser classificadas como falhas paralelas e até mesmo falhas radiais e ou periféricas. Entretanto, a nível regional, os falhamentos e fraturamentos genericamente dispõem-se segundo dois sistemas de direção N e NE. Associado a esses fraturamentos, percebe-se zonas com foliação cataclástica com partição de grãos minerais (feldspato e quartzo). Um alinhamento de foliação e falhamento pode ser perfeitamente reconhecível desde SW de Padre Paraíso até Itaobim, com vales encaixados condicionando o curso do córrego São João e ribeirão São Joanico. Provavelmente trata-se do prolongamento de foliação e fraturamentos que são perceptíveis na região entre Malacacheta e Capelinha, onde orientam-se segundo E-W e N70E e que gradualmente infletem-se para NNE. De Padre Paraíso até Itaobim assumem atitudes praticamente NS. Considerando a observação feita no córrego São João, a SE de Itaobim, retratada na Figura IV.4., é possível tratar-se de falha de empurrão com desenvolvimento de uma foliação de direção NS, aproximadamente.

Fig. IV. 4 - Superfície, com espelho de deslizamento, subhorizontal. Córrego São João - Sudoeste de Itaobim.

IV.3. DEFORMAÇÕES EM ROCHAS DO COMPLEXO GNÁISSICO-GRANÍTICO

Analisando imagens de sensoriamento remoto e mapas geológicos, no domínio dessa unidade, sobressaem imediatamente, lineamentos dados por foliações e falhamentos de direção aproximadamente ENE. Importante ressaltar que alguns falhamentos são extensos. Nas vizinhanças do limite oriental dessa unidade, porção integrante da região ora abordada, esses lineamentos sofrem uma inflexão para NE e NNE que se adentra na unidade "rochas granitoides" com uma progressiva inflexão para norte chegando a assumir direções praticamente NS.

"Sabe-se que o complexo gnáissico-granítico possui rochas pré-Barbacena, fato já apontado por BARBOSA (1954) e EBERT (1957) e também alguns de seus granitos são provavelmente brasileiros. No contexto atual de conhecimentos é, contudo, impossível reconhecer-se, senão localmente, a idade e relações mútuas de suas rochas" (ALMEIDA & LITWINSKI, 1984). Torna-se difícil estudando apenas uma pequena parcela dessa unidade, discernir, sequências de eventos tectônicos que deformaram suas rochas. Apesar disso, percebe-se que as feições observadas são coerentes com aquelas que ocorrem nas rochas tidas como "Macaúbas" e poderão ser elucidativas de episódios deformativos brasileiros.

Na região limite dessa unidade com rochas "Macaúbas" observam-se duas xistosidades bem definidas. Uma que denominados Sn-1 conferida pela orientação de minerais planares, principalmente biotitas, truncada por outra penetrativa Sn, plano axial, às vezes causando crenulações em Sn-1. Foram selecionadas algumas áreas mais ou menos homogêneas com dobramentos complexos e tentou-se uma análise estrutural utilizando-se diagramas II. Apenas em duas sub-áreas foi possível obter-se diagramas significativos que são apresentados nas Figuras IV.5.A e Figura IV.5.B.. A Figura IV.6. retrata um detalhe de um afloramento em que se pode perceber uma figura de interferência indicativa do Modelo de Interferência Tipo 3, segundo classificação de RAMSAY (1967). O afloramento mostra rochas gnáissicas na transição de rochas "Macaúbas" para o complexo gnáissico-granítico. O diagrama da Figura IV.5.B. foi construído na mesma sub-área que

Fig. IV.5.B. - Diagrama II para uma sub-área de dobramentos superpostos, na região WSW de Novo Cruzeiro, onde foram lançados planos de xistosidade S_{n-1} , definindo um eixo β_2 , contido num plano axial de dobras menores, paralelo a S_n , de atitude N10E-35SE. (provável plano axial do dobramento).

Fig. IV.5.A. - Estereograma equiareal para região a WSW de Novo Cruzeiro, aproximadamente 20 km desta. O diagrama II foi utilizado para uma área de dobramentos superpostos onde foram lançados os polos dos planos de xistosidades S_{n-1} para uma sub-área homogênea, definindo um eixo β_1 , e um plano de simetria definido pelo círculo máximo de atitude N19W-70NE.

engloba esse afloramento.

Fig. IV.6 - Superposição de dobramentos indicativo do modelo de interferência tipo 3. Aproximadamente 33 km de Novo Cruzeiro na rodovia Novo Cruzeiro/Araçuaí.

A análise dos diagramas das Figuras IV.5. (A e B) e as informações complementares de observações de campo como as apresentadas na Figura IV.6. permitem sugerir que:

- . a xistosidade Sn-1 foi gerada numa fase de metamorfismo que propiciou a formação de biotitas.
- . a xistosidade Sn-1 foi afetada por uma fase que gerou dobramentos Dn, provavelmente não cilíndricos, desenvolvendo xistosidade plano axial Sn.
- . uma fase seguinte de dobramentos Dn + 1 afetou a xistosidade Sn dobrando os planos axiais de dobramentos Dn. Fato que propiciou configurações geométricas onde os planos axiais de dobramentos da fase Dn apresentam direções que variam em torno de NNW e NNE e mergulhos para os quadrantes NE e SE (35° a 50°).

É difícil extrapolar estas indicações geométricas para todas as rochas do complexo gnáissico-granítico da região em apreço, no entanto tais feições parecem ser regionais.

Os lineamentos dados por falhas e fraturas parecem pertencer

a um sistema de orientação NE com vergência gradual para NNE, como já foi referido, e são responsáveis por foliações cataclásticas principalmente na zona de transição do Grupo Macaúbas para o complexo gnáissico-granítico, como último episódio deformativo.

IV.4. DEFORMAÇÕES EM ROCHAS DO COMPLEXO JEQUITINHONHA

As rochas que constituem o denominado Complexo Jequitinhonha mostram estruturas de dobramentos superpostos de configuração geométrica complexa. Os trabalhos de geologia estrutural nessa unidade foram os mais detalhados possíveis, dentro de um enfoque que obedece o caráter regional proposto.

Três tipos de trabalhos, visando a elucidação da geologia estrutural, foram desenvolvidos.

Um deles refere-se a estudos estruturais de detalhe em afloramentos bem representativos com o objetivo de coleta de informações precisas sobre as deformações sofridas por esta unidade. Esses estudos foram concentrados nas vizinhanças de Joaíma e foram estendidos para sul e sudeste até as proximidades de Medeiros Neto.

O outro tipo corresponde a trabalhos de âmbito regional procurando-se obter registros das fases deformativas identificadas no primeiro tipo de trabalho.

O terceiro diz respeito ao estudo regional de grandes estruturas e lineações objetivando-se enquadrá-las segundo os dados e interpretações obtidos nos estudos e análises previamente levantados. Com esta metodologia de trabalho foi possível identificar-se até três fases deformativas claramente discerníveis. A mais velha, denominada Fase 3, foi responsável pelo desenvolvimento de uma xistosidade penetrativa, definida por superfícies, que denominamos Sn-1, com desenvolvimento de biotitas. Provavelmente esta xistosidade assumiu atitudes subparalelas às superfícies de estratificação da rocha.

A Fase 2, de eventos deformativos, dobrou as superfícies S_{n-1} , gerando dobras que denominamos D_n , propiciando a formação de foliações plano-axiais (S_n) de direção aproximadamente NS, que localmente mostra crenulações pela interseção de S_{n-1} e S_n . Essa fase está ligada ao episódio tectono-termal mais importante da evolução dessas rochas com a formação dos gnaisses bandados e os inúmeros efeitos anatexíticos originando a maioria dos granitóides sintectônicos que associam-se aos quartzitos e gnaisses do Complexo Jequitinhonha.

A Fase 1, muito provavelmente representa deformação progressiva da Fase 2. Teve como maior efeito deformativo regional o soerguimento diapírico de grandes massas granitóides, falhamentos inversos, cisalhamentos intensos e dobramentos superpostos (D_{n+1}). Estes dobramentos deformaram flancos e planos-axiais dos dobramentos da Fase 2, com direções muito variadas (chegando a apresentar dobras com planos axiais EW) moldando-os por entre as massas granitóides do embasamento soerguido. À Fase 1 devem estar relacionados os grandes efeitos de microclinização regional e retrometamorfismo.

Na região norte de ocorrência de rochas desse complexo, o efeito da Fase 1 parece ter sido no sentido de rotação dos dobramentos (D_n) gerados na Fase 2 através de uma tectônica de movimentos horizontais e verticais, causando cisalhamentos e rotação de blocos.

Uma área de dobramentos complexos, cujos estudos forneceram dados estruturais que permitiram uma boa visualização das deformações causadas pela Fase 3 e Fase 2 com uma interferência não definida da Fase 1, situa-se próximo de Joaíma (subida da Serra na rodovia que liga esta cidade à BR-116, próximo ao contato do Complexo Jequitinhonha com os granitóides - Ponto NL-19A). Nesse local a xistosidade S_{n-1} é conferida pelo desenvolvimento de cristais de biotita. Uma lineação L_{cr} é dada pela interseção de uma xistosidade S_n que crenula as superfícies S_{n-1} . Foram lançados dados de S_{n-1} , L_{cr} e de um plano axial do dobramento D_n , em estereogramas equiareal obtendo-se os diagramas π e β da Figura IV.7. (A e B). Da análise desses

Fig. IV.7. - Diagramas II e β para dobramento próximo a Joaíma (subida da serra na rodovia Joaíma/Santana do Araçuaí), em rochas do Complexo Jequitinhonha. Os dois diagramas indicam não tratar-se de dobra cilíndrica, e sim, provavelmente, de dobra com plano axial dobrado. No diagrama II (A) foram lançadas, também, as lineações de crenulação que situam-se na região do eixo axial S62E-51°. Visto que os polos de um flanko e de outro são identificados, foi traçado o provável plano axial médio (N58W-83NE). No diagrama β (B), as inúmeras interseções de plano de xistossidade indicam não tratar-se de dobra cilíndrica, da mesma forma foram lançadas as lineações de crenulações e pode-se observar que as mesmas se situam no campo das interseções. considerou-se o ponto β como eixo axial (S62E-51°).

diagramas pode-se perceber que o dobramento afasta-se da forma geométrica cilíndrica, devendo as dobras D_n ter sido redobradas pela Fase 1, com possível rotação da posição plano axial inicial NS, para situar-se em torno de NW com mergulhos fortes para NE. As lineações de crenulações L_{cr} (interseção de S_{n-1} e S_n) devem, originalmente, ter sido paralelas aos eixos axiais dos dobramentos D_n . A dispersão dessas lineações e a dificuldade de obter-se um único ponto de definição para o eixo axial confirma as observações locais de uma fase mais nova (Fase 1) que propiciou o dobramento dos flancos, eixos e planos axiais dos dobramentos gerados na fase anterior (Fase 2).

No local denominado Lavra da Piabanha (23 km a S de Joaíma), as três fases referidas, podem ser constatadas. Na análise de afloramento apenas são identificadas as fases 3 e 2. Quando os polos de atitudes de S_{n-1} são lançados na rede equiareal para obtenção do Diagrama π verifica-se que ocorreu redobramento posterior provocando uma indefinição do círculo que define o plano que deveria conter os referidos pólos, se as respectivas superfícies não fossem redobradas (Figura IV.7.A.). A Figura IV.8. retrata uma dobra pequena (em A), nesse local, onde foi possível obter atitudes de seus flancos e do plano axial. Estes dados foram lançados no diagrama (em B) determinando o eixo axial. Note-se que os polos das atitudes de S_{n-1} tomadas em várias partes do afloramento situam-se próximas do círculo que representa o plano dos polos de duas medidas (uma em cada flanco) da pequena dobra observada.

O diagrama da Figura IV.9. mostra a dispersão dos polos das superfícies S_{n-1} medidas num afloramento situado 16 km de Joaíma na rodovia que liga esta cidade a localidade de Girú. Apesar da dispersão, o diagrama sugere um plano médio para os polos que fornece um eixo axial com caimento de 16° para E. Obviamente que parece claro, também, neste local a atuação de uma fase de redobramento.

A apenas 900 metros do afloramento anterior, medidas de S_{n-1} , quando representadas (seus pontos) num Diagrama π (Figura IV.10.) fornecem uma indicação, com sugestão de eixos axiais do

Fig. IV.8. - Gnâisse do Complexo Jequitinhonha provavelmente com dobramentos superpostos - Lavra Piabanha - 23 km a sul de Joaima. Em (A) observa-se a xistosidade S_{n-1} (conferida pela orientação de minerais planares, biotitas) dobrada e pode-se medir o plano axial. Várias medidas de atitudes tomadas no afloramento quando seus polos são plotados num estereograma equiareal (B) fornece uma dispersão que indica um possível redobramento. Com auxílio dos polos das medidas tomadas em (a) e (b) pode-se traçar um círculo máximo que fornece um valor do eixo axial de $S 87 E - 18^\circ$, lançando plano axial medido que passa pelo eixo axial β , como se poderia esperar.

dobramento D_n , evidenciando a superposição de dobramentos $D_n + 1$ (Fase 1).

Fig. IV.9. - Diagrama Equia real para gnáisses na rodovia Joaíma/Girú, a 16 km de Joaíma (ver Figura III.13.) Os pontos lançados referem-se aos polos das superfícies S_n-1 . É praticamente impossível definir um plano (círculo máximo) de polos que permitam a definição do eixo axial. Como a rocha acha-se intensamente dobrada é possível que o eixo axial do dobramento da fase D_n esteja em torno do sugerido no diagrama π ($E-16^\circ$). A dispersão dos polos pode indicar uma superposição de dobramentos.

Fig. IV.10. - Diagrama π para gnáisses próximos à Joaíma (afloramento a 900 m do afloramento da figura IV.8) Dobramento intenso, nota-se que a dispersão dos polos das superfícies S_n-1 não permitem a determinação do eixo axial. No entanto, é sugestivo que o eixo axial de dobramento da fase D_n esteja em torno de $N86W-64^\circ$. Se comparado com indicação da figura IV.9. pode-se perceber a fase de um dobramento superposto D_n+1 .

Uma área intensamente dobrada, na confluência dos córregos Água Preta e Água Clara (ponto NL-22A), mesmo com estudos de detalhes em vários afloramentos não foi possível elucidar a geometria desses dobramentos, nem tão pouco definir as fases responsáveis por eles. Apenas identificou-se a xistosidade Sn-1, muito dobrada. Lançou-se na rede equiareal os polos de algumas medidas de xistosidade, as atitudes coincidentes ou muito próximas foram lançadas com a representação de um único polo para não sobrecarregar o diagrama (Figura IV.11.). Verifica-se pelo diagrama que é possível definir-se eixos dos dobramentos.

Na Fazenda Gameleira, cerca de 20 km a sul de Joaíma, inúmeros veios pegmatitos, mineralizados em quartzo rosa, deformaram as superfícies Sn-1. A rocha, gnaíse bandado com várias intercalações de cálcio-silicáticas, aparentemente, não acha-se dobrada. Muitas medidas de Sn-1 foram obtidas. A Figura IV.12. retrata, em A, um afloramento com veio pegmatítico deformando a

Fig. IV.11. - Diagrama equiareal com polos de superfícies Sn-1 de gnaíse bandado, do Complexo Jequitinhonha, de um afloramento próximo da confluência dos córregos Água Preta e Água Clara (NL-22A). Zona muito dobrada. O diagrama mostra a impossibilidade de definir-se eixo axial. As direções de xistosidades Sn-1 variam desde N70W a N40E com mergulhos bem variados.

Fig. IV.12. - Fazenda Gameleira - Cerca de 20 km a sul de Joaíma. Gnaiss bandado com muitas intercalações de cálcio-silicáticas. Pegmatito discordante que deformou a xistosidade S_{n-1} (A). Estereograma com lançamento dos polos de várias medidas de xistosidade S_{n-1} (B). Verifica-se que os polos dos s-planos de xistosidade concentram-se numa zona com pouca dispersão.

xistosidade Sn-1 e, em B, os polos das xistosidades Sn-1 foram plotados num estereograma equiareal mostrando uma concentração em torno de S40W-58° que corresponde a uma superfície média Sn-1 de atitude N50W-58NE.

Os estudos estruturais, desenvolvidos entre Fonteira dos Vales e Medeiros Neto, identificaram três fases distintas de deformações idênticas a aquelas definidas na região do Joaíma.

A Figura IV.13. mostra claramente a presença das referidas fases, retratando fielmente um afloramento situado 30 km a NNW de Medeiros Neto. Percebe-se que os dobramentos isoclinais gerados na Fase 2, de direção aproximadamente NS, são redobrados pela Fase 1, que impõe dobras deitadas, abertas, suaves, de plano axial próximo de EW subvertical.

Um outro afloramento a 16 km de Águas Formosas na rodovia Águas Formosas a Machacalis (Figura IV.14.) mostra o gnaiss bandado com melanossoma rico em biotitas com crenulações marcantes. Os planos axiais do dobramento Dn da Fase 2 apresentam atitudes com direções que variam desde próximas a EW até próximas a NS com mergulhos pouco acentuados (no máximo 20°) - confirmando a atuação de uma Fase 1 superposta aos dobramentos Dn da Fase 2.

A presença de crenulações sobre as superfícies Sn-1 cujos eixos tem atitude, variando pouco, entre N80E e N50E com caimentos de ângulos baixos (máximo de 30°), pode ser devido a interferência da Fase 1.

Na região de Almenara, ao longo da seção geológica apresentada nas figuras III.7., III.8., III.9. e III.10., detalhou-se uma série de trabalhos visando à elucidação da geologia estrutural. Apesar disso as análises dos dados ali levantados veio mostrar uma grande complexidade estrutural, fruto da já constatada superposição de fases deformativas. A Figura IV.15., representa uma corte E.W num afloramento situado cerca de 8 km de Almenara na rodovia que liga esta cidade a Itaobim, e retrata a complexidade dos dobramentos e o estilo com tendência a rompimento por falhamento inverso ou de empurrão. Num corte NS, neste mesmo local, observam-se estruturas de dobramentos

Fig. IV.13. - Plano axial aproximadamente NS a NNW com mergulho forte para E a ESE. Eixos axiais de direção próxima de N subhorizontais. A interferência pela superposição de dobramentos se deve uma fase que dobrou tanto os flancos como as superfícies axiais do primeiro dobramento (Fig. IV.13-A). Como a fase de superposição produziu dobras suaves e abertas, a dispersão dos polos dos planos Sn-1 não é muito acentuada sendo possível delimitar uma zona no diagrama (Fig. IV.13-B), onde situam-se os eixos axiais (veja Fig. IV.13-A). Local 30 km NNW de Medeiros Neto.

SW

NE

Fig. IV.14. - Gnaisses bandados com dobramentos Dn-1 modificados pela interferência da Fase 1. Afloramento situado na rodovia Águas Formosas/Machacalis a cerca de 16 km de Águas Formosas.

Fig. IV.15. - Dobramento apertado com tendência a falhamento de empurrão. Os planos axiais representados foram lançados no diagrama da Fig. IV.16. para estabelecer-se uma comparação com outros dados nessa área. Afloramento próximo a Almenara (a 5 km na rodovia Almenara/Jequitinhonha).

Fig IV.16. - Diagrama com representação dos polos de xistosidade Sn-1 na região dos perfis apresentados no item III.1 (próximo a Almenara). Os polos de nº 1 correspondem as superfícies Sn-1 do flanco E e os de nº 2 do flanco W do sinclinal representado no corte 3. (Fig.III.8.). O polo 2A corresponde a uma medida próxima do plano axial. β_A é o eixo dessa dobra e PA_A é o plano axial. Da mesma forma os polos 3 e 4 representam as superfícies Sn-1 dos flancos E e W da dobra apertada, do item III). Nesse caso foi possível apenas obter-se a atitude do eixo axial (β_B).

igualmente complexos que não foram representados na figura acima referida.

Na Figura IV.16., lançaram-se os dados obtidos na referida seção geológica. Procurou-se analisar aqueles que indicavam determinados elementos estruturais definidos, como atitudes nos flancos de dobras observados, planos axiais, etc. O diagrama elucida bem a complexidade dos dobramentos nessa área. Nota-se a grande dispersão dos polos das superfícies S_{n-1} , a variação dos eixos e planos axiais das dobras D_n . Portanto demonstra-se facilmente a atuação das fases 1, 2 e 3 na área.

A título de registrar-se a diversidade de estilos dos dobra dobramentos com interferência de fases deformativas, a Figura IV.17. retrata um afloramento a 10 km de Machacalis na rodovia que liga esta localidade a Águas Formosas.

Biotita gnaiss leucocrático com porfiroblastos de feldspato.

Fig. IV - .17 - Dobramento com superposição de fase. Afloramento na rodovia Águas Formosas / Machacalis a 10 km dessa última cidade.

Na região de Pedra Azul, Araçaji (mina da "Nacional de Grafite") e Jordânia, os estudos feitos e as informações obtidas dos geólogos da "Nacional de Grafite" sugerem uma tectônica relacionada à Fase 1. Esta tectônica é responsável pelos falhamentos de direção preferencial WNW, de rejeitos horizontais e verticais, propiciando a formação de grabens preservados nas zonas dos gnaisses e dos quartzitos grafitosos.

Nas proximidades de Araçaji pode-se constatar que a última fase deformativa (Fase 1) responsável pelas lineações aproximadamente EW, impostas sobre estruturas geradas na fase anterior (Fase 2) que é, por sua vez, claramente posterior aos fenômenos de anatexia, granitização e intrusões pegmatíticas. Provavelmente os dobramentos Dn (Fase 2) que originalmente dispunham-se em orientações axiais próximas de NS, sofreram rotações, cisalhamentos e amoldamentos entre corpos granitóides (que foram submetidos a soerguimentos diapíricos) e blocos mais rígidos da borda do Cráton. Apresentam-se como estruturas de geometria complexa com lineações marcadamente EW a WNW, causadas pela Fase 1. A Figura IV.18. ilustra, um detalhe de um afloramento

Fig. IV - 18 - Gnaiss leucocrático, com veio pegmatítico dobrado, com foliação penetrativa Sn vertical a subvertical de direção próxima a EW. O veio pegmatítico foi dobrado pela fase 1. Próximo a localidade de Araçaji (norte de Pedra Azul).

próximo de Araçaji. A Figura IV.19. mostra dobras em "migmatito", no leito do rio São Francisco, rodovia Pedra Azul/Divisópolis, com planos axiais de direção aproximadamente EW e mergulhos subverticais.

Fig. IV - .19 - Gnaiss bandado, "migmatito", com predominância de leucossoma. As dobras representadas são posteriores aos processos de migmatização (Fase I). Afloramento no rio São Francisco no local em que a rodovia Pedra Azul / Divisópolis cruza o mesmo.

IV.5. DEFORMAÇÕES EM ROCHAS DO COMPLEXO ITAMBÉ

A feição estrutural mais conspícua observada nas rochas do aqui denominado complexo Itambé refere-se a foliações nitidamente cataclásticas com transposições, geradas em regime de cisalhamento dútil.

Apesar da foliação transposta, ainda é possível distinguir no bandamento muitos vestígios de dobramentos gerados em fases deformativas anteriores, principalmente em locais onde os efeitos dessa transposição não foram intensos.

De um modo geral, observa-se que as foliações, com visíveis sinais de transposição, na porção oeste de ocorrência dessa unidade, mostram direções que variam entre N50E e N80E e mergulhos variáveis desde 10° até, no máximo, 50° para SE. Por outro lado, na porção central, centro sul e sudeste do complexo, estas foliações mostram, na sua maioria, direções que variam desde N80E até N70W e são invariavelmente verticais a sub-verticais (nesse caso com caimento para os quadrantes N).

Essas foliações são geradas, principalmente num regime de cisalhamento dútil associado a falhas transcorrentes, de direção WNW, a leste, que passam a falhas de transição entre transcorrência e empurrão, de direção ENE, a oeste.

Associado ao sistema de transcorrência WNW ocorre secundariamente um sistema de falhas com rejeitos vertical e horizontal (transcorrentes) de direção média N15E até N30W com geração de foliações penetrativas, com fortes transposições.

Dois estilos de dobramentos foram observados:

O primeiro, apenas reconhecido em escala de afloramento, é dado por dobras isoclinais de flancos paralelos gerados por efeito de transposição, relacionado a última fase deformativa.

A Figura IV.20. ilustra um plissamento de bandas leucocráticas de um gnaiss bandado numa estrutura maior gerada por transposição, com zonas de milonitização paralela à foliação de transposição (N70E-80NW). Essa figura retrata um afloramento na rodovia Pedra Grande/Mata Verde a cerca de 8 km antes do entroncamento com a rodovia Divisópolis/Mata Verde (porção sul da área do complexo).

Efeitos notáveis de transposição foram observados no trecho entre Itambê e Encruzilhada. A Figura III.20. (item III.), mostra a interseção de duas foliações de transposição gerando nódulos de quartzo (em A) e figuras de dobramentos isoclinais (em B) com plano axial NS-vertical. A foliação de direção NS trata-se de cisalhamento desenvolvido perpendicularmente à direção do esforço compressivo. Esta Figura refere-se a um afloramento a cerca de 18 km de Itambê.

Fig. IV.20. - Plissamento de bandas leucocráticas (gnaisse bandado do complexo Itambê), com intensa foliação de transposição gerada por cisalhamento - Rodovia Pedra Grande - Mata Verde a 8 km do trevo com a rodovia Divisópolis - Mata Verde.

O segundo estilo de dobramentos refere-se a estruturas causadas por fases deformativas, possivelmente anteriores à deformação com transposição acima descrita. Via de regra, são dobramentos complexos com tendências a cisalhamentos mostrando planos axiais, que devido a interferência da tectônica transcorrente, mostram atitudes de direções variando desde N30W a N25E e mergulhos geralmente em torno de 30° para os quadrantes N. Localmente pode-se observar, onde os efeitos de última fase deformativa não são notados, ... dobras isoclinais abertas, mostram planos axiais de direção NS e mergulhos pronunciados para E. Entretanto, noutros locais, onde também a fase de deformação de cisalhamento dútil não é perceptível, é observado uma fase de superposição de dobramentos gerando estruturas complexas.

Um afloramento situado a 20 km de Itambé próximo à rodovia que liga esta cidade a Encruzilhada, a 2 km do afloramento da Figura III.20. mostra dobras, em biotita-xisto com intercalações de quartzo-mica-xisto de grã fina, com tendência a cisalhamento. A Figura IV.21. retrata este afloramento. Na Figura IV.21.A. , dois planos, um aproximadamente vertical e outro horizontal, são expostos no leito de um córrego (afluente do rio Pardo) margeado pela rodovia, que propiciam uma perfeita visualização da estrutura representada na Figura IV.21.B. Nota-se que os planos axiais das duas dobras expostas têm direções N25E e N7W com mergulhos de 32°NW e 35°NE, respectivamente, com estilo de torção e tendência a cisalhamento, que pode ser considerado sinistral admitindo que a tensão principal fosse de direção EW. Pode-se observar duas xistosidades bem distintas. Uma definida pela orientação de biotitas, sub-paralela as bandas de alternância, de biotita-xisto e de quartzo-mica-xisto, dobrada, e outro plano axial com atitudes variando em torno de N19W-25NE e N28E-32NW. Esta variação da xistosidade plano axial é devido a interferência da última fase deformativa. A cerca de 3 km a sul deste afloramento, onde já predominam quartzitos finos, pode-se observar uma xistosidade constante de direção N26E e mergulho 46°SE, interceptada por uma foliação de cisalhamento de direção N72W - vertical.

Fig. IV.21. - Biotita-xisto (complexo Itambé) com dobras mostrando um estilo com tendência a cisalhamento. Afloramento na rodovia Itambé-Encruzilhada a 20 km de Itambé.

Inúmeros afloramentos no leito do córrego do Cedro e áreas circunvizinhas (também porção sul do complexo) constataam a ação do sistema de transcorrência ENE a WNW, produzindo foliações verticais de direções variando entre N70W a N80E sempre verticais. A Figura III.18. e a Figura III. 19. (item [III,]). ilustram estas estruturas e mostram a orientação de seixos estirados segurando a direção de cisalhamento em rochas metaconglomeráticas. Microscopicamente estes metaconglomerados, de matriz gnaissificada e com seixos de quartzitos, exibem um intenso cisalhamento com desenvolvimento de fibrolita ao longo dos planos de foliação que prolongam-se da matriz para os seixos. Na Figura III. 19. pode-se observar que os metaconglomerados encontram-se sobrepostos a um gnaisse (do embasamento?), através de uma clara superfície de discordância (N10W-32NE), possivelmente tectônica, com pelo menos duas superfícies de foliações distintas (N82E.39SE e N10W-32NE) interceptadas pela foliação (N85W - vertical) de cisalhamento.

Estas foliações de cisalhamento, com transposições, sub-verticais a verticais, na região limítrofe do complexo na sua porção E, NE e N mostram uma gradativa variação de direções com orientação praticamente NS, na porção leste, com virgações para o quadrante NW, atingindo valores em torno de N20W na altura do meridiano de Itapetinga e valores de N80W na região de Itambé. As feições acima descritas associam-se outras direções de transposição de efeitos às vezes pouco perceptíveis com direções variáveis, sendo as mais frequentes, em média, N30E. Provavelmente tratam-se de deformações por cisalhamento dútil preferencialmente instalado na zona de fraqueza no contato das rochas de complexo Itambé e aquelas indiferenciadas do complexo migmatito-granulítico da Bahia.

Ao longo da seção Itambé-Encruzilhada, selecionou-se três pequenas áreas, onde foram levantadas dezenas de atitudes da foliação definida pela orientação de minerais planares, biotita normalmente, denominada Sn, claramente anterior a dobramentos como são mostrados na Figura IV.21. e as foliações de cisalhamento da última fase deformativa. O critério de seleção

Fig. IV.22. - Diagramas este-
reográficos.

Em A, foliação S_n para gnaisses
no leito do rio Pardo a 6 km
de Itambê (rodovia Itambê/En-
cruzilhada; Contornos: < 5%,
5%-10%, 10%-15%, 15%-20%, > 20%;
máximo 25,2%.

Em B, foliação S_n
para biotita-xis-
to de grã fina a
22 km de Itambê
(rodovia Itambê/
Encruzilhada);
Contornos: < 5%,
5%-10%, 10%-15%,
15%-20%, 20%-25%;
máximo 22,7%.

Em C, foliação S_n em quartzi-
to com sericita (ferruginoso)
a 23 km de Itambê (rodovia
Itambê/Encruzilhada); Contor-
nos: < 2,5%, 2,5%-5%, 5%-10%,
10%-15%, > 15%, máximo 21,2%.

dos locais levantados foi a observância de que tratavam-se de afloramentos de estrutura homoclinal. A partir desses dados construiu-se os diagramas de frequência mostrados na Figura IV.22. com a representação do plano da foliação média em cada caso. Pode-se sugerir que os resultados aí obtidos são representativos para todo o complexo, como pode ser constatado em inúmeras investigações na região, salvo localmente onde os efeitos das fases deformativas mais recentes são intensos. É interessante observar-se que a foliação S_n (a mais velha foliação observada) apresenta direções que não fogem muito da orientação NS, mostrando uma certa analogia com as características geométricas da Fase III de deformação regional transamazônica descrita por INDA & BARBOSA (1978) para a Bahia.

IV.5. DEFORMAÇÕES EM ROCHAS DO GRUPO MACAÚBAS

Considerando que a distribuição dos mica-xistos "Macaúbas" na região abordada é restrita a uma pequena área na porção a oeste de Itaobim, as considerações estruturais serão feitas com base nos levantamentos detalhados em áreas circunvizinhas ao limite oeste da região abordada, principalmente ao longo da seção Araçuai-Novo Cruzeiro.

Dos levantamentos de detalhe da geologia estrutural pode ser observado duas xistosidades importantes, denominadas S_n e S_{n-1} , e pelo menos duas fases de dobramentos distintas.

A xistosidade S_n é a principal e mostra-se paralela ao bandamento composicional dos metamorfitos nas áreas de metamorfismo mais alto, onde os mica-xistos transicionam à migmatitos. Trata-se de uma xistosidade plano axial, com direções preferenciais NE, definida pela orientação de biotitas e pelo crescimento, ao longo de seus planos, de cristais de cordierita. Essa xistosidade trunca claramente os s-planos da xistosidade S_{n-1} produzindo, localmente, crenulações bem marcantes. Pode-se observar que essa xistosidade S_n é afetada por uma fase que desenvolveu uma xistosidade de crenulação (S_{n+1}) e por dobramentos de uma fase deformativa mais nova que denominamos D_{n+1} .

A xistosidade S_n-1 , é dobrada pela fase deformativa que gerou dobras normalmente abertas, cilíndricas, com desenvolvimento da xistosidade plano axial S_n . Na região próxima a Araçuaí, onde uma xistosidade (S_n-1) pode ser perfeitamente reconhecida, é definida pela orientação de minerais planares, principalmente por muscovitas. Em alguns locais onde pode-se observar estratificações de mica-xistos com quartzo-mica-xistos têm-se a impressão que a xistosidade S_n-1 é subparalela a superfície S_0 da estratificação original da rocha.

Portanto a história deformativa para área circunvizinha a sudoeste da região pode ser assim sintetizada:

- . Fase 1: desenvolvimento de uma xistosidade S_n-1 conferida pela orientação de minerais planares, principalmente muscovita, pertencentes a uma paragênese mineral possivelmente anterior a paragênese principal mostrada pelos mica-xistos.
- . Fase 2: desenvolvimento de dobramentos isoclinais, abertos, cilíndricos (D_n) com a formação de uma xistosidade plano axial (S_n) conferida pela orientação de minerais planares, principalmente biotitas, e orientação de cordieritas e sillimanitas (fibrolita), cujo sentido geral de vergência é W. Representa, possivelmente a fase de metamorfismo principalmente da rocha (provavelmente zona da sillimanita do metamorfismo regional tipo barrowiano). Localmente observa-se que S_n transpõe a xistosidade S_n-1 gerando superfícies crenuladas.
- . Fase 3: a principal deformação dessa fase é dada pelo desenvolvimento de uma xistosidade de crenulação (S_{n+1}) que trunca a xistosidade principal (S_n) crenulando-a. Foi observado, também, que esta xistosidade (S_{n+1}) associa-se a microdobramentos assimétricos que dobras a xistosidade principal (S_n). Devem corresponder às macro-estruturas antiiformes e siniformes assimétricas que afetam intensamente a

xistosidade principal (Sn) a nível regional. A esta fase também devem estar relacionados os basculamentos de estruturas pelo soerguimento diapírico dos corpos granitóides da unidade "rochas granitóides" e intrusões batolíticas.

A Figura IV.23. retrata dois detalhes de um afloramento a 5 km de Araçuaí, no antigo leito da ferrovia Bahia-Minas (hoje parcialmente representando a rodovia Araçuaí/Novo Cruzeiro), onde os s - planos de xistosidade Sn-1 e Sn são perfeitamente reconhecíveis e caracterizáveis. A xistosidade mais antiga é caracterizada pelo desenvolvimento em seus planos de minerais planares muscovitas e acha-se dobrada por uma fase deformativa posterior àquela que a gerou. Um veio de quartzo, discordante de Sn-1 (em A), também afetado pela fase de dobramento que deformou Sn-1, mostra-se dobrado e tranposto pelo deslocamento, ao longo dos s-planos Sn-1, pelo processo de dobramento. O desenvolvimento de uma xistosidade plano axial (Sn), associado ao dobramento Dn, que em determinados pontos crenula a xistosidade Sn-1, e mostra uma tendência de disposição em leque é claramente constatado (em B). Características semelhantes são observadas em inúmeros locais da seção Araçuaí-Novos Cruzes, como mostra a Figura IV.24. (corte da antiga ferrovia nas proximidades de Engenheiro Schnoor). Estas feições representam bem a atuação da Fase 1 e Fase 2 referidas acima.

Num local situado a cerca de 40 km de Araçuaí, próximo a Engenheiro Schnoor, já se podem notar pequenos dobramentos assimétricos que interferem na geometria das deformações anteriores (Figura IV.25.). Entretanto, em Engenheiro Schnoor e em vários outros locais, deformações geradas por uma Fase 3 são bem marcantes com o desenvolvimento de dobramentos (micro-dobramentos) assimétricos e de uma xistosidade Sn+1 de crenulação e plano axial (Figura IV.26.).

Em áreas próximas às "rochas granitóides", estruturas homoclinais mostram direções bastante variadas para a xistosidade principal Sn, invariavelmente com mergulhos para os quadrantes NW e SW. Por outro lado, mesmo nessas áreas, onde observam-se dobras

Fig.IV.23. - Dobramento isoclinal, aberto, (Dn) com xistosidade plano axial (Sn) disposta com tendência a leque, mostrando a xistosidade (Sn-1) dobrada. Em A observa-se um veio de quartzo discordante de Sn-1 dobrado e transposto pelo dobramento (Dn). Em B a disposição de Sn com direção aproximadamente N55E com mergulhos subverticais nos flancos e vertical na zona axial. Trata-se de quartzo biotita-xisto num corte da rodovia Araçuaí/Novo Cruzeiro a 5 km de Araçuaí.

Fig. IV.24. - Dobramento isoclinal, aberto, (Dn) com desenvolvimento de xistosidade plano axial com tendência a disposição em leque. O detalhe mostra a crenulação formada por Sn sobre Sn-1 dobrada. Rocha: quartzo-granada-sillimanita-cordierita-xisto. Local: Eng. Schnoor.

apertadas, assimétricas, esta xistosidade chega a aproximar-se de NS com mergulhos às vezes pequenos, mas com muita frequência caem para os quadrantes E(NEeSE). A título de exemplo a Figura IV.27. ilustra essa situação para áreas próximas de Queixada (rodovia Araçuaí - Novo Cruzeiro).

De um modo geral as rochas desse grupo, na região abordada, mostram apenas a xistosidade Sn (regionalmente a mais marcante), com exceção num afloramento nas margens do rio Jequitinhonha próximo à foz do córrego Taquara (afloramento NL-3A) onde é possível observar-se a xistosidade Sn-1. Nesse local (afloramento NL-3A) pode-se observar que a rocha apresenta-se em homoclinal e as medidas de Sn e Sn-1 quando plotadas (através de seus polos) num diagrama equiareal sugerem para Sn-1 uma atitude média

Fig. IV .25 - Afloramento a 40 km de Araçuaí na rodovia Araçuaí/Novo Cruzeiro. Flanco W de uma dobra de geração Dn, com xistosidade Sn-1 e xistosidade plano axial Sn (em A). O detalhe mostra um estilo de dobramento assimétrico onde tanto Sn-1 como Sn acham-se dobradas.

Fig. IV.26. - Microdobras e xistosidade de crenulação (S_{n+1}) na localidade de Eng. Schnoor. Em A, xistosidade de crenulação (S_{n+1}) que se superpõe à xistosidade principal (S_n). Em B, a xistosidade S_{n+1} plano axial de microdobramentos posteriores às dobras D_n .

N65E-38NW e para S_n N44E-40NW (Figura IV.28.). . Foram ainda representada na Figura IV.28. polos de xistosidade S_n de mais de três afloramentos (NL-4A, NL-5A e NL-6A- veja localização no mapa geológico escala 1:250.000), que forneceram valores de atitudes médias para S_n de N65W-25NE(NL-4A), N77E-60NW(NL-5A) e N88E-78NW(NL-6A). Atitudes de S_n de um afloramento próximo de Itinga (NL-7A) quando plotados (seus polos) no diagrama equireal caíram no domínio das do afloramento NL-5A.

Dobras abertas, suaves, possivelmente simétricas, foram observadas nos afloramentos NL-4A e NL-7A. Entretanto, não foi possível obter (no campo ou através de diagrama equireal de polos) atitudes de seus eixos e ou planos axiais. No afloramento NL-4A podem-se constatar lâminas centimétricas e milimétricas,

Fig. IV.27. - Deformações na xistosidade principal Sn pela última fase deformativa. Em A, afloramento em homoclinal a 9 km ao norte de Queixada onde a xistosidade principal Sn sofreu um basculamento. Em C, afloramento a 3 km ao sul de Queixada, também a xistosidade Sn com basculamento. Em B, afloramento nas proximidades de Queixada com microdobramentos gerando uma xistosidade Sn+1 e dobrando Sn.

concordantes com a xistosidade Sn, de material filonítico com lineações de estrias de deslocamento de atitudes médias $N29W-18^{\circ}$.

Outra área de ocorrência, na região abordada, os mica-xistos Macaúbas dispõem-se segundo uma faixa estreita que adentra nas rochas granitóides a NW de Itinga. Polos de atitudes de xistosidade Sn foram lançados no diagrama equireal da Figura IV.29. e

Fig. IV - 28 - Diagrama equiareal - Pontos de xistosidade Sn e Sn-f (afloramento NL-3A) para micaxistos "Macaubas" da região entre Taquaral e Itinga.

Fig. IV - 29 - Diagrama equiareal de pontos de xistosidade Sn (mica-xistos "Macaubas") para região próxima de Itinga na rodovia que liga esta cidade a Coronel Murilo.

correspondem aos afloramentos NL-10A, NL-11A e NL-12A assinalados no mapa geológico - Folha Almenara. A atitude média de Sn no afloramento NL-10A, considerada a concentração dos polos num pequeno domínio do diagrama, pode ser admitida como N70W-64NE. Trata-se de homoclinal onde os mica-xistos dispõem-se em contato com rochas graníticas (Figura III.22.). Observam-se aí veios de quartzo dobrados num estilo de pliassamento (dobras apertadas e simétricas) com plano axial subvertical de direção próxima a NS e eixos axiais medidos com valores médios em torno de N7W-49°.

A 2 km a NW da ponte sobre o córrego Água Fria, afloramento NL-11A, dobramentos suaves, assimétricos, de direção axial próxima a EW, interferem sobre dobramentos de uma fase anterior (Figura IV.30.). Atitudes de xistosidade Sn foram plotados, através de seus polos, no diagrama equiareal da Figura IV.29.. Plotou-se, também, um eixo axial medido, que corresponde ao último dobramento. Percebe-se no diagrama que os polos de Sn

Bandas quartzo-feldspáticas ("graníticas").

Quartzo-mica-xisto "Macaúbas".

Fig.IV - 30 - Quartzo-mica-xisto com bandas quartzo-feldspáticas. Sequência com dobramentos superpostos. Rodovia Itinga / Coronel Murta - 2 km a NW da ponte sobre o correjo Água Fria (NL-11 A).

distribuem-se num domínio indicando que o eixo medido é normal a um dos possíveis círculo máximo dos polos considerados. A dispersão desses é devido, possivelmente, à superposição de dobramentos. As dobras superpostas de direção axial EW, devem ter sido geradas durante o episódio de soerguimento diapírico dos granitóides, como indica a Figura IV.31. durante a Fase 3 de deformação.

Medidas de atitudes da xistosidade S_n do afloramento NL-12A quando lançadas (seus polos) no diagrama equiareal definem um domínio que sugere um valor médio para a xistosidade S_n de N63.W-34NE.

Fig.IV - 31- Deformações com direções axiais EW em micaxistos "Macaúbas" durante o soerguimento diapírico do embasamento da unidade "rochas granitoides".

IV.7. DEFORMAÇÕES EM ROCHAS DO GRUPO RIO PARDO

"O Grupo Rio Pardo parece representar antes uma bacia trafofônica, desenvolvida sobre a borda do cráton, que um componente geossinclinal da Faixa Araçuaí, embora refletindo em seu tectonismo e baixo metamorfismo, os processos realizados nessa faixa" (ALMEIDA & LITWINSKI, 1984).

Além dos sistemas de falhamentos que condicionam a instalação da Bacia do Rio Pardo, e que por reativações afetam os metassedimentos do grupo, as principais estruturas observadas no campo em rochas dessa unidade foram:

- . uma superfície S_0 de acamamento;
- . uma xistosidade com desenvolvimento de sericita correspondendo a superfície S_1 ;

- . dobramentos isoclinais, fechados e abertos, às vezes com superfícies crenuladas, principalmente na porção sul da bacia.

Assim na sub-bacia nordeste, em rochas das Formações Camacã, Panelinha e Salobro, observam-se atitudes de So (acamamento) de direções pouco variáveis em torno de EW com mergulhos até 60° para os quadrantes S. Dois sistemas de falhas, um com direção NNW e outro NE afetam essas rochas e devem tratar-se de falhas reativadas do embasamento.

Na sub-bacia sudeste e no extremo sul da unidade, dois sistemas de falhamentos são notórios: um deles de direção aproximada N40-50W, do qual o lineamento Itapebi/Itororô é parte integrante e outro de direção N40E. Estes dois sistemas interceptam-se e dispõem-se segundo traçados retilíneos com rejeitos horizontais e verticais afetando tanto rochas do embasamento como os metassedimentos do grupo.

É no setor sul-sudeste que se verifica com frequência a xistosidade S1 e dobramentos que tornam as estruturas mais conspícuas na porção sul, em rochas da Formação Serra do Paraíso. Atitudes de acamamento na Formação Água Preta assumem valores de N40W-59SW, N44W-25SW até N35E-15NW, enquanto que atitudes de S1 mostram-se com direções entre N15W até N76W com mergulhos variando desde 30° até 50° para os quadrantes NE e SW.

Os dobramentos, observados principalmente em rochas carbonáticas da Formação Serra do Paraíso (extremo sul da bacia), mostram planos axiais com atitudes N40W-sub-vertical, N50E-45NW, N60E-30NW, N70E-70SE, N80E-79SE e N43E-vertical. Atitudes de acamamento e xistosidade S1, nessas rochas, mostram valores em torno de N13W-49SW e N8E-54NW, respectivamente.

V. PETROQUÍMICA, PETROGRAFIA E PETROLOGIA METAMÓRFICA

Quando rochas ígneas ou sedimentares, e até mesmo metamórficas, são submetidas a mudanças pronunciadas na pressão, temperatura e ambiente químico em que as mesmas acham-se em equilíbrio, não havendo fusão, ocorre o metamorfismo.

Assim, nesse processo induzido às rochas sólidas, os constituintes minerais mudam para composições que são estáveis sob as novas condições surgindo novos minerais que arranjam-se em tramas adequadas ao novo ambiente. Consequentemente, o metamorfismo resulta em composição química global das rochas, extremamente variável. Podendo corresponder o de qualquer rocha ígnea ou sedimentar ou uma composição diferente, se forem importantes os processos de metassomatismo.

Entretanto, nos casos de metamorfismo isoquímico, é possível determinar-se a natureza da rocha original, por sua composição química, principalmente pelo fato de as rochas sedimentares apresentarem composições químicas muito mais variadas do que as rochas ígneas.

Alguns métodos de análise geoquímica podem ser utilizados para estabelecer se determinadas rochas metamórficas foram originalmente sedimentares ou ígneas. MASON (1917) sugere alguns critérios químicos que podem ser usados: (a) um excesso de alumina, quando superior a 5% pode indicar origem sedimentar, acima de 10% esta origem é quase certa; (b) as relações $K_2O > CaO$ indica rochas originalmente argilosas, especialmente as que continham quantidades apreciáveis de illita e montmorilonita; e (c) um conteúdo alto em sílica, superior a 80% sugere que a rocha foi originalmente um arenito ou um "chert".

Métodos mais aprimorados e que asseguram uma melhor avaliação da origem das rochas metamórficas são os denominados diagramas de LA ROCHE (1968) e LA ROCHA et alii (1974) e de MOINE (1971), os quais serão aqui utilizados.

Os estudos foram iniciados pelas amostras NL-132A (leucossoma do gnaiss bandado) e NL-132B (mesossoma e melanossoma de gnaiss bandado) de um mesmo ponto de um gnaiss bandado, com predomínio de melanossoma cujas bandas leucossomáticas (NL-132A) não ultrapassam 10 cm de espessura. Petrologicamente a amostra NL-132A mostra uma paragênese principal com biotita-sillimanita-ortoclásio-quartzo-cordierita-almandina. Reações claras envolvendo biotita e quartzo produzem sillimanita (fibrolita). Por outro lado na amostra NL-132B (melanossoma) esta paragênese não foi determinada, contudo parece haver reações de biotitas para fibrolitas em pequenos cristais. Identificou-se também ortoclásio e granada, ao passo que a cordierita pode existir na rocha mas não se conseguiu uma determinação convincente. Petroquimicamente, considerando os "Diagramas de La Roche" e "Diagrama Moine" das Figuras V.1. e V.2., a amostra NL-132A (leucossoma) plota-se claramente no domínio das grauvacas e a amostra NL-132B no limite do domínio das rochas sedimentares e ígneas no, "Diagrama La Roche", e no domínio das sub-grauvacas, no "Diagrama Moine". Ora é difícil imaginar que trata-se de rochas originalmente de natureza distinta. Essa diferença petroquímica deve ser devido ao fato de que na recristalização metamórfica ocorre a segregação de certos minerais sob a forma de bandas, gerando os reconhecidos gnaisses bandados. Daí a análise dos dois diagramas servir unicamente para indicar a origem para-derivada dessas rochas sem conduto poder-se afirmar se eram grauvacas, arcósios ou rochas argilo-carbonatadas. Em nenhuma das duas amostras foi verificado um importante aporte de K e Na com abilitização e microclinização neoformacional. Entretanto as amostras NL-132A (gnaiss leucocrático ou mesocrático) e NL-312B (granitóide) num afloramento no contato dos gnaisses do Complexo Jequitinhonha e "rochas granitóides" (praticamente já nos granitóides) as amostras NL-312A e NL-312B mostram a mesma paragênese da amostra NL-312A, entretanto a amostra NL-312B exhibe grandes cristais de microclina neorformados e aureólas de albitilização nos plagioclásio, além da percentagem de feldspato K ser muito superior às das outras três amostras (cerca de 60% de feldspato K).

V.1. PETROQUÍMICA

As composições químicas das rochas, listadas nos quadros V.1., V.2. e V.3., (APÊNDICE, anexo), referem-se a rochas que foram preferencialmente tratadas geoquimicamente, na tentativa de melhor elucidar as interpretações geogronológicas e petrológicas. Concentram-se sobremaneira na região mapeada na escala 1:250.000 (Folha Almenara), onde os dados geocronológicos praticamente inexistiam. A localização das amostras é feita no Mapa Geológico escala 1:1.000.000 com exceção daquelas da seção Araçuaí/Novo Cruzeiro.

Os quadros V.4., V.5. e V.6. (APÊNDICE, anexo) relacionam os teores calculados em miliatomogramas e os valores de $\frac{Al}{3} - K$ e $\frac{Al}{3} - Na$ utilizados na Figura V.1. - Diagrama de LA ROCHE (1968) e LA ROCHE et alii (1974).

Os Quadros V.7., V.8. e V.9. (APÊNDICE, anexo) fornecem os dados de $\frac{Al + Fe + Ti}{3} - K$ e $\frac{Al + Fe + Ti}{3} - Na$ para o diagrama de MOINE (1969) da Figura V.2., enquanto que o Quadro V.10. (APÊNDICE, anexo) relaciona as relações $10(Na_2O + K_2O)/Al_2O_3$, SiO_2/Al_2O_3 e $10(Fe_2O_3 + TiO_3)/Al_2O_3$ para dos diagramas de MOINE (1969) das Figuras V.4. e V.5. (referentes a "rochas granitóides, charnockitos de Padre Paraíso e outras), o Fe total foi calculado como Fe_2O_3 e isso pode mostrar alguma discrepância, quando comparados com dados onde o Fe total é considerado como Fe_2O e Fe_2O_3 .

A representação dos dados geoquímicos no diagrama da Figura V.1. Diagrama de LA ROCHE (1968) e LA ROCHE et alii (1974) mostrou que o grupo de metamorfitos do Complexo Jequitinhonha, "complexo Itambê" e Grupo Macaúbas distribuem-se sobremaneira (mais de 75%) no domínio das rochas sedimentares. O grupo de amostras de rochas englobadas na unidade denominada informalmente "rochas granitóides" individualizaram-se relativamente bem na interfície das rochas ígneas e sedimentares (arcósios) onde as relações $\frac{Al}{3} - K$ e $\frac{Al}{3} - Na$ são próximas de zero (0) ou negativas com valores baixos (máximo 40). Nesse domínio situam-se, também, os charnockitos de Padre Paraíso, os anfibolitos do complexo Itambê e uma ou outra amostra das outras unidades.

Fig. V.1. - Diagrama de LA ROCHE (1968) e LA ROCHE ET ALII (1974) - Representação de metamorfitos do Complexo Jequitinhonha, "Complexo Itambé", Grupo Macaúbas, "rochas granitoides" e outras (Em milliatomogramas)

Fig. V .2 - Diagrama de Moine (1969) - $\left(\frac{Al+Fe+Ti}{3} - K \right) \times \left(\frac{Al+Fe+Ti}{3} - Na \right)$ - Representação de metamorfismos do Complexo Jequitinhonha, Complexo Itambé, Grupo Macaúbas, "rochas granitoides", e outras. (Em miliatomogramas)

A representação dessas mesmas amostras no diagrama $\frac{(Al + Fe + Ti)}{3} - K$ e $\frac{(Al + Fe + Ti)}{3} - Na$ (Diagrama de MOINE, 1969) da Figura V.2. mostra ainda uma dispersão no domínio sedimentar para rochas do Complexo Jequitinhonha, "complexo Itambê" e Grupo Macaúbas. Algumas rochas do Grupo Macaúbas e as cálcio-silicáticas tendem a alinhar-se segundo a reta que marca a região Na/K igual a 1. Os dados de PEDROSA SOARES (1984) e os estudos mais recentes de MONTEIRO et alii (inédito) como mostra a Figura V.3. sugerem uma origem sedimentar para os metamorfitos do Grupo Salinas (aqui permanecendo a denominação de Grupo Macaúbas) e rochas scheelitíferas da região de Coronel Murta, Virgem da Lapa e Itinga, "plotando" segundo um alinhamento a meia distância dos campos dos arcósiolos, grauvas e rochas argilo-carbonatadas. Interessante ressaltar que as "rochas granitóides", charnockitos e outras que no "Diagrama La Roche" individualizavam-se bem, no "Diagrama Moine" ocorre dispersão e muitas das amostras passam a situar-se nos domínios dos arcósiolos das rochas argilo-carbonatadas e das grauvas e sub-grauvas.

As evidências petrológicas de aporte de material K e Na, principalmente nas rochas granitóides (como aureólas de albitização de plagioclásios e microclinização como última fase de cristalização mineral) devem ser as responsáveis pela localização daquelas amostras no domínio definido pelos valores de $\frac{(Al)}{3} - K$ e $\frac{(Al)}{3} - Na$, variando entre 10 e -40 no "Diagrama La Roche".

Outro dado geoquímico importante refere-se àquelas rochas bandadas (gnaisses) com melanossomas e ou mesossomas biotíticos e cálcio-silicáticas e leucossomas quartzo-feldspáticos, em especial os gnaisses do Complexo Jequitinhonha e principalmente, os que ocorrem próximos aos contatos com tipos somáticos da unidade "rochas granitóides". As observações e dados de campo deixavam dúvidas com relação à natureza dessas rochas, dando margem, inclusive, a interpretação de que poderiam tratar-se de migmatitos de injeção (dada a natureza de contato gradativo com rochas granitóides).

Para caracterizar essa situação e objetivando simplificar a

Fig. V .3. - Representação de metamorfitos do Grupo Salinas ("Macaúbas") e granitóides de Coronel Murta-MG. Diagrama de LA ROCHE (1968) e LA ROCHE ET ALII (1974) -(Fornecido por Monteiro et alii, inédito).

análise, tomamos o caso das amostras NL-132A, NL-132B, NL-312A, NL-312B, NL-311A, NL-313A e NL-313B.

Os estudos foram iniciados pelas amostras NL-132A (leucossoma do gnaiss bandado) e NL-132B (mesossoma e melanossoma de um mesmo ponto de um gnaiss bandado, com predominio de melanossoma cujas bandas leucossomáticas (NL-132A) não ultrapassam 10 cm de espessura. Petrologicamente, a amostra NL-132A mostra uma paragênese principal com biotita-sillimanita-ortoclásio-quartzo-cordierita-almandina. Reações claras envolvendo biotita e quartzo produzem sillimanita (fibrolita). Por outro lado na amostra NL-132B (melanossoma) esta paragênese não foi determinada, contudo parece haver reações de biotitas para fibrolitas em pequenos cristais. Identificou-se também ortoclásio e granada, ao passo que a cordierita pode existir na rocha mas não se conseguiu uma determinação convincente. Petroquimicamente, considerando os "Diagramas La Roche" e "Diagrama Moine" das Figuras V.1. e V.2., a amostra NL-132A (leucossoma) plota-se claramente no domínio das grauvas e a amostra NL-132B no limite do domínio das rochas sedimentares e ígneas no, "Diagrama La Roche", e no domínio das sub-grauvas, no "Diagrama Moine". Ora é difícil imaginar que tratam-se rochas originalmente de natureza distinta. Essa diferença petroquímica deve ser devido ao fato de que na recristalização metamórfica ocorre a segregação de certos minerais sob a forma de bandas, gerando os reconhecidos gnaisses bandados. Daí a análise dos dois diagramas servir unicamente para indicar a origem para-derivada dessas rochas sem contudo poder-se afirmar se eram grauvas, arcósios ou rochas argilo-carbonatadas. Em nenhuma das duas amostras foi verificado um importante aporte de K e Na com albitização e microclinização neoformacional. Entretanto as amostras NL-312A (gnaiss leucrático a mesocrático) e NL-312B (granitóides) as amostras NL-312A e NL-312B mostram a mesma paragênese da amostra NL-312A, entretanto a amostra NL-312B exibe grandes cristais de microclina neoformados e aureólas de albitização nos plagioclásios além da porcentagem de feldspato K ser muito superior às das outras três amostras (cerca de 60% de feldspato K).

FIG. V.4 - DIAGRAMA DE KOSCH (1969) $\left[\frac{10[(Na_2O + K_2O)]}{Al_2O_3} \right] \times \left[\frac{SiO_2 / Al_2O_3}{10} \right]$ - Representação de "rochas granitoides", charnockitos de Po Paralelo e outras.

Fig. V.5 - DIAGRAMA DE MOINE (1969) $\left[\frac{10[(Na_2O + K_2O)]}{Al_2O_3} \right] \times \left[\frac{10[(Fe_2O_3 + TiO_2)]}{Al_2O_3} \right]$ - Representação de "rochas granitoides", charnockitos de Po Paralelo e outras.

Fig. V.6 - Diagrama de Moine (1969). $Na_2O \times Al_2O_3$ - Representação de "rochas granitoides" e outras.

FIG. V.7 - GRÁFICO $10 \left[\frac{(Na_2O + K_2O)}{Al_2O_3} \right] \times \left[\frac{(SiO_2 / Al_2O_3)}{10} \right]$ PARA CARACTERIZAÇÃO DAS ROCHAS DE RIACHO DOS MACHADOS - MATO VERDE (RETIRADO DE TOLENTINO, 1984).

FIG. V.8 - GRÁFICO $10 \left[\frac{(Na_2O + K_2O)}{Al_2O_3} \right] \times 10 \left[\frac{(Fe_2O_3 + TiO_2)}{Al_2O_3} \right]$ PARA CARACTERIZAÇÃO DAS ROCHAS DE RIACHO DOS MACHADOS - MATO VERDE (RETIRADO DE TOLENTINO, 1984).

FIG. V.9 - GRÁFICO $Na_2O \times Al_2O_3$ PARA CARACTERIZAÇÃO DAS ROCHAS DE RIACHO DOS MACHADOS - MATO VERDE (RETIRADO DE TOLENTINO, 1984).

Por outro lado as amostras NL-311, NL-313A e NL-313B, que representam bandas cálcio-silicáticas no gnaiss do Complexo Jequitinhonha (afloramentos das amostras NL-132 e NL-312) plotam-se no mesmo alinhamento das amostras NL-312A e NL-132B (na reta da razão $K/Na=1$).

Portanto, é admissível que durante o processo de metamorfismo progressivo, a água e outras substâncias voláteis, presentes em quase todas as rochas e libertadas em grande quantidade, forneceram um meio eficiente de transporte de material. Esse meio de transporte introduz e retira elementos dando uma nova distribuição petroquímica à rocha metamórfica então formada, que difere, obrigatoriamente, daquela distribuição original, mas não deixa margem de dúvidas quanto a origem para-derivada.

Extrapolando este tipo de análise para as outras amostras, por unidades hoje individualizáveis, pode-se sugerir que a maioria das rochas da região abordada tem origem para-derivada. Algumas, entretanto, tem origem orto-derivadas, principalmente aquelas associadas ao grupo de "rochas granitóides".

A unidade "Rochas granitóides" abrange rochas ácidas de composição granítica "sensu lato" (granitóides), com paragênese metamórfica de grau médio a grau forte e rochas graníticas e granodioríticas anatexíticas, e intrusivas pós-tectônicas indiferenciadas das primeiras. De um modo geral a grande parte das amostras da unidade "rochas granitóides" que plotam-se no domínio das rochas ígneas não apresenta paragênese metamórfica com sillimanita, ortoclásio e cordierita. Entretanto, a grande maioria apresenta textura metamórfica e ou tectônicas e o retrometamorfismo com cloritização de biotitas e saussuritização de plagioclásios é sempre observado. Por outro lado aquelas que plotam-se no domínio das rochas sedimentares sempre apresentam uma paragênese clara de metamorfismo de grau médio a grau forte (sillimanita, cordierita, ortoclásio, granada).

Os efeitos de cada elemento ou grupo de elementos sobre a posição da amostra no "Diagrama de Moine" e no "Diagrama de La Roche" foi investigado por diversos autores. MOINE (1969) apresenta

diagrama que permite uma análise mais detalhada entre os alcalinos, a sílica, o ferro, o titânio e a alumina. A Figura V.4. e a Figura V.5. mostram a análise comparada entre o percentual de pesos dos óxidos como: $\frac{10(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}{\text{Al}_2\text{O}_3} \times \frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ (Figura V.4.) e

$$\frac{10(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})}{\text{Al}_2\text{O}_3} \times \frac{10(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2)}{\text{Al}_2\text{O}_3} \quad (\text{Figura V.5.}).$$

Esse tratamento foi feito preferencialmente para aquelas amostras que plotam-se no diagrama de "La Roche" e "Moine" no campo das rochas mais sódicas e mais potássicas. Posteriormente, decidiu-se plotar-se nos referidos diagramas todas as amostras de "rochas granitóides", charnockíticas e granulitos. Cabe aqui uma observação: no cálculo dos óxidos todo o ferro foi considerado trivalente, obtendo-se apenas a percentagem de Fe_2O_3 (ferro total) o que pode introduzir algum erro nas análises comparativas.

Observando-se os diagramas das Figura V.4. e Figura V.5. pode-se constatar que as "rochas granitóides" situam-se, em quase sua totalidade, num domínio bem individualizável de alcalinidade entre 5 e 7 e relação $\frac{10(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2)}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ entre 1 e 2,5. Tal situação revela que estas rochas são hipercalinas com caráter menos siderófilo, de acordo com as suas características de rochas ricas em microclima. Por outro lado o diagrama $\text{Na}_2\text{O} \times \text{Al}_2\text{O}_3$ (Figura V.6.) revela a natureza hiposódica das mesmas uma vez que apresentam valores no intervalo entre 14 e 16 para alumina e apenas valores entre 2 e 4 para Na_2O .

TOLENTINO (1984) apresenta uma análise petroquímica para rochas arqueanas da região de Riacho dos Machados e Mato Verde (MG). A Figura V.7., Figura V.8. e Figura V.9. mostram claramente a grande semelhança dessas rochas, em termos de alcalinidade, e caráter siderofílico com as "rochas granitóides", charnockitos e outras aqui analisadas.

V.2. METAMORFISMO REGIONAL

Os diferentes agrupamentos de rochas metamórficas foram definidos utilizando-se critérios mineralógicos, litológicos e estruturais, tanto no campo quanto em lâminas delgadas, prevalecendo, no entanto, as observações de campo. Na região considerada, como ficou evidenciado nos capítulos precedentes, ocorrem domínios que constituem compartimentos litológicos/estruturais distintos entre si, tais como os ocupados pelas "rochas granitóides", os metassedimentos do Grupo Rio Pardo, os granulitos da região cratônica no extremo nordeste, os gnaisses bandados, quartzitos e migmatitos do Complexo Jequitinhonha, etc. Esses domínios refletem condições genéticas complexas e diversas, e serão abordados conjuntamente nesse item, principalmente tendo em vista a importância da fase tectono-termal brasileira que os afetou com mais ou menos intensidade. Entretanto, serão feitas alusões a determinadas características petrogenéticas particulares, referidas aos respectivos conjuntos litológicos, sempre que for julgado imprescindível para esclarecimento dos fenômenos e efeitos metamórficos relevantes.

Embora as observações de campo tenham atingido a região de estudo como um todo, apenas uma parcela dessa foi palco de estudos petrológicos, geoquímicos e geocronológicos. Com relação aos estudos petrológicos, mais de uma centena de lâminas delgadas foram estudadas correspondendo a afloramentos-chave para a elucidação dos efeitos metamórficos sofridos pela região e tendo em vista, principalmente, a obtenção de informações daquelas áreas menos conhecidas. As amostras que foram petrologicamente estudadas, acham-se plotadas no Mapa Geológico, escala 1:1.000.000.

Na porção aflorante do Cráton do São Francisco (incluindo a Bacia do Rio Pardo) e nas áreas de ocorrência de rochas do Arqueano Indiferenciado, na porção nordeste da região, não foram feitas investigações petrológicas, pois tratam-se de áreas petrologicamente já definidas.

Assim, foram priorizados os estudos em litologias do agrupamento

denominado "rochas granitóides", "rochas charnockíticas", Complexo Jequitinhonha, Grupo Macaúbas (mica-xistos da sua porção leste) e complexo Itambê. A maior densidade de afloramentos estudados está localizada na folha geológica na escala 1:250.000 (Folha Almenara), em seguida na Folha Teófilo Otoni e secundariamente nas demais que constituem a região apresentada geologicamente na escala 1:1.000.000.

Dos estudos em epígrafe, a primeira conclusão chegada é de que tratam-se de rochas, cujas paragêneses principais revelam metamorfismo de grau médio e forte, intrudidas por alguns corpos graníticos, rochas básicas e alcalinas supostamente pós-tectônicas ao ciclo Brasileiro.

Nos processos de metamorfismo regional progressivo a tendência geral é reduzir as variações mineralógicas e produzir composições cada vez mais uniformes. Tal fato é flagrantemente claro na região em pauta, principalmente por tratar-se de processo que atingiu grau médio e forte. No caso presente, as evidências petrológicas aliadas as petroquímicas, sugerem o tipo de processo metamórfico aloquímico, pelo menos durante o evento termo-tectônico Brasileiro, como sendo o principal mecanismo de transformações mineralógicas.

De outro lado a recristalização metamórfica pode se dar permanecendo inalterada a composição química da rocha (metamorfismo isoquímico) ou através de aporte e remoção de material (metamorfismo aloquímico) em consequência do metassomatismo, onde a fase fluída (água e outras substâncias voláteis onipresentes nas rochas e libertadas no processo de metamorfismo progressivo) é o principal agente ativo para remoção e transporte do material.

Uma associação mineral estável sob certas condições (P,T) pode ser substituída por uma associação parcial ou totalmente diferente em outras condições (P,T). São notáveis as transformações sofridas por rochas que atingiram o equilíbrio em condições de grau forte, e são posteriormente submetidas a condições de grau médio e fraco (retrametamorfismo).

Particularmente as "rochas granitoides" e rochas "charnokíticas", aqui abordadas, mostram claramente essas transformações.

A Figura V.10. (retirada de PEDROSA SOARES, 1984), mostra, baseando-se em diversos autores, a distribuição esquemática das "zonas metamórficas" para as rochas do "Grupo Macaúbas" (grupos Macaúbas e Salinas segundo adotado por aquele autor) a oeste da região abordada, demonstrando um claro aumento do grau de metamorfismo de oeste para leste.

Figura V.10. - Distribuição Esquemática das "Zonas" Metamórficas nas Áreas ocupadas pelos Grupos Macaúbas e Salinas ao Norte de Minas Gerais (retirado de PEDROSA SOARES, 1984).

A concepção regional de aumento progressivo do grau de metamorfismo, de oeste para leste, parece clara e pôde ser reconhecida pelo autor, nas regiões adjacentes a oeste daquela aqui considerada. Entretanto, a região aqui abordada, com evidências de metamorfismo de grau médio e forte, podendo estar representado os fácies mais altos desse metamorfismo progressivo, não fornece sequências paragenéticas claras que permitam estabelecer divisões progressivas no metamorfismo de grau forte. Por outro lado, na porção norte, onde rochas afetadas pelos eventos tectono-termiais brasileiros limitam-se com as do Cráton do São Francisco (limite norte da Província Mantiqueira na concepção de ALMEIDA & LITWINSKI, 1984), este metamorfismo progressivo inexistente, sendo apenas evidenciadas paragéneses metamórficas da transição de grau médio a forte. Isto é devido às peculiaridades de evolução num regime tectônico de deformações dúteis com cisalhamentos associados a falhas transcorrentes.

V.2.1. EVIDÊNCIAS DO METAMORFISMO DE GRAU MÉDIO PARA GRAU FORTE

WINKLER (1976) sugere como critério para definir petrologicamente a mudança de metamorfismo de grau médio para grau forte "a desintegração de muscovita em presença de quartzo e plagioclásio". Esta mudança é observada tanto em pressões baixas a muito altas em xistos e gnaisses. Afirma WINKLER (1976) que "tem significação petrogenética o fato de as áreas migmatíticas, que em todo o mundo ocorrem no sítio de mais alta temperatura de metamorfismo regional, não apresentarem muscovita primária em contato com quartzo e plagioclásio", e conclui que "por isso os migmatitos são devidamente indicados para representar a divisão do metamorfismo de grau forte e é de grande valor diagnóstico o fato de se fornecerem novas paragéneses minerais típicas pela desintegração da muscovita, como: feldspato K + um mineral Al_2SiO_5 (andaluzita, sillimanita ou cianita); feldspato K + cordierita; Feldspato K + granada rica em Almandina".

Fotomicrografia V 1-A - Reação de biotita + quartzo produzindo sillimanita (fibrolita) + óxido de ferro. Muscovita primária com disposição sub-paralela aos cristais de biotitas - Mica-xistos do Grupo Macaúbas (Amostra NL-98) - obj. 10 x.

Fotomicrografia V 1-B - A mesma exposição da Fotomicrografia V 1-A, porém com nicóis cruzados - obj. 10 x. Presença de cordierita com halos pleocróicos de zircão.

Observando-se os mica-xistos do Grupo Macaúbas na porção oeste da região (a oeste de Itinga) e em áreas circunvizinhas constatou-se, petrologicamente, que invariavelmente estão presentes paragêneses como: feldspato K + sillimanita (fibrolita); feldspato K + cordierita; biotita + sillimanita (fibrolita); cordierita + feldspato K + cordierita; observa-se também, que a fibrolita se forma às expensas da biotita numa reação em que o óxido de ferro é um dos produtos. (fotomicro (fotomicrografias V.1. (A e B) e V.2.).

Fotomicrografia V.2. - Sillimanita (fibrolita) a partir da reação envolvendo biotita e quartzo-mica-xisto "Macaúbas" - Amostra NL-306 - Obj. 10x

A muscovita que aparece como mineral varietal é nitidamente secundária e pode muitas vezes ser confundida com sericitas mais desenvolvidas. Ocorre associada às zonas de sausrutização de plagioclásios e ortoclásios, acompanhando sericita e epidoto. Entretanto, em alguns locais mostram-se distribuídas sub-paralelamente aos cristais de biotitas (fotomicrografia V.1.A. e V.1.B).

Parecendo sugestivo, pelas evidências de campo (ver descrições de contato entre mica-xistos e "rochas granitoides" no item III)

Figura V. 11 . - Representação das Condições de P e T durante a Fase Metamórfica Principal que Afetou os Grupos Macaúbas e Salinas (curva MR). Todas as demais Curvas foram Compiladas em Turner (1981). Estabilidade dos Al_2SiO_5 Segundo HOLDAWAY (1971) Curva G representa P e T mínimas para o início da Fusão Granítica. Curva X representa o limite, tentativo, para a Estabilidade das Associações Naturais de Estaurolita-Cordierita. A=Andaluzita; Am=Almandina; Ch=Cloritóide; Co=Cordierita; K=Caolinita; KF=Feldspato Potássico; Ky=Cianita; Mo=Muscovita; P=Pirofilita; Q=Quartzo; St=Estaurolita; Sil=Silimanita. (retirado de PEDROSA SOARES et alii, 1984).

Fotomicrografia v . 3 - Coexistência de biotita, muscovita, sillimanita, cordierita, quartzo, ortoclásio - Granitóide, amostra NL-112. Nicóis cruzados - obj. 10 x.

Fotomicrografia V. 4 - Muscovita e quartzo em reação produzindo sillimanita (fibrolita) e ortoclásio. Granitóide, amostra NL-99. Nicóis cruzados Obj. 10 x.

e petrológicas, que a situação nas circunvizinhanças ao limite oeste das rochas granitóides demonstra uma mudança de metamorfismo de grau médio a grau forte através de reações do tipo:

A reação (a) se processa a pressões mais elevadas que 3,5 Kb ou se dá quando a biotita é muito rica em Fe (caso verificado em muitas lâminas observadas). A reação (b) se processa a pressões abaixo de 3,5 Kb. As duas reações podem ocorrer combinadas conforme relata WINKLER (1976).

Algumas evidências das reações acima descritas são mostradas nas fotomicrografias V.3. e V.5.

Com relação às condições de pressão e temperatura, a evidências de transição de grau médio a forte (mica-xistos "Macaúbas" e "rochas granitóides" da porção oeste da região) e as conclusões chegadas por PEDROSA SOARES (1984) para a região mais a oeste Figura V.11. ter-se-ia que admitir pressões da ordem de 6 a 7 Kb (supondo $\text{pH}_2\text{O} = \text{Pt}$) e temperaturas da ordem de 650°C a 700°C. Entretanto, nessas condições de P e T a associação cianita/sillimanita deveria estar presente, o que não foi verificado nas inúmeras lâminas estudadas. Por outro lado, considerando-se as experiências de ALTHAUS (1969, a e b, apud WINKLER, 1976), que constatou que a substituição de Al_2O_3 da sillimanita por apenas 0,5% de Fe_2O_3 , aumenta acentuadamente a pressão necessária para a sua transformação em cianita. Levando-se em conta, ainda, que o aparecimento de sillimanita (fibrolita), nas inúmeras lâminas estudadas (tanto nos mica-xistos como nos granitóides adjacentes) se dá por reações envolvendo diretamente biotitas com alto teor de ferro (Fotomicrografias V.1. e V.4.). Pode-se admitir que esta variedade de Al_2SiO_5 seja rica em ferro o que a torna estável a pressões bem mais elevadas do esperado teoricamente,

sem que haja coexistência, nestas condições, com a cianita. Acrescente-se que almandina e cordierita são observadas com muita frequência, e que a cordierita é estável mesmo em temperaturas elevadas. Com relação à Almandina, não foi possível observar claros cristais desse mineral em contato com cordierita, sillimanita e feldspato K.

É admitido, portanto, que as reações que evidenciam a mudança do grau médio para o grau forte, possam ter ocorrido em condições de pressões elevadas (acima de 3,5 Kb até 7 Kb) com pressão de H_2O igual à pressão total. Nessas condições pode e deve ter havido processos anatéticos importantes os quais originaram os migmatitos e granitos reconhecidos tanto nos mica-xistos como associados às "rochas granitóides". Os resíduos magmáticos, com muita água e elementos voláteis, deram origem aos pegmatitos abundantes nesta interfície de metamorfismo de grau médio e grau forte.

Presume-se que as condições de temperatura não devem ter ultrapassado $700^{\circ}C$, considerando-se as várias hipóteses e modelos de WINKLER (1976) MIYASHIRO (1973), TURNER (1981), ALTHAUS (1967, 1969 a,b, apud WINKLER, 1976), HOLDAWAY (1971) e outros.

Assim admite-se, pelas observações petrológicas feitas, que a mudança do metamorfismo de grau médio para grau forte, dar-se-ia através de uma faixa, de largura variada, aproximadamente NNE (pelo menos entre os paralelos 16° e 18° Lat.S) com limite oeste coincidindo, grosso modo, com o limite W da região abordada. Essa faixa adentra nos granitóides com pequena largura ao Sul (região Teófilo Otoni/Padre Paraíso) e com alargamento mais acentuado ao norte (região de Pedra Azul).

V.2.2. EVIDÊNCIAS DO METAMORFISMO DE GRAU FORTE

Discutiram-se as possíveis reações e condições que levam ao desaparecimento de muscovita em presença de quartzo e

feldspato no início do metamorfismo de grau forte. Essas reações são sempre possíveis quando a pressão de água é igual à pressão total. Entretanto, nos casos particulares em que a pressão de H_2O é bem inferior à pressão total, originam-se rochas, sob as condições de P e T de grau forte da "zona regional do hiperstênio".

Portanto o metamorfismo de grau forte pode ocorrer, nas condições favoráveis de P-T, sob dois casos distintos:

- . metamorfismo de grau forte com PH_2O aproximadamente igual à pressão de carga;
- . metamorfismo de grau forte com PH_2O muito baixa ou nula e pressão de carga média a alta.

No domínio de "rochas granitóides" e do Complexo Jequitinhonha, os estudos petrogenéticos (petrológicos, petroquímicos e observações de campo) revelaram a existência dos dois casos de metamorfismo de grau forte.

O primeiro caso, observado em lâminas estudadas no domínio das "rochas granitóides" e no das rochas do Complexo Jequitinhonha, reflete paragéneses minerais indicativas de metamorfismo de grau forte em condições de PH_2O igual a pressão de carga (Pt).

As rochas granitóides, (excluídos os granitos intrusivos pós-tectônicos e os granitóides anatexíticos) mostram como constituintes principais os seguintes minerais: quartzo (xenoblásticos, com extinção ondulante, fraturados, às vezes estirados segundo a laminação tecônica); feldspato-K (microclina, predominando sobre o ortoclásio, e é micropertítica, xenoblástica e às vezes imposta sobre a textura da rocha); ortoclásio (apresenta-se saussuritizado na maioria das vezes e está associado a biotita e fibrolita); cordierita (xenoblásticas, granulares e venulares, às vezes pinitizada, podendo conter fibrolitas, opacos e halos pelocrônicos do zircão); plagioclásio (variedade mais frequente é o oligoclásio, quase sempre saussuritizado); biotita (variedades com muito ferro). Exibe localmente alterações para clorita e está envolvida em reações

produzindo fibrolitas. Frequentemente mostra inclusões de zirconita com halos pleocróicos, em alguns casos participa de reações produzindo granada-almandina; sillimanita (apresenta-se mais comumente em cristais aciculares primários estreitos e alongados, exibindo sericitizações em alguns casos, e em cristais retangulares, coexistem com biotitas mostrando reações incompletas a partir dessas onde comumente produzem, também, óxido de ferro); granada (localmente muito frequente, e noutros casos completamente ausente a variedade predominantemente identificada é almandina); os acessórios principais são: zircão (inclusive em várias fases minerais, frequentemente observado, produzindo halos pleocróicos em biotitas e cordieritas); sericita (ocorre como massa na saussuritização de feldspatos K e plagioclásios); epidoto (aparece em algumas lâminas onde o retrometamorfismo é bem pronunciado); apatita (frequente na maioria das rochas granitóides, é geralmente representada por cristais prismáticos bem formados).

O Complexo Jequitinhonha, por englobar rochas diversas como gnaisses bandados, gnaisses leucocráticos, gnaisses grafitosos e quartzitos, mineralógicamente mostram composição de acordo com seus litossomas. Entretanto discutir-se-á aqui a composição mineralógica dos gnaisses bandados e das rochas cálcio-silicáticas a eles associados. Como já foi discutido anteriormente, no metamorfismo progressivo a tendência é ocorrer uma uniformização na composição mineralógica das rochas envolvidas. Assim os gnaisses bandados apresentam praticamente a mesma mineralogia das rochas granitóides, (salvo nos casos de gnaisses grafitosos e anfibolíticos), mostrando apenas diferenças texturais passando de texturas granoblásticas (nas rochas granitóides) para granolepidoblásticas e granonematoblásticas (nas do Complexo Jequitinhonha) (Fotomicrografias V.5., V.6., V.7., V.8., V.9. e V.10). Por outro lado as rochas cálcio-silicáticas já mostram composições mineralógicas bastante distintas. De um modo geral essas rochas são representadas por anfibólio (normalmente tremolita), piroxênio (frequentemente augita), titanita, opacos e apatita. São comuns as soluções sólidas de anfibólio no

Fotomicrografia V. 5 - Sillimanita a partir da reação de biotita e quartzo em coexistência com cordierita mostrando halos pleocrômicos do zircão - gnaisses do Complexo Jequitinhonha, amostra NL-132 A - Nicóis cruzados - Obj. 10 x.

Fotomicrografia V. 6 - Sillimanita associada a sericita em cordierita e feldspato. Gnaisse do Complexo Jequitinhonha, amostra AG-26. Nicóis cruza dos. Obj. 10 x.

Fotomicrografia V. 7 - Cordierita apresentando halos pleocrômicos (zircão), com biotitas e pequenos cristais de fibrolita a partir de reações envolvendo biotita e quartzo. Textura granolepidoblástica - Complexo Jequitinhonha, amostra NL-130. Obj. 10 x.

Fotomicrografia V. 8 - Evidencia a situação apresentada na Fotomicrografia V. 7, sob nicóis cruzados, girando-se a platina de 45° (para identificar melhor o zircão na cordierita). Obj. 10 x. Nicóis cruzados.

Fotomicrografia V. 9 - Cordierita, com halos pleocrômicos do zircão, sericitizada. Mostra cristais de fibrolita. Gnaisses do Complexo Jequitinhonha, amostra AG-14 (norte de Pedra Azul). Nicóis cruzados. Obj. 25 x.

Fotomicrografia V. 10 - Cordierita com halo pleocrômico do zircão. Alguns cristais aciculares de sillimanita (fibrolita). Gnaisses do Complexo Jequitinhonha, amostra NL-325-D. Nicóis cruzados. Obj. 10 x.

piroxênio. O quartzo e o feldspato quando presente são nitidamente neoformados, às vezes preenchendo fraturas da rocha. A textura mais comum é a granolepidoblástica.

Petrogeneticamente, as rochas das duas unidades acima descritas ("rochas granitóides" e Complexo Jequitinhonha) mostram paragêneses com coexistência de quartzo-sillimanita-cordierita-ortoclásio-almandina e biotita (metamorfismo regional de grau forte). Os feldspatos são constituintes maiores (chegando a 50-55%), sem muscovita primária associada a quartzo e feldspato, texturas cristaloblástica, principalmente granoblásticas, e suas variedades. Nos granitóides a estrutura é maciça a cataclástica enquanto que no Complexo Jequitinhonha é frequentemente gnaíssica.

Assim podem ser identificadas, no domínio do Complexo Jequitinhonha, as seguintes rochas: quartzo-plagioclásio-biotita-granada-cordierita-gnaisses; quartzo-plagioclásio-biotita-sillimanita-cordierita-gnaisses; cordierita-biotita-granada-gnaisses quartzo-biotita-grafita-gnaisses; e outras que localmente são caracterizadas como granoblastitos segundo WINKLER (1976) (como exemplo pode-se citar os afloramentos NL-330, NL-53A entre outros). Localmente essas rochas podem ser designadas como gnaisses kinzigíticos por mostrarem semelhanças com os gnaisses descritos por FISCHER (1860, apud MENERT, 1971). As reações possíveis para explicar as paragêneses verificadas são aquelas referidas na seção "Evidências da Mudança do Metamorfismo de Grau Médio para Grau Forte". Ainda é possível perceber localmente a passagem de muscovita a sillimanita (Fotomicrografias V.11. e V.12.) (amostra AG 39, a sul de Almenara). No domínio das "rochas granitóides", são identificadas rochas de composição semelhante as já descritas para o Complexo Jequitinhonha, entretanto a estrutura gnaíssica praticamente inexistente. Apresentam estruturas maciças ou foliadas por cataclasamento. Dessa forma reconheceram-se quartzo-plagioclásio-cordierita-sillimanita-granitóides; biotita-quartzo-sillimanita-granitóides; quartzo-granada-biotita-granitóides; quartzo-plagioclásio-granitóides; etc.

Fotomicrografia V . 11 - Cristal de sillimanita a partir de muscovita, em gnaisses do Complexo Jequitinhonha. Sul de Almenara, amostra AG-39. Obj. 10 x.

Fotomicrografia V. 12 - A mesma exposição da Fotomicrografia V. 11 porém com nicóis cruzados. Plagioclásio sanuritizado.

O segundo caso se refere aos corpos de rochas charnockíticas que ocorrem restritamente em alguns sítios como Padre Paraíso, Nanuque/Carlos Chagas, Teófilo Otoni, Medeiros Neto. Trata-se de rochas que podem caracterizar a "zona metamórfica de grau forte a hiperstênio". Estes charnockitos são geralmente de grã grossa, com estruturas porfiroblásticas isotrópicas, que ao microscópio mostram textura granoblásticas às vezes cataclásada com uma acentuada neocristalização da fase quartzo-feldspática.

O corpo circular de Padre Paraíso mostra uma mineralogia composta de biotita (rica em ferro e com níveis cloritizados); feldspato cálcico; hornblenda; sillimanita (fibrolita a partir de biotitas); hiperstênio (com alteração para hematita); piroxênios não identificados (com alterações para anfibólios); sericita e muscovita (como alteração de feldspato em saussuritização); microclina (claramente superposta a textura original da rocha); apatita (em cristas anédricos), clorita (como produto de alteração de biotita); zircão e carbonatos (nas zonas de saussuritização de feldspatos). Acredita-se que a fase de neocristalização quartzo-feldspática tenha alterado a textura e a mineralogia original da rocha que mostra evidências de verdadeiro granulito-charnockítico (Fotomicrografias v.13, v.14 e v.15).

Nos corpos da Região Nanuque/Carlos Chagas, podem ser observados lentes de rochas quartzo-feldspáticas associadas aos charnockitos. Uma dessas lentes num afloramento na rodovia que liga Carlos Chagas a Nanuque (ponto MR-125B do Projeto Jequitinhonha), "foi caracterizado como verdadeiro granulito ou leptinito" (FONTES et alii, 1978). Caracteriza-se por apresentar textura granoblástica, equigranular, grã grosseira, constituída de quartzo, plagioclásio, microclina, granada, biotita, muscovita (produto de alteração da biotita), sericita e carbonatos (nas zonas de saussuritização) (FONTES et alii, 1978). Observando-se as descrições petrológicas feitas por esses autores, poderia tratar-se de granoblastito por não conter hiperstênio. Duas amostras coletadas a sul desse ponto, descritas para a presente tese, revelaram contudo que é possível se identificar hiperstênio, hornblenda (comumente hastingsita e ferro-

Fotomicrografia V . 13 - Hiperstênio com reação para hematita, mostrando extinção paralela. Charnockito de Padre Paraíso, amostra NL-304 B. Nicóis cruzados. Obj. 10 x.

Fotomicrografia V . 14 - Hiperstênio com reação para hematita. Giro de 45° em relação a posição da Fotomicrografia V . 13, mostrando as cores de interferência. Nicóis cruzados. Obj. 10 x.

Fotomicrografia V..15 - Hiperstênio com reação para hematita, biotita com reação para fibrolita. Quartzo (acima) e plagioclásio (abaixo). Charnockito de Padre Paraíso, amostra NL-304.B. Obj. 25 x

hastingsita) oligoclásio, andesina, quartzo, microclina (neoformada), albita (em zonas de albitização de plagioclásios), plagioclásios, biotita (rica em ferro) e granada (afloramento NL-335A+B). Observam-se texturas granoblásticas e estruturas maciças. Possivelmente, trata-se de granolitos charnockíticos (segundo a classificação de WINKLER, 1976).

Os corpos charnockíticos a leste de Teófilo Otoni, a julgar pelos dados de campo e as informações petrográficas de FONTES et alii (1978) e os estudos petrológicos (embora em apenas 4 lâminas delgadas de dois afloramentos NL-331 e NL-332), desenvolvidos pelo presente autor mostram características petrológicas semelhantes com os charnockitos de Padre Paraíso. A mineralogia geral mostra uma constituição com quartzo, plagioclásio, piroxênio, (enstatita e hiperstênio, este último alterando-se para hematita, às vezes bronzita), hornblenda, granada, biotita, apatita, zircão, sericita, carbonato, opacos e muito raramente rutilo. Apresentam estrutura porfiroblástica com foliação por cataclase e a textura predominante é granoblástica. Devido as paragêneses hiperstênio-hornblenda-biotita-granada-plagioclásio, e a textura granoblástica, é sugestivo sua classificação como "granolito charnockítico" (de acordo com WINKLER, 1976).

Os de Medeiros Neto mostram estruturas porfiroblásticas e a textura predominante é granoblástica. Entretanto nas lâminas estudadas não foi possível caracterizar paragênese mineral que possa ser sugestiva de rocha da zona do hiperstênio. Estas rochas são constituídas em geral de quartzo xenoblástico com extinção ondulante, plagioclásio verde, também xenoblástico (identificou-se alguns plagioclásios como andesina), microclina xenoblástica com macla polissintética, granada com contornos irregulares, alguma biotita as vezes alterando-se a muscovita/sericita. Estão em contato os minerais quartzo-andesina-granada e biotita. Dada a textura granoblástica, ausência de muscovita primária e a paragênese observada é possível que se trate de granoblastitos (afloramentos NL-42A, NL-46A e NL-49A).

Portanto estas duas classes de rochas metamórficas evidenciadas nestes dois casos sugerem o metamorfismo de grau forte. Uma sob condições de PH_2O próxima ou igual a Pt (pressão de carga) e a outra de PH_2O muito baixa ou nula e Pt (pressão de carga) média a alta.

V.2.2.1. Hipótese para coexistência de rochas de grau forte ... sob condições de $\text{PH}_2\text{O} = \text{Pt}$ e $\text{PH}_2\text{O} \neq \text{Pt}$

Duas hipóteses serão aventadas para explicar a coexistência de rochas metamórficas de grau forte formadas sob condição de pressão d'água aproximadamente igual a pressão de carga e sob condições de pressão d'água muito baixa ou nula e pressão de carga média a alta.

Uma das hipóteses é aquela em que admite-se o metamorfismo progressivo sobre rochas originalmente secas coexistindo com rochas com água onipresente em grandes quantidades.

A outra é aquela em que a região é considerada polimetamórfica sofrendo pelo menos dois eventos metamórficos de grau forte, em condições distintas.

Na primeira hipótese deve-se ter em mente que as evidências da mudança do metamorfismo do grau médio para o grau forte se deu através de reações onde $\text{PH}_2\text{O} = \text{Pt}$. Nessas condições ocorrem processos anatexíticos com aparecimento de rochas granitóides, migmatitos e pegmatitos, além da grande maioria das rochas de grau forte que ocorrem envolvendo as rochas charnockíticas (sugeridas como representantes dos equivalentes metamórficos da zona do hipertênio). Ora, uma situação como esta tem uma sustentação frágil, visto que o metassomatismo pela ação da água liberada no processo metamórfico foi intenso e deveria afetar aqueles pacotes de rochas secas com o metamorfismo ocorrendo sob condições de pressão d'água igual ou próxima à pressão de carga. Atuação desse metassomatismo é evidenciado pelo alto teor de K_2O que estas amostras apresentam quando comparado com aquelas de granolitos básicos (compare os dados

geoquímicos das amostras NL-304 e NL-305 com o Quadro V.11. retirado de WEAVER (1980). Este autor, estudando terrenos de grau forte na localidade de Palavaram, cidade de Madras, Tamil Nadu, sudoeste da Índia conclui que os granulitos silicosos (charnockitos) com alto teor de K_2O são gerados a partir de rochas que sofreram metassomatismo potássico numa fase pré-metamorfismo do fácies granulítico. Essa conclusão é fundamentada na história evolutiva desses terrenos que mostram a formação de pegmatitos e processos anatexíticos que precede a do metamorfismo de grau forte. A semelhança geoquímica dos

Quadro V.11. Análises Geoquímicas de Granulitos Básicos e Granulitos Charnockíticos de Palavaram

Granulitos Básicos							Charnockitos						
	MP91	MP88	MP43	MP27	MP21	MP11	MP45	MP50	MP24	MP14	MP36	MP17	
SiO ₂	49,2	49,2	49,7	49,3	50,7	52,0	73,7	72,7	74,8	70,6	69,6	76,0	
TiO ₂	0,25	0,91	1,23	1,53	1,72	1,69	0,34	0,58	0,23	0,28	0,29	0,29	
Al ₂ O ₃	6,6	13,7	12,2	12,2	13,0	14,0	13,3	13,0	12,7	14,7	14,8	12,3	
Fe ₂ O ₃	11,52	11,68	14,84	17,24	17,79	19,30	3,43	5,71	3,23	1,95	2,44	3,04	
MnO	0,20	0,19	0,20	0,22	0,20	0,22	0,06	0,09	0,03	0,02	0,03	0,03	
MgO	22,00	7,10	7,41	7,10	5,17	4,32	0,89	0,75	0,76	0,96	1,24	0,87	
CaO	8,24	14,20	9,95	9,81	8,61	4,33	1,43	2,28	0,71	1,26	1,63	1,56	
Na ₂ O	1,08	1,55	2,45	2,26	3,10	3,53	3,20	3,16	2,99	2,42	2,68	1,77	
K ₂ O	0,20	0,11	0,85	0,68	0,78	0,82	3,41	2,26	4,26	7,29	6,23	3,85	
P ₂ O ₅	0,03	0,08	0,14	0,18	0,24	0,21	0,07	0,11	0,03	0,10	0,07	0,03	
Total	99,29	98,72	98,97	100,53	100,31	100,43	99,83	100,64	99,75	99,58	99,02	99,75	

charnockíticos de Palavaram com os charnockitos da região em pauta é muito estreita (observar os dados geoquímicos). Entretanto os dados de campo, petrológicos e petroquímicos parecem indicar que o enriquecimento em K_2O ocorreu durante o último evento metamórfico de grau forte ou na fase de microclinização pós-metamórfica.

De qualquer forma não se pode descartar esta primeira

hipótese principalmente porque as paragêneses da zona do hiperstênio não são sempre observadas nessas rochas charnockíticas.

A segunda hipótese, com base no exposto acima e considerando-se mecanismos de metamorfismo discutidos anteriormente para a região, parece mais aceitável. Acrescente-se o fato que para sul estas rochas tornam-se mais frequentes constituindo o denominado Complexo Juiz de Fora e suas paragêneses de fácies granulito são mais claras. CORDANI et alii (1973) e CORDANI & TEIXEIRA (1979) investigando rochas desse complexo na região de Juiz de Fora concluíram que as rochas charnockíticas (pertencentes ao Complexo Juiz de Fora) são arqueanas, afetadas pelo Ciclo Transamazônico. Os dados geocronológicos e isócronas Rb/Sr para charnockitos de Padre Paraíso mostram idades brasileiras. Com base na geocronologia parece mais correto admitir-se a hipótese de polimetamorfismo com pelo menos duas fases de metamorfismo de grau forte. Uma ocorrida em tempos transamazônicos ou até mesmo arqueano, gerando granulitos característicos da "zona do hiperstênio". Os charnockitos da região representam relictos dessas rochas. Outra ocorrida num regime tectono-termal em presença de água que impôs paragênese de grau forte em condições de $\text{PH}_2\text{O}=\text{Pt}$ transformando quase todas as rochas granulíticas então existentes. No entanto, foram preservados alguns relictos com transformações metassomáticas (pelo menos naqueles corpos na porção sul da região aqui considerada).

V.2.3. METAMORFISMO, EM REGIME TECTÔNICO DÚTIL, NO COMPLEXO ITAMBÉ E EM ROCHAS DO ARQUEANO INDETERMINADO

As investigações de campo e os estudos em seções delgadas revelam uma fase de cisalhamento intenso para as rochas do denominado complexo Itambé e para aquelas consideradas como pertencentes ao Arqueano Indiferenciado.

De um modo geral, com base nas lâminas delgadas estudadas, as paragêneses metamórficas indicam uma fase de mudança de

metamorfismo de grau médio para grau forte (Fotomicrografias V .16 e V .17). Entretanto é difícil estabelecer-se paragêneses claras tendo em vista o intenso cisalhamento das rochas com neocrystalização quartzo-feldspática em provável regime de metassomatismo com aporte de material por soluções fluídas.

Uma das características petrogenéticas mais relevantes, na opinião do autor, refere-se ao intenso desenvolvimento de fibrolitas ao longo dos planos de cisalhamento da rocha. Este fato é constatado tanto em metaconglomerados, gnaisses e mica-xistos do complexo Itambê, como em rochas do considerado Arqueano Indiferenciado. Em algumas lâminas foi possível perceber-se reações a partir de biotitas para sillimanita (normalmente produzindo, também, óxido de ferro). Zonas de milonitos e ou filonitos não foram estudadas em seções delgadas, entretanto foram detectadas nas investigações de campo. As fotomicrografias V..18, V ,19, V .20 e V 21 mostram estas

Fotomicrografia V. 22. Fraturamento de grãos minerais segundo uma direção que trunca a orientação principal de minerais planares, biotitas. Gnaiss-biotítico do complexo Itambê, amostra NL-316. Nicóis cruzados. Obj. 2,5 x

Fotomicrografia V. 16 - Reações de biotita mais quartzo produzindo sil
limanita e feldspato. Gnaiss do complexo Itambê, amostra NL-96 B.
 Obj. 10 x.

Fotomicrografia V. 17 - A mesma exposição da Fotomicrografia anterior
 com nicóis cruzados. É possível que alguns cristais com halos sejam
 cordierita.

Fotomicrografia V. 18 - Cisalhamento com desenvolvimento de fibrolitas nos planos dessa foliação. Metaconglomerado com matriz gnaissificada do Complexo Itambê, amostra NL- 96. Obj. 2,5 x.

Fotomicrografia V. 19 - Desenvolvimento de fibrolitas ao longo de foliações geradas por cisalhamento. Matriz gnaissificada de metaconglomerado da amostra NL-96. Nicóis cruzados. Obj. 2,5 x.

Fotomicrografia V. 20 - Fibrolitas com desenvolvimento preferencial ao longo de foliações geradas por cisalhamento. Metaconglomerado do complexo Itambê, amostra NL-96. Obj. 10 x.

Fotomicrografia V. 21 - Fibrolitas com desenvolvimento preferencial ao longo de foliações geradas por cisalhamento. Metaconglomerado do complexo Itambê, amostra NL-96. Nicóis cruzados. Obj. 10 x.

zonas de cisalhamento com desenvolvimento intenso de fibrolitas. Note que na Fotomicrografia V.22 o cisalhamento trunca claramente a orientação mineral dada por cristais de biotitas.

V.2.4. METAMORFISMO RETROGRADO E METASSOMATISMO

Quase todas as rochas estudadas mostram algumas evidências sugestivas de retrometamorfismo, mas são nas rochas granitóides e nas charnockíticas que se constata reações de retrometamorfismo e metassomatismo incontestáveis. Alguns exemplos desse processo são retratadas nas Fotomicrografias V.23., V.24., V.25., V.26., V.27., V.28., V.29., e V.30. e nas outras já referidas.

Em todas as lâminas delgadas estudadas a saussuritização de plagioclásios e feldspatos (com várias exceções em microclinas neoformadas, devido a sua resistência ou neoformação posterior ao retrometamorfismo) é sempre verificado com formação de sericitas, clinozoisitas, carbonatos e epidoto. Na maioria dessas lâminas pode ser observado a alteração de biotitas para cloritas e, mais raramente para muscovitas. Esta cloritização de biotitas às vezes é bem acentuada e noutros casos é muito fraca, evidenciada pela cor de polarização. Nos charnockitos ocorrem, também, reações de hornblenda para tremolita e hiperstênio para hematita.

O metassomatismo é evidenciado pela microclinização, em cristais xenomórficos neoformados que se superpõem sobre a textura pré-existente, sem deformá-la, em alguns casos substituindo plagioclásios e pela neocristalização de albitas às vezes em cristais xenomórficos e noutros como aureólas de albitização em plagioclásios. Nos gnaisses bandados da região de contato com granitóides foi constatado o metassomatismo com aporte de K e Na. Esta constatação foi feita caracterizando-se inicialmente, bandas de neocristalização de microclina e ou albita, e bandas circunvizinhas sem neocristalização, significativa, desses minerais (por exemplo: amostras NL-132A e

Fotomicrografia V. 23 - Biotitas com cor de polarização evidenciando a alteração para cloritas. Sansuritização de feldspatos com formação de sericitas e epidoto. Granitóide, próximo a Itaobim, amostra NL-100. Nicóis cruzados. Obj. 10 x.

Fotomicrografia V. 24 - Biotitas com coloração de alteração, que a nicóis cruzados (fotomicrografia V. 23) evidência uma cloritização. Sericitas e muscovitas com habitus da fibrolita. Estas características mostram a fase de retrametamorfismo. Amostra NL-100. Obj. 10 x.

Fotomicrografia V. 25-Microclina englobando feldspato-K saussuritizado. A microclina é neoformada. Granitóide próximo de Itaobim, amostra NL-101 A. Nicóis cruzados. Obj. 2,5 x.

Fotomicrografia V. 26 - Biotita cloritizada e plagioclásio saussuritizado. Granitóide próximo de Itaobim, amostra NL-101 B. Nicóis cruzados. Obj. 10 x.

Fotomicrografia v. 27 - Sillimanita (fibrolita) a partir da reação de biotita mais quartzo. Sericitas com habitus da fibrolita formadas durante a fase de retrorretrometamorfismo. Granitóide a leste de Itaobim, amostra NL-104. Nicóis cruzados. Obj. 10 x.

Fotomicrografia v. 28 - Fibrolitas formadas às expensas de biotitas com alto teor de ferro, dando como produto, também, óxido de ferro. Sericitas com habitus da fibrolita. Amostra NL-104. Luz Natural. Obj. 10 x.

Fotomicrografia V. 29 - Microclina neoformada englobando plagioclásio com auréola de albititização. Sericitas com habitus de fibrolitas. Granitóide próximo a Itinga (no contato com mica-Xistos do Grupo Macaúbas), amostra NL-99. Nicóis cruzados. Obj. 10 x.

Fotomicrografia V. 30 - Sillimanita, quartzo e feldspato em coexistência. Sericitização de cristais aciculares de sillimanita. Gnaiss do Complexo Jequitinhonha, sul de Almenara, amostra AG-39. Nicóis cruzados. Obj. 10 x.

NL 132B, e NL-312A e NL-312B). Os dados geoquímicos dessas amostras quando apresentados em diagramas $\frac{Al}{3} - K \times \frac{Al}{3} - Na$ (La Roche) e $(\frac{Al + Fe + Ti}{3} - K) \times (\frac{Al + Fe + Ti}{3} - Na)$ (Moine) plotam-se em domínios distintos. As bandas sem aporte significativo de K e Na situam-se no domínio das grauvas ou próximo delas (pode ter ocorrido remoção de K e Na?) e as bandas com neocrystalização intensa, de microclina e ou albita plotam-se em domínios ricos em K e ou Na conforme a intensidade e natureza da neocrystalização. Tal metassomatismo deve ser entendido do tipo em que a água é o agente de transporte.

VI. ESTUDOS GEOCRONOLÓGICOS

As análises radiométricas fornecem dados numéricos que são fundamentais para a definição de idades de certos sistemas da crosta terrestre. Assim os resultados numéricos das investigações radiométricas são interpretados levando-se em consideração a significação física da metodologia empregada, associado ao "significado" geológico.

Em sistemas onde a evolução geológica é complexa, torna-se imprescindível que as interpretações cronológicas sejam precedidas ou acompanhadas de estudos detalhados de sua petrogênese. Só assim poder-se-á aquilatar o verdadeiro significado geológico dos números radiométricos obtidos. Desta forma aos números obtidos procurar-se-á dar o significado geológico mais exato possível.

Nos capítulos antecedentes pode-se perceber a complexidade geológica na evolução dos vários sistemas rochosos abordados.

Os litossomas que aqui foram analisados radiometricamente, também o foram estudados petroquímica e petrogeneticamente.

Dispõem-se, entretanto, de um grande número de dados radiométricos (alguns publicados e outros fornecidos pelo Laboratório de Geocronologia da USP) e algumas interpretações geocronológicas feitas por outros autores. Esses dados serão avaliados e analisados num item precedente àquele que tratará da interpretação dos dados obtidos exclusivamente para essa tese. Tal procedimento justifica-se visto os primeiros corresponderem a dados de amostras de afloramentos que por falta de trabalhos petrogenéticos específicos por parte do presente autor, no local exato da amostragem, levam a interpretações, na maioria das vezes, de caráter especulativo. Naqueles casos em que tais dados já foram interpretados por outros autores cabe apenas a citação como estudos geocronológicos pré-existentes.

VI.1. AVALIAÇÃO E TENTATIVA DE INTERPRETAÇÃO DE DADOS RADIOMÉTRICOS E SÍNTESE DA GEOCRONOLOGIA, PRÉ-EXISTENTES DA REGIÃO

Os quadros VI.1.1. e VI.1.2. (APÊNDICE, anexo) fornecem dados radiométricos Rb/Sr e K/Ar, respectivamente, da região aqui abordada e a Figura VI.1. fornece a distribuição destes dados. Referem-se a dados inéditos e publicados, disponíveis no Laboratório de Geocronologia da USP. Como grande parte do levantamento desses dados foi feito em 1979 é possível que se disponha de novos dados (como os da presente tese) e que alguns inéditos já tenham sido publicados. Na coluna Referência é feita a citação bibliográfica do seu(s) respectivo(s) autor(es).

Os dados radiométricos disponíveis (Quadro VI.1.2.) no domínio do Cráton do São Francisco (porção NE da região) são todos obtidos pelo método K/Ar e representam a idade de resfriamento abaixo de uma dada temperatura de acordo com o sistema analisado. Das 12 (doze) determinações (nº de ordem; 7, 8, 9, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 e 26) apenas duas referem-se a granulitos (nº de ordem; 19 a 24) e correspondem a análise de sistemas minerais, biotita (24) e anfibólio (19) com idades de 2.446 ± 80 m.a. e 2.579 ± 47 m.a., respectivamente, revelando-se idades de resfriamento, situando-se no limite superior do éon Arqueano. Três outras amostras, uma em diabásio (nº de ordem 26) próxima de Una, outra em granitóide (nº de ordem 21) e a terceira em anfibolito (nº de ordem 20) revelaram idades de 1.732 ± 34 m.a. (RT), 1.603 ± 20 m.a. (anfíbólio) e 1.749 ± 89 m.a. (anfíbólio), respectivamente, indicando idades de resfriamento pós Transamazônico. A idade da amostra de nº de ordem 26 (diabásio) sugere épocas tectônicas com contribuição magmática. As restantes idades K-Ar referem-se a quatro análises em diabásios com idades de resfriamento em torno de 1.000 m.a. (nº de ordem: 25, 23, 22 e 8), e seis determinações em rochas alcalinas com idades de 363 ± 4 m.a. até 772 ± 24 m.a. As idades K/Ar (RT) com valores extremamente baixos como de 363 ± 4 m.a. e 377 ± 5 m.a. (nº de ordem 9) devem ser devidas a perda de argônio a baixas temperaturas, sem significado geológico.

Fig. VI.1-DISTRIBUIÇÃO DAS DETERMINAÇÕES K-Ar e Rb-Sr, PRÉ-EXISTENTES, NA REGIÃO NORDESTE DE MINAS GERAIS E SUL DA BAHIA.

LEGENDA

pEgp	Grupo Rio Pardo	pEcj	Complexo Jequitinhonha
pEal	Rochas Alcalinas do Sul da Bahia	pEgr	Rochas Granitoides
pEmb	Grupo Macaúbas	pEch	Rochas Charnockíticas
pEci	Complexo Itambé	pEcg	Complexo Migmatito-Granulítico da Bahia
pEggr	Complexo Gnáissico-Granítico		Granitos Intrusivos
Determinações K-Ar		Determinações K-Ar / Rb-Sr
+	Determinações Rb-Sr		

As outras determinações referem-se a rochas que muito provavelmente foram intrudidas em fraturas e ou falhas cisalhantes (transcorrentes) na zona marginal do craton, conforme já referido no item Geologia Estrutural. Três outras determinações em rochas alcalinas, uma (nº de ordem 31) no limite entre a faixa marginal do craton e o Cráton do São Francisco (sistema de falhas transcorrentes Itapebi/Itororô) e outras duas no complexo alcalino de Itarantim (nº de ordem 40), já na faixa tectônica marginal do craton, mostram idades de resfriamento de 429 ± 22 m.a., 529 ± 23 m.a. e 543 ± 15 m.a., sendo possível a formação dessas rochas condicionadas ao sistema possível a formação dessas rochas condicionadas ao sistema de cisalhamento dútil no Ciclo Brasileiro.

Ainda no domínio cratônico, apesar de modelos de alguns autores divergirem da opinião aqui apresentada, ocorrem rochas sedimentares depositadas em regime de bacia intracratônica (Bacia do Rio Pardo). Essas rochas apresentam idades (isocrônas Rb/Sr) entre 470 ± 125 m.a. (CORDANI & IYER, 1976) e 630 ± 170 m.a. (CORDANI, 1973), com razões iniciais 0,708 e 0,724, respectivamente (Figura VI.1.1.). A razão inicial da isôcrona de 470 m.a. (0,724), segundo CORDANI & IYER (1976), indica a existência de um intervalo de 100 a 200 m.a. entre a deposição dos sedimentos e o fechamento dos sistemas. Isto daria uma idade de 670 a 570 m.a. para a deposição do Grupo Rio Prado. BRITO NEVES (apud PEDREIRA, 1979) entretanto, com base nesta razão inicial, enfoca que a idade de sedimentação pode ser anterior a 670 m.a..

Figura VI.1.1.
Diagramas Iso-
crônicos de Re-
ferência dos
Metassedimen-
tos do Grupo
Rio Pardo (re-
tirado de COR-
DANI, 1973).

Na região que convencionou-se denominar de "Domínio Estrutural Marginal ao Cráton" (item IV. da Geologia Estrutural) percebe-se deformações com dobramentos superpostos e uma fase de cisalhamento cisalhamento, marcadamente frequente, com xistosidades subverticais penetrativas que cisalham grãos minerais. Este domínio abrange rochas do denominado "Arqueano Infiferenciado". Determinações radiométricas K-Ar (nº de ordem 3, 15, 16, 17, 47, 48, 50, 52, 53, 54, e 59 - distribuídas, nessa ordem, desde NW de Itambé, passando por Itapetinga, até a região de Itapebi/ Itapetinga), revelam idades de resfriamento em torno de 450 m.a., comprovando a atuação termal intensa do Ciclo Brasileiro. Para esta região os dados Rb/Sr mostram idades convencionais desde 4.000 m.a. (nº de ordem 4), a NW de Itambé, até 1.000 m.a. (nº de ordem 51) em Itapebi. Entretanto são números que carecem de maiores estudos petrogenéticos e geocronológicos para as devidas interpretações. Entretanto, procurou-se definir isocronas de referência para determinações radiométricas (nº de ordem 4, 5 e 6) de rochas amostradas em três afloramentos a cerca de 20 km a NNW de Itambé. A Figura VI.1.2. mostra os Diagramas Isocrônicos de Referência para essas rochas indicando dois valores de idades. Um de 2.918 m.a. ($R_0 = 0,7218$) e outro de 1.194 m.a. ($R_0 = 0,7450$). As isócronas obtidas são de péssima qualidade (alta dispersão dos pontos) e não se dispõe de dados petrogenéticos das amostras analisadas.

Figura VI.1.2! - Diagramas Isocrônicos de Referência para Rochas a NNW de Itambé.

Portanto, parece prematuro concluir que tais números, tanto os convencionais como os isocrônicos, tenham algum significado geológico em termos de idades de eventos geodinâmicos. Parece mais cauteloso admitir-se como números intermediários entre idades de eventos Arqueanos e ou de Proterozóico Inferior e as transformações, com abertura parcial dos sistemas, ocorridas no Ciclo Brasileiro.

No domínio do complexo Itambé 10 (dez) determinações Rb/Sr, em RT, isoladas mostram idades convencionais, considerando a razão inicial de 0,705, com valores entre 1.600 m.a. até 570 m.a. (nº de ordem: 10, 11, 12, 13, 14, 34, 35, 36 e 37 e 38). Representam amostras de xistos, gnaisses e granitóides. Duas amostras com determinações K/Ar (nº de ordem: 32 e 33) em biotita-xistos, analisando o sistema biotita, indicam idades de 509 ± 9 m.a. (32) e 441 ± 23 m.a. que representam idades de resfriamento do sistema abaixo de $\pm 250^{\circ}\text{C}$. As idades convencionais Rb/Sr não permitem uma correta interpretação de seus significados geológicos, visto que desconhece-se os sistemas analisados e que aparentemente trata-se de rochas desfavoráveis a obtenção de idades convencionais.

A Figura VI.1.3. representa um Diagrama Isocrônico de Referência onde foram plotados resultados analíticos de duas amostras de granito fino próximos de Jordânia (nº de ordem: 42 e 43). A isócrona obtida revela uma idade de 1.000 m.a. e razão inicial relativamente baixa (0,704) para rochas dessa natureza. Fica extremamente difícil, com apenas dois pontos analíticos e o desconhecimento da petrogênese das amostras analisadas, fazer qualquer tipo de consideração sobre o significado geológico desses resultados. Determinações Rb/Sr de três afloramentos (nº de ordem 49, 50 e 51), nas proximidades de Itapebi, em gnaisses e migmatitos, fornecem um Diagrama Isocrônico de Referência com idade de 1.257 m.a. e razão inicial de 0,705 (Figura VI.1.4). Note que as quatro determinações de amostras do afloramento de nº de ordem 51 e as três, de migmatito, de nº de ordem 49 plotam-se muito próximas da origem, enquanto que as duas determinações de amostras do afloramento de número 50 (afloramentos distantes aproximadamente 5 km um do outro)

Figura VI.1.3. - Diagrama isocrônico de referência para rochas graníticas dos arredores de Jordânia - MG e migmatitos de Itapebi - BA.

plotam-se, separadas uma da outra, bem distantes da origem. O diagrama obtido é altamente discutível, é possível admitir-se outras inclinações da isócrona. Desconhecendo os processos geológicos ocorridos em cada sistema analisado, pode-se apenas sugerir duas hipóteses:

- o valor de 1.257 m.a. corresponde a idade de metamorfismo e anatexia dessas rochas; e
- o valor de 1.257 m.a. não tem significado geológico de idade, sendo um número intermediário entre a idade do metamorfismo principal da rocha e a abertura do sistema durante o ciclo Brasileiro.

No Grupo Macaúbas, região de Itinga, SÁ & KAWASHITA (1976) e SÁ (1977) obtiveram uma isócrona de referência para os xistos, interpretada por esses autores como idade de metamorfismo que processou-se a cerca de 659 ± 40 m.a. e R_o de 0,712. A Figura

VI.1.5. mostra os pontos analíticos num diagrama isocrônico de referência com idade de 564 m.a. e $R_0 = 0,718$ quando considerado $\lambda = 1,42 \times 10^{-11}$ anos⁻¹. SÃ (1977) datou os granitos da região de Araçuaí com isócrona Rb/Sr, possivelmente de referência, em 519 ± 6 m.a.. São granitos pós-tectônicos, intrudidos nos xistos aproximadamente na mesma época em que se formaram os pegmatitos regionais, também datados por esse autor.

Figura VI.1.4. - Diagrama isocrônico de referência para rochas metamórficas da região de Itapebi - BA

Os demais dados apresentados nos Quadros VI.1.1. e VI-1.2. referem-se a pontos isolados com grande dispersão, em rochas do Complexo Jequitinhonha e em "rochas granitóides". São idades K-Ar, todas brasileiras e valores Rb-Sr, convencionais, também mostrando números indicativos de idades brasileiras. É sugestivo, portanto, considerando-se principalmente os resultados K-Ar, que os efeitos no Ciclo Brasileiro foram regionalmente intensos nessa região.

Figura VI.1.5. - Diagrama isocrônico de referência para xistos "Macaúbas" da região de Itinga (isocrona obtida com dados de SÁ, 1977; recalculada com base em $\lambda = 1,42 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$).

VI.2. GEOCRONOLOGIA DAS AMOSTRAS ANALISADAS - COMPLEXO JEQUITINHONHA - "ROCHAS GRANITÓIDES" - CHARNOKITOS DE PADRE PARAÍSO

As amostras analisadas distribuem-se sobremaneira na porção geográfica abrangida pela Folha Almenara - escala 1:250.000. Entretanto foram analisadas amostras de afloramentos pouco a norte de Itamarajú (BR-101) e de outros próximos de Padre Paraíso.

QUADRO VI . 2.1

Nº Campo	Rocha	No.Lab. (SPR)	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb87/Sr86	Sr87/Sr86	Idade: (*) (m.a.)
NL-100	GNA	4684	170.8	274.4	1.80 +- 0.84	0.7244 +- 0.0009	754 +- 87
NL-101B	GNA	4685	214.9	175.2	3.56 +- 0.07	0.7409 +- 0.0019	707 +- 57
NL-104	GNA	4686	160.8	146.0	3.20 +- 0.06	0.7370 +- 0.0012	702 +- 54
NL-106	GNA	4687	238.4	332.6	2.08 +- 0.04	0.7234 +- 0.0011	621 +- 78
NL-107	GRA	4688	290.3	294.3	2.86 +- 0.06	0.7315 +- 0.0013	650 +- 62
NL-109	GNA	4689	207.6	229.5	2.62 +- 0.05	0.7318 +- 0.0013	717 +- 67
NL-112	GNA	4691	251.6	189.8	3.85 +- 0.08	0.7451 +- 0.0010	729 +- 45
NL-113	GNA	4692	209.9	45.3	13.55 +- 0.27	0.8255 +- 0.0022	623 +- 23
NL-114A	GNA	4693	281.8	219.9	3.72 +- 0.07	0.7314 +- 0.0014	499 +- 48
NL-101A	GNA	4694	167.0	301.9	1.60 +- 0.03	0.7222 +- 0.0009	752 +- 99
NL-102	GNA	4695	149.3	280.6	1.54 +- 0.03	0.7243 +- 0.0011	876 +- 106
NL-110	GNA	4790	257.8	156.1	4.80 +- 0.10	0.7536 +- 0.0006	709 +- 36
NL-104	GNA	4957	160.8	146.0	3.20 +- 0.06	0.7365 +- 0.0007	691 +- 50
NL-113	GNA	4958	209.9	45.3	13.55 +- 0.27	0.8240 +- 0.0018	616 +- 22
NL-114B	GNA	4959	281.8	219.9	3.72 +- 0.07	0.7402 +- 0.0013	664 +- 48
NL-132A	GNA	4960	172.8	119.3	4.21 +- 0.08	0.7430 +- 0.0016	633 +- 46
NL-132B	GNA	4691	159.0	108.4	4.27 +- 0.08	0.7560 +- 0.0014	838 +- 46
NL-140	GNA	4962	106.1	783.7	0.39 +- 0.01	0.7094 +- 0.0014	789 +- 436
NL-142	GNA	4963	120.8	571.3	0.61 +- 0.01	0.7125 +- 0.0008	857 +- 248
NL-121	GRGNA	4964	221.7	110.3	5.85 +- 0.12	0.7604 +- 0.0020	664 +- 39
NL-122	M IGM	4965	337.6	163.9	6.02 +- 0.12	0.8149 +- 0.0012	1274 +- 45
NL-126	GNA	4966	229.1	91.7	7.28 +- 0.14	0.7717 +- 0.0015	642 +- 30
NL-141	M IGM	4967	177.7	269.8	1.91 +- 0.04	0.7240 +- 0.0011	698 +- 87
NL-145	M IGM	4968	139.1	383.6	1.05 +- 0.02	0.7169 +- 0.0014	793 +- 165
NL-168A	M IGM	4969	203.8	1093.2	0.54 +- 0.01	0.7151 +- 0.0015	1305 +- 324
NL-170	M IGM	4970	185.0	148.0	3.64 +- 0.07	0.7501 +- 0.0014	868 +- 53
NL-171	M IGM	5028	324.7	68.8	13.75 +- 0.27	0.7788 +- 0.0016	377 +- 17
NL-130	GNA	4971	189.0	84.8	6.52 +- 0.13	0.8170 +- 0.0012	1199 +- 42
NL-116	M IGM	D4956	301.7	44.7	19.85 +- 0.44	0.8614 +- 0.0019	553 +- 16
NL-312A	X IGR A	D5291	305.9	52.7	17.04 +- 0.36	0.0555 +- 0.0017	619 +- 17
NL-312C	X ISTO	5293	220.6	160.1	4.00 +- 0.11	0.7454 +- 0.0015	708 +- 48
NL-312B	GRANI	5292	307.4	89.2	10.05 +- 0.28	0.7887 +- 0.0016	584 +- 24
NL-309D	MELAN	5290	158.3	48.7	9.48 +- 0.27	0.7855 +- 0.0016	596 +- 25
NL-309C	MELAN	5289	98.9	157.8	1.82 +- 0.05	0.7327 +- 0.0019	1063 +- 110
NL-309A	P.M IG	5288	178.1	98.7	5.25 +- 0.15	0.7623 +- 0.0021	764 +- 44

Continuação...

QUADRO VI .2.1

Nº Campo	Rocha	Nº.Lab. (SPR)	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb87/Sr86	Sr87/Sr86	Idade(*) (m.a.)
NL-308D ⁻	GRANI	5287	187.2	463.1	1.17 +- 0.03	0.7175 +- 0.0024	748 +- 188
NL-308C	dGRA	5286	311.1	67.4	13.50 +- 0.38	0.8176 +- 0.0017	585 +- 21
NL-308A	GRANI	5285	268.0	76.8	10.18 +- 0.29	0.7913 +- 0.0020	594 +- 26
NL-305B	CHARN	5284	164.0	501.8	0.95 +- 0.03	0.7156 +- 0.0018	784 +- 201
NL-305A	CHARN	5383	158.2	408.2	1.12 +- 0.03	0.7184 +- 0.0010	835 +- 139
NL-304C	CHARN	5281	189.4	422.0	1.30 +- 0.04	0.7206 +- 0.0018	840 +- 144
NL-304A	CHARN	5280	150.3	462.7	0.94 +- 0.03	0.7166 +- 0.0013	863 +- 176
NL-304E	CHARN	5282	141.0	427.7	0.96 +- 0.03	0.7178 +- 0.0014	937 +- 181
NL-311B	CALSI	5299	163.8	186.3	2.55 +- 0.07	0.7370 +- 0.0021	876 +- 83
NL-324A	GNAKI	5294	95.8	161.9	1.72 +- 0.05	0.7316 +- 0.0013	1083 +- 102
NL-325A	GNAKI	5296	170.4	112.1	4.42 +- 0.12	0.7627 +- 0.0017	912 +- 49
NL-325B	GNAKI	5297	202.2	78.9	7.47 +- 0.21	0.7848 +- 0.0017	748 +- 32
NL-325D	GNAKI	5298	160.9	67.2	6.98 +- 0.20	0.7760 +- 0.0021	713 +- 35

(*) Razão Inicial = 0.705 para $\lambda = 1.42E-11$ /anos

QUADRO VI . 2.2

SPK	NO.CAMPO	MATERIAL	%K	75% ERRO	AR 40 RAD (ccSTP/g)	AR ATM. (%)	Tmax (ma)	IDADE (ma)
4599	NL-102	Bio - GGN	6.7519	2.6248	1.4080E-04	4.58	489.74	470.43
4962	NL-130	BIO - GGN	6.7910	1.0172	1.5426E-04	4.13	520.45	506.64
4963	NL-114B	BIO - GGN	7.5695	0.5000	1.5699E-04	2.60	480.10	467.73

Um total de 48 determinações radiométricas pelo método Rb-Sr, sendo três, também, pelo método K-Ar, constituem o universo de dados radiocronológicos obtidos para a presente tese. Os resultados dessas determinações são apresentadas nos Quadros VI.2.1. (Rb-Sr) e VI.2.2. (K-Ar).

Das determinações Rb-Sr(RT), obteve-se oito diagramas isocronicos, alguns aparentemente representando isócronas verdadeiras outros, claramente, tratam-se de isócronas de referência.

De um modo geral, estas isócronas não podem ser consideradas como "boas isócronas", tendo em conta que algumas são definidas por um número muito reduzido de pontos e outras não mostram um satisfatório alinhamento desses.

As interpretações geocronológicas dessas determinações radiométricas foram embasadas nos princípios físicos da geocronologia e na elucidação clara da petrogênese de cada amostra analisada. Esta petrogênese inclui desde informações detalhadas colhidas no campo (feições, texturais e estruturais, relações de contato, mineralogia, etc), análises e interpretações geoquímicas, petrológicas e estruturais. Obviamente que nos capítulos, antecedentes e mesmo nesse a apresentação dos temas obedece uma ótica de regionalidade, e só são mencionadas particularidades pontuais, quando estritamente necessárias ao perfeito esclarecimento das questões regionais.

As três determinações radiométricas pelo método K-Ar referem-se a duas amostras de rochas granitóides próximas de Itaobim (NL-102 e NL-114) e uma de gnaiss bandado na região de Giru (NL-130). Trata-se de determinações radiocronológicas do sistema "biotita". Retratam, portanto, idades de resfriamento abaixo de 250°C , com valores entre 500 m.a. e 470 m.a.

Os valores obtidos analisando-se biotitas pelo método K-Ar, são coerentes com aquelas determinações obtidas por outros autores para a região. Revelam uma idade de resfriamento dessas rochas, em torno de 500 m.a., a temperaturas abaixo de 250°C .

As interpretações dos dados obtidos pelo método Rb-Sr (em rocha total) serão encaminhadas no sentido de analisar e interpretar os resultados dos diagramas isocrônicos.

O Diagrama Isocrônico da Figura VI.2.1. foi obtido através de 9 pontos analíticos de rochas coletadas em afloramentos semelhantes próximos a cidade de Itaobim.

Figura VI.2.1. - Diagrama isocrônico para granitóides de Itaobim

Das nove amostras que compõem o diagrama, três foram analisadas petroquimicamente (NL-101A, NL-109 e NL-121). Os dados geoquímicos dessas amostras, quando analisadas através dos diagramas "La Roche" $(\frac{Al}{3} - K \times \frac{Al}{3} - Na)$ e "Moine" $(\frac{Al + Fe + Ti}{3} - K) \times (\frac{Al + Fe + Ti}{3} - Na)$ mostram que as mesmas plotam-se no campo das de origem, possivelmente, a partir de rochas sedimentares. Entretanto, a relação de Al, K e Na das três amostras fazem-nas situar-se em domínios distintos nos diagramas acima referidos. Esta diferença no quimismo pode ser devido tanto à composições originalmente distintas como causadas pelo aporte de K e Na nos sistemas.

Os estudos petrológicos das amostras que definem esta isócrona demonstraram que:

- . Tratam-se de rochas que foram submetidas a metamorfismo de grau forte em condições de $\text{PH}_2\text{O} = \text{Pt}$ (Pressão total superior a 3,5 Kb e temperaturas superiores a 600°C), com coexistência de quartzo-biotita-sillimanita-cordierita-ortoclásio-granada (por ex.: amostras NL-112, NL-104, NL-102, etc);
- . Tais rochas foram submetidas a metamorfismo retrogrado, a baixa T, evidenciado claramente pela cloritização de biotitas (por ex.: NL-100, NL-101A e B, NL-104, etc) e a saussuritização de feldspatos (com alteração para sericita, carbonatos e epidoto);
- . A neocristalização de microclina, em cristais xenomórficos substituindo plagioclásio ou englobando-os, e a neocristalização de albita, em auréolas em torno de grãos de plagioclásio, é sempre observada. Tal fato pode significar o aporte de K e ou Na no sistema, por metassomatismo em que a água foi o agente de transporte.

A isócrona obtida pelos (nove) pontos analíticos (com alinhamento quase perfeito, e MSWD de 1,0342) revela um valor de 655 ± 22 m.a., com uma razão inicial $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ de $0,7079 \pm 0,9832$. Este resultado pode ser considerado como idade de metamorfismo de grau forte dessas rochas, pelas seguintes razões:

- . o caráter de metamorfismo regional progressivo de oeste para leste parece evidente;
- . as rochas que compõem a isócrona em questão estiveram sujeitas a condições de P-T, na qual praticamente todos os sistemas minerais presentes foram formados, com possível aporte metassomático de K em fase fluida proveniente de material de nível crustal inferior (próximo do manto), daí a razão inicial relativamente baixa (considerando-se que trata-se de rochas recrystalizadas);
- . mesmo com a recrystalização e formação de novos sistemas na fase de retromorfismo, com a abertura de alguns ou parte de alguns minerais, e aporte ou retirada de Rb e ou Sr, o processo deve ter sido semelhante àquele de homogeneização isotópica;

. a neocrystalização de microclina e albita deve ter ocorrido às expensas de K e Na do próprio sistema. Ocorreu numa fase tardi-tectônica dentro, ainda, do Ciclo Brasileiro, ocasionando, no máximo, um pequeno rejuvenescimento da idade de metamorfismo.

Pelo exposto é possível que o diagrama isocrônico da Figura VI.2.1. represente uma isócrona verdadeira. São grandes as possibilidades de cogeneticidade de seus pontos analíticos, dado as evidências de uma evolução petrogenética muito homogênea em termos regionais.

Buscando reunir amostras petrogeneticamente semelhantes e com características geoquímicas ~~sejam~~ idênticas, pelo menos muito próximas, reuniu-se num mesmo diagrama resultados de determinações radiométricas de quatro amostras de afloramentos distantes (amostras de afloramentos da região Jequitinhonha/Almenara). Estes quatro pontos definem uma isócrona que é mostrada na Figura VI.2.2..

A colinearidade desses quatro pontos é boa (com MSWD = 0,3268). A isócrona mostra um valor de 644 ± 39 m.a. com razão inicial $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ de $0,7067 \pm 0,0006$.

As análises petroquímicas interpretadas utilizando-se os diagramas "La Roche" e "Moine" mostram que as mesmas plotam-se no domínio de rochas ígneas. Observações de campo indicam tratar-se de rochas anatexíticas. Petrologicamente se pode observar textura de rocha ígnea com restitutos de minerais metamórficos como fibrolita e cordierita.

É possível que esta isócrona de referência traduza a idade da fase metamórfica principal (grau forte) em condições de PH_2O igual ou próxima a pressão de carga com processos de anatexia. Note que o valor de 644 ± 39 m.a. é coerente com o resultado obtido na isócrona da Figura VI.2.1.. Entretanto, esse resultado, dada a qualidade de isócrona e, principalmente por conter pontos de afloramentos distintos, não pode ser considerado como indicativo seguro de idade do fenômeno geológico sugerido.

Figura VI.2.2. - Diagrama isocrônico para granitóides e anateixitos da região entre Jequitinhonha e Almenara.

Uma isócrona construída com base em apenas três pontos analíticos, mas que merece ser discutida, é a representada pelo diagrama isocrônico da Figura VI.2.3.. Trata-se de determinações geocronológicas de amostras de um único afloramento, de rocha granítica "sensu lato". A rocha mostra foliação cataclástica evidente, cor cinza claro, aspecto mosqueado, granadífera, de grã fina. É cortada por um dique de rocha escura "granítica", com mineral metálico branco e granada.

Figura VI.2.3. - Isócrona Verdadeira para granitos a 16 km a E de Itaobim.

A amostra NL-308C corresponde ao dique de rocha granítica "sensu lato", provavelmente granodiorítica, com foliação cataclástica semelhante às estruturas da encaixante, altamente granadífera a com inúmeros cristais idiomórficos de um mineral metálico de cor branca (não identificado). As amostras NL-308A e NL-308D, coletadas cerca de 20 metros para leste e oeste, respectivamente, da amostra NL-308C, corresponde a um pacote homogêneo de rocha granitóide foliada, de cor clara, rica em granada e apatita. As duas últimas amostras são claramente cogenéticas, entretanto a amostra NL-308C não tem a mesma evolução e origem das anteriores. Petroquimicamente a amostra NL-308C plota-se nos diagramas "La Roche" e "Moine" no domínio das rochas ígneas (como era esperado) enquanto que as amostras NL-308A e NL-308D plotam-se no domínio das sub-grauvacas. Os estudos petrológicos não revelaram paragênese mineral com coexistência de biotita-sillimanita-ortoclásio-cordierita, como observado na maioria das rochas granitóides. A textura é granoblástica equigranular, mostrando estrutura de cisalhamento dos grãos minerais.

Entretanto, os três pontos analíticos dispõem-se em perfeita colinearidade. Não fosse o fato de apenas duas amostras cogenéticas estarem definindo a isócrona, esta poderia sem dúvida, representar um diagrama isocrônico verdadeiro. Todavia é possível que a idade de $571 \pm 3,5$ m.a. e razão inicial de 0,7080 represente o episódio geológico de intrusões graníticas sintectônicas.

A Figura VI.2.4. representa um diagrama isocrônico de referência, para rochas granitóides de afloramentos distintos, a leste de Itinga. Duas amostras próximas a esta cidade e uma na BR-116 (entre Itaobim e Padre Paraíso), com características petroquímicas e petrológicas semelhantes são representadas nesse diagrama. A isócrona é mal definida, não há colinearidade dos pontos. O resultado de 482 ± 102 m.a. e $R_o = 0,7105 \pm 0,0003$ não pode ser interpretado como idade, a luz dos fenômenos geológicos aí ocorridos. Entretanto serve para registrar a ação tectono-termal no ciclo Brasileiro pelo menos na recristalização

de sistemas pré-existent, com desequilíbrio isotópico, em granitóides, devido a atuação deste ciclo.

Figura IV.2.4. - Diagrama isocrônico para granitóides a leste de Itinga.

Próximo a Jequitinhonha, na rodovia que liga esta cidade a Itaobim, num afloramento na zona de contato dos gnaisses do Complexo Jequitinhonha com "rochas granitóides" pode-se caracterizar migmatitos gerados por anatexia envolvendo "rochas granitóides" pré-existent e rochas de origem para-derivadas (hoje gnaisses do Complexo Jequitinhonha). Coletaram-se nesse afloramento mais de 6 amostras para a obtenção de uma isocrôna verdadeira. Destas amostras apenas 3 (três) (NL-309A, NL-309B e NL-309C) mostraram teores de Rb e Sr favoráveis. Das três amostras a única que guarda as características de paleossoma é a amostra NL-309A. Nessa amostra percebe-se reações de muscovita e biotita para fibrolita, esta coexistindo com cordierita granada e ortoclásio. A textura predominante é lepidoblástica com o desenvolvimento e superposição de uma textura granoblástica (dada pelos cristais xenomórficos de feldspatos e quartzo). No diagrama "La Roche" ($\frac{Al}{3} - K \times \frac{Al}{3} = Na$) plotam-se na interface de rochas ígneas para arcósios.

Os três pontos analíticos mostram uma tendência isocrônica (Figura VI.2.5.) cujo valor de 490 ± 61 m.a. e razão inicial $R_0 = 0,7215$ não pode ser considerado como idade da migmatização. O exposto acima e a não colinearidade dos três pontos (comprovando a já demonstrada não cogeneticidade dos mesmos) sustentam tal afirmação. Um número de análises radiométricas, nesse afloramento, poderá confirmar ou até mesmo mostrar uma idade (e respectiva razão inicial) mais próxima daqueles valores anteriormente encontrados (± 650 m.a. e $R_0 = 0,7070$).

Figura VI.2.5. - Diagrama isocrônico para migmatitos próximo a Jequitinhonha

Nas proximidades de Girú, os estudos de campo (no contexto de gnaisses bandados com "rochas granitoides") mostraram estreita semelhança com o afloramento descrito anteriormente. Entretanto os estudos petrológicos revelaram tratar-se de gnaisses bandados com metamorfismo de grau forte cujo bandamento é proveniente da diferenciação metamórfica e não por fusões parciais. Não tratando-se, portanto, de rochas migmatíticas.

Os estudos petroquímicos revelaram por exemplo que duas amostras coletadas 10 centímetros uma da outra (NL-132A e NL-132B) uma melanossomática (NL-132B) e outra leucossomática (NL-132A), plotam-se em domínios bem distintos nos diagramas de "La Roche" e

"Moine" (grauvacas e arcósios). No caso presente o leucossoma (NL-123A) plota-se no domínio das grauvacas e o melanossoma (NL-132B), com claro aporte de K (microclina e ortoclásio), plota-se no domínio dos arcósios. É claro que isso não significa que originalmente tratavam-se de rochas sedimentares com alternâncias de leitos arcosianos e leitos grauváquicos. Um processo em que bandas são enriquecidas em K e outras permanecem inalteradas, ou com empobrecimento em K, parece mais óbvio. Observou-se que esse processo deve ter ocorrido com outros elementos como Na.

Por essas razões procurou-se construir um diagrama isocrônico que fosse definido por pontos relativos a amostras com mesmas características petrológicas e ou petroquímicas. A Figura VI.2.6. retrata essa isócrona com uma idade de 590 ± 33 m.a. e $R_0 = 0,7089$. Esse resultado deve estar representando a idade de metamorfismo principal (grau forte) dessas rochas (Complexo Jequitinhonha). A título de ilustração foram plotados no diagrama isocrônico da Figura VI.2.6... Os resultados radiométricos das amostras NL-132B e NL-130 (sem que estes pontos interferissem na determinação da idade isocrônica), e pode-se observar que apesar de suas idades convencionais (1.199 ± 42 m.a., para a amostra NL-130) é possível traçar-se uma isócrona paralela a do digrama com razão inicial mais alta (e mesma idade).

Figura VI.2.6. - Isócrona verdadeira para gnaisses próximo a Girú

Fig.VI.2.7 - Diagrama isocrônico - Gnaisses prox. a Itamaraju.

Fig.VI.2.8 - Diagrama isocrônico - Charnockitos prox. a Padre Paraíso.

Outra isócrona foi definida para rochas gnaíssicas do Complexo Jequitinhonha. Tratam-se de gnaisses bandados que ocorrem a norte de Itamaraju, onde o metamorfismo de grau forte é bem definido em lâminas delgadas. Selecionou-se entre dez amostras, quatro cujas características petrológicas e petroquímicas mais as aproximam da cogeneticidade. O diagrama isocrônico da Figura VI.2.7. é definido pelas determinações radiométricas dessas quatro amostras. A não colinearidade dos pontos deve-se, possivelmente, a fenômenos de metassomatismo na diferenciação metamórfica ou a não cogeneticidade das amostras com diferentes razões iniciais. Entretanto, o seu resultado de 642 ± 67 m.a. com razão inicial de 0,71697, é perfeitamente compatível com os demais resultados que indicam a idade de metamorfismo principal de grau forte.

No corpo charnockítico de Padre Paraíso foram inicialmente estudados alguns afloramentos nos quais coletou-se uma suite de amostras. Muitas dessas amostras apresentaram teores de Rb e Sr, na análise quantitativa de RX, muito próximas, e foram descartadas. Apenas cinco amostras foram analisadas (outros afloramentos foram estudados petrologicamente).

Dessa forma o diagrama isocrônico da Figura VI.2.8. foi obtido com todas as determinações radiométricas disponíveis sobre rochas charnockíticas a hiperstênio próximas de Padre Paraíso. Pode-se notar que apesar de cinco pontos analíticos, a isócrona é mal definida e o erro é extremamente grande. O resultado obtido, 714 ± 203 m.a., é completamente inadequado à interpretação de seu significado geológico. Considerando-se as particularidades petrológicas e as hipóteses aventadas no item metamorfismo, pressupõe-se que mesmo um número maior de pontos analíticos (amostras que ainda revelem paragênese com hiperstênio), continuará havendo dispersão dos pontos no diagrama, e as idades obtidas não representarão o último evento metamórfico (do ciclo Brasileiro). CORDANI et alii (1973) e CORDANI & TEIXEIRA (1979) concluíram que os charnockitos do Complexo Juiz de Fora, na região de Juiz de Fora, são rochas arqueanas afetadas pelo ciclo Transamazônico. Esses autores

admitem que todo o complexo, na região-tipo, sofreu re-homogeneização isotópica do Sr^{87} como reflexo do metamorfismo brasileiro, claramente detectada nas datações K-Ar. Mapeamentos regionais indicam a continuidade física desse complexo até a sul da região abordada (ALMEIDA & LITWINSKI, 1984). Portanto é possível admitir-se, como hipótese, que "inliers" isoladas de charnockitos em "rochas granitóides" e em gnaisses do Complexo Jequitinhonha representem rochas não totalmente recrystalizadas nas condições de P-T de grau forte (onde $\text{PH}_2\text{O} = \text{Pt}$) no Ciclo Brasileiro. Daí as determinações radiométricas Rb-Sr mostrarem valores distintos, de amostra para amostra, conforme o grau de recrystalização de cada uma. Quando esses resultados são plotados em diagramas $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}) \times (\text{Rb}^{87}/\text{Rb}^{86})$ ocorre fatalmente, a não colinearidade dos pontos. Daí os números obtidos não representarem idades, entretanto, pode-se admitir um significado geológico como o aqui expresso.

Pelos resultados, análises e interpretações expostas nesse capítulo, constata-se uma possibilidade de parte da região (excluído o domínio do craton do São Francisco na porção NE) representar rochas de vida crustal antiga submetidos a vários processos termo-tectônicos, magmáticos e, talvez, sedimentares. A história dessa vida crustal tem seus registros demonstrando envolvimento no ciclo Brasileiro (inclusive no fácies granulito), pelos fenômenos tectono-termiais ocorridos neste ciclo.

VII. EVOLUÇÃO TECTONO-TERMAL DA REGIÃO

A região abordada engloba domínios estruturais distintos, reconhecidos por diversos autores como:

- . Craton do São Francisco, na porção nordeste desta região;
- . Uma faixa marginal a este, onde a Faixa de Dobramento Araçuai cruza a Zona Oriental (que se estende para sul).

"Se, como supôs ALMEIDA (1979), o Cinturão Móvel Costeiro no norte da província" (Província Mantiqueira - ALMEIDA et alii, 1977) "é extensão do que se apresenta no leste da Bahia, onde foi poupado pelos eventos termo-tectônicos brasileiros, a história geológica da região leste do Craton do São Francisco permite inferir-se a da Zona Oriental antes de ter sido ela profundamente afetada pelos eventos do Proterozóico Superior" (ALMEIDA & LITWINSKI, 1984).

Admitida esta hipótese, a região faz parte de um cinturão móvel, estabelecido no Proterozóico Inferior, ou até mesmo no final do Arqueano. As rochas granulíticas de idades arqueanas e ou proterozóicas inferiores, do sul da Bahia (extremo NE da região), os charnockitos a hiperstênio de Padre Paraíso, Teófilo Otoni, Nanuque/Carlos Chagas e Medeiros Neto, representando, como hipótese, restos preservados, de rochas granulíticas do Complexo Juiz de Fora que estende-se para sul (com idades arqueanas no local-tipo, e rejuvenescimento-isotópico de idade controversa), sustentam o que supôs ALMEIDA (1979).

Durante o Ciclo Transamazônico fenômenos termo-tectônicos, magmáticos e possivelmente sedimentares afetaram o presumível cinturão. No sul da Bahia episódios de feldspatização, migmatização e de intrusões graníticas e granodioríticas mostram idades geocronológicas transamazônicas. INDA (1976) e INDA & BARBOSA (1978) admitem uma fase deformativa transamazônica que mostra s-planos, representados sempre por foliações, com obliteração quase total dos planos primários, altamente penetrativas, relacionando-se a diversas ordens de dobramentos

similares, com alto fluxo. Mostram direções N-S com mergulhos verticais ou muito fortes caindo para leste. Transpõem diversos níveis litológicos e são frequentemente crenulados.

No restante da área desconhece-se ao certo a história transamazônica do cinturão, mas muito provavelmente adquiria, a partir desse ciclo, maior mobilidade crustal. É possível que nesse ciclo tenha ocorrido a sedimentação de grande parte das rochas do Complexo Jequitinhonha e complexo Itambé, com subsequente deformação e metamorfismo. Provavelmente eventos de migmatização e tectonismo causando metamorfismo e réjuvenescimento isotópico sobre rochas pré-existentes, também ocorreram. Grande parte das "rochas granitóides" devem ter sido geradas durante esses eventos, como produtos de metamorfismo, anatexia e migmatismo.

Em gnaiss do Complexo Jequitinhonha e em mica-xistos e gnaisses do complexo Itambé foi reconhecida uma xistosidade penetrativa, com desenvolvimento de cristais de biotita, originada pela mais velha fase deformativa observada. (ver itens IV.2.4. e IV.2.5). Supõem-se que estas estruturas foram geradas durante o ciclo Transamazônico, dadas algumas evidências estruturais e metamórficas (ver Geologia Estrutural e Metamorfismo), e que as biotitas representam relictos da paragênese mineral gerada durante o metamorfismo transamazônico. No domínio do Complexo Jequitinhonha esta xistosidade é relacionada à Fase 3 de deformação (a mais antiga observada) e foi denominada Sn-1. No domínio do complexo Itambé ela está relacionada também, à última fase deformativa observada (correlacionada a Fase III de deformação regional transamazônica descrita por INDA & BARBOSA, 1978) e foi denominada Sn.

No domínio do Craton do São Francisco, este cinturão consolidou-se no fim do Ciclo Transamazônico, como é indicado pelas determinações K-Ar, de valores entre 1.700 e 1.800 m.a. (ver capítulo de geocronologia). No restante da região, e provavelmente para sul, manteve-se o caráter de mobilidade crustal até o final do Proterozóico Superior.

No Proterozóico Superior a quase totalidade da região, excluída a porção no extremo nordeste (Craton do São Francisco), foi profundamente afetada pelos eventos termo-tectônicos do Ciclo Brasileiro.

Neste ciclo os metassedimentos seguramente acumulados em bacia geossinclinal ensiânica, são representados pelos metamorfitos do Grupo Macaúbas que têm sua história manifestada claramente na Zona Ocidental. Na região abordada, apenas uma pequena área onde ocorrem mica-xistos "Macaúbas", no limite oeste dessa (a W do meridiano que passa por Itinga e entre os paralelos $16^{\circ}30'S$ $17^{\circ}30'S$), pode ser considerada como representativa do registro dessa sedimentação.

Outro registro de sedimentação ocorrida nesse ciclo, na região, refere-se aos metassedimentos de baixo metamorfismo da Bacia do Rio Pardo, depositados em condições cratônicas ou, como sugerem ALMEIDA & LITWINSKI (1984), em regime de "bacia trafogênica desenvolvida sobre a borda do Craton".

As estruturas brasileiras e o metamorfismo regional ocorrido há cerca de 650 m.a., que caracterizam a Faixa de Dobramento Araçuaí, na Zona Ocidental, mostram polaridade em direção ao craton a oeste, com um crescente metamorfismo em direção ao cinturão móvel, apresentando na região metamorfismo de fácies anfibolito, processos anátexíticos e intrusões de rochas graníticas.

Na Zona Oriental, excluído a porção norte (Arco do Rio Pardo) e nordeste da região abordada (Baixo Jequitinhonha), à luz das informações e interpretações estruturais, metamórficas, petrográficas, petroquímicas e geocronológicas ora disponíveis, e aqui discutidas, se pode admitir que ela constitui o embasamento pré-brasiliano intensamente reestruturado pelos eventos tectônicos, metamórficos e de granitização do Ciclo Brasileiro. As principais informações e interpretações que sustentam tal hipótese são as seguintes:

. A constatação de uma fase deformativa mais antiga (Fase 3),

transamazônica na hipótese do presente autor, que gerou a xistosidade Sn-1, com desenvolvimento de biotitas do Complexo Jequitinhonha;

- . O metamorfismo de grau forte (em condições de $\text{PH}_2\text{O} = \text{Pt}$), que originou os gnaisses bandados do Complexo Jequitinhonha (diferenciação metamórfica), desenvolveu-se sintectonicamente às Fase 2 e Fase 1 de deformações (xistosidade Sn e Sn+1 e dobramentos Dn e Dn+1);
- . os resultados geocronológicos indicando idades em torno de 650 m.a. para o metamorfismo principal (acima referido) dos gnaisses bandados do Complexo Jequitinhonha;
- . Processos de anatexia gerando granitos e migmatitos com idades em torno de 590 m.a.;
- . rejuvenescimento isotópico em rochas granitóides com metamorfismo de grau forte (em condições de $\text{PH}_2\text{O} = \text{Pt}$);
- . rejuvenescimento isotópico em rochas charnockíticas a hiperstênio;
- . metassomatismo com aporte K e ou Na durante e após o metamorfismo de grau forte no Ciclo Brasileiro.
- . Soerguimento diapírico, principalmente dos maciços de rochas granitóides e charnockíticas, com deformações de estruturas de rochas circunvizinhas (Grupo Macaúbas e Complexo Jequitinhonha), e retrometamorfismo pronunciado;
- . estruturas geradas pela Fase 2, em gnaisses bandados do Complexo Jequitinhonha, com direções axiais e xistosidade Sn preferencialmente NS, com caimentos para E,
- . deformação progressiva da Fase 2 para a Fase 1, gerando dobramentos superpostos.

A porção norte e nordeste da região corresponde àquela que ALMEIDA & LITWINSKI (1984) assim a caracterizam: "As estruturas brasileiras que caracterizam a Faixa Araçuaí, na Zona Ocidental,

encurvam-se para leste no Arco do Rio Pardo, cruzando o Cinturão móvel costeiro, margeando o limite ainda discutível do Craton de São Francisco no Sul da Bahia". Na época em que estes autores conceituaram a região, como transcrito acima, não se dispunham das informações aqui apresentadas. Assim, não foram reconhecidas nos trabalhos desenvolvidos para esta tese, as seguintes estruturas brasileiras e o metamorfismo regional:

- . estruturas (dobramentos, e falhamentos de empurrão) com polaridade em direção ao Cráton;
- . aumento do grau de metamorfismo regional, do Cráton para o centro da faixa;
- . nem, tampouco, sedimentação em ambiente geossinclinal durante o Proterozóico Superior.

Apesar disso, as informações obtidas não elucidam ao certo toda a história da evolução tectono-termal, dessa parte da região, no Proterozóico Superior. Entretanto, esclarecem o principal regime tectônico a que esta esteve submetida na época dos eventos responsáveis pelos grandes falhamentos inversos da Faixa Araçuaí, na Zona Ocidental.

Um regime tectônico de cisalhamento dútil corresponde a última e talvez a mais importante fase deformativa do brasileiro, nessa área. Este cisalhamento dútil associa-se a falhamentos transcorrentes. O sistema de falhas, com transcorrência, no alinhamento Itapebi-Itororô, limita o Cráton do São Francisco, no Sul da Bahia, separando-o da região com mobilidade crustal no Proterozóico Superior.

Este regime tectônico afetou rochas aqui consideradas do Arqueano Indiferenciado e aquelas do complexo Itambé. Configura uma faixa em arco, margeando, o Cráton do São Francisco. Na porção ENE, esta faixa apresenta uma largura de aproximadamente 40 km (grande parte coberta por sedimentos neoceno-zóicos) que aumenta gradativamente a oeste, chegando a mais de 70km na porção NW. A

Área dessa faixa constituída de rochas da unidade Arqueano Indiferenciado foi denominada, no capítulo de Geologia Estrutural, de "Domínio Estrutural Marginal ao Craton".

As principais estruturas brasileiras que caracterizam esta faixa marginal ao craton são:

- . Dobramentos apertados com tendência a cisalhamento;
- . xistosidade com transposição de atitudes que acompanham a forma de arco dessa faixa, sempre verticais a subverticais. Esta xistosidade é normalmente associada a zonas com falhamentos retilíneos de rejeito horizontal (falhas transcorrentes);
- . estiramento de seixos em metaconglomerados e geração de uma foliação de cisalhamento de direção aproximadamente EW;
- . desenvolvimento intenso de cristais de fibrolitas ao longo dessas xistosidades e foliações, principalmente, as desenvolvidas segundo direções WNW e EW. Estas xistosidades e foliações geradas por cisalhamento truncam claramente a orientação de minerais como biotitas.

Portanto, sugere-se para esta faixa marginal ao craton, uma evolução tectono-termal no brasileiro, num regime de cisalhamento dútil com geração de falhas transcorrentes. Este regime transiciona gradualmente para um regime de falhamentos em empunhão na porção do extremo NW da faixa.

A Figura VII.1. ilustra, através de um bloco diagrama, o modelo compreensivo do arcabouço tectônico do norte da Província Mantiqueira para o Proterozóico Superior. Este modelo foi idealizado com base nos fatos expostos nos capítulos antecedentes.

SCHERMERHORN (1981) propôs um modelo geotectônico de um orógeno bilateral, cuja ampla zona axial se situaria no embasamento exposto no cinturão costeiro brasileiro e o embasamento retrabalhado do Oeste Congo, com faixas móveis, representando entidades autônomas, desenvolvidas margeando os cratons do São

Fig. VII.1 - Modelo compressivo do arcabouço tectônico do norte da Província Mantiqueira.

Francisco (Faixa Araçuaí) e do Congo (orógeno do Congo Ocidental). A zona mediana teria sofrido uma ação térmica expressiva que promoveu sobre ela um forte metamorfismo e sua ascensão. Em decorrência desenvolveu-se a orogênese nas duas bacias laterais (Faixa Araçuaí e Faixa do Congo Ocidental).

HASUI et alii (1978) procuraram definir uma única entidade de faixa móvel margeando a área cratônica São Francisco - Congo, integrando a Faixa Araçuaí à Faixa Congo Ocidental.

TROMPETTE (1982) propõe uma cadeia tectônica de dupla vergência denominada "Cadeia Ribeira W-Congo", cuja história evolutiva é resumida por este autor da seguinte maneira:

- "1. individualização em um período entre 1.750 a 1.050 m.a., de dois grabens ou aulacógenos sobre as margens da futura cadeia brasileira ou pan-africana (entretanto, o sincronismo da sedimentação kibarina-Zadiniana, Maqumbiana e talvez Sansikwa da sedimentação Espinhaço, falta ainda demonstrar). Estes grabens estão preenchidos por sedimentos detríticos espessos e vulcanitos ácidos;
2. em torno de 1.000 m.a. individualização de uma bacia subsidente central, bordejada por duas bacias marginais mais ou menos nitidamente separadas da bacia central por fundos altos, correspondentes aos depósitos kibarianos e Espinhaço;
3. orogênese, cujo motor principal é térmico (SCHERMERHORN, 1981), promovendo um forte metamorfismo na zona central e a vergência, ou o cavalgamento dos depósitos Espinhaço e equivalentes sobre as bacias laterais;
4. uma espirogênese forte ao nível da bacia central, cuja super-estrutura está quase inteiramente erodida, contribuindo para tornar as cadeias marginais unidades independentes".

Os modelos de SCHERMERHORN (1981), HASUI et alii (1978) e TROMPETTE (1982), expostos de forma bastante resumida acima, não se aplicam a região aqui abordada, pelos seguintes fatos:

- . a suposta região mediana, que corresponde ao domínio das unidades rochas granitóides e Complexo Jequitinhonha, mostra estruturas brasileiras geradas por efeitos de eventos claramente compressivos EW. Não existe hipótese para explicar os dobramentos gerados pela Fase 2 (brasileira) em gnaisses do Complexo Jequitinhonha (com planos axiais de direção aproximada NS e com mergulhos muitas vezes de baixo ângulo, para E) sem que seja admitido um evento deformativo compreensivo de E para W. Falhamentos de baixo ângulo, com superfície de deslocamento, mostrando mergulhos para E (como

os verificados no córrego São João em rochas granitóides, e em inúmeros outros locais no Complexo Jequitinhonha), também, só podem ser gerados por uma compressão de E para W.

- . A faixa marginal ao Cráton do São Francisco, no sul da Bahia, mostra claramente uma tectônica de cisalhamento dútil (mesmo em mica-xistos do complexo Itambé), sem polaridade estrutural em direção ao craton e sem vestígios de metamorfismo progressivo. Não podendo, portanto, ser considerada como continuidade da Faixa Araçuaí.
- . A tectônica de falhamentos de empurrão na Faixa Araçuaí, afetando rochas brasileiras, mesoproterozóicas e até mesmo arqueanas, numa faixa de mais de 300 km de largura, gerada apenas pelos efeitos da ascensão e aumento do grau geotérmico da infra-estrutura do cinturão móvel costeiro, é de difícil aceitação.
- . o soerguimento diapírico da unidade "rochas granitóides" é atestado pelo retrometamorfismo imposto sobre uma paragênese metamórfica de grau médio e grau forte claramente brasileira (650 m.a.). Esse é o único fato que constata a ascensão de parte da região e é de magnitude insuficiente para provocar os efeitos termotectônicos verificados no suposto orógeno bilateral.

V.1. CONCLUSÕES

A luz das considerações aqui abordadas e dos fatos expostos, somos levados a concluir que a evolução termo-tectônica da região teve uma história que pode ser assim sintetizada:

- . No Proterozóico Inferior, ou até mesmo no Arqueano, a região esteve sujeita a episódios de magmatismo, metamorfismo e tectonismo em regime de cinturão móvel, que estendeu-se tanto para norte como para sul. Este cinturão, dispõe-se segundo uma direção aproximadamente NS.

- . Durante o Ciclo Transamazônico, a região como um todo, manteve-se com mobilidade crustal. Fenômenos termo-tectônicos, magmáticos e possivelmente sedimentares afetaram o cinturão retrabalhando rochas pré-existentes. Estruturas com orientações NS ficaram impressas e são ainda reconhecíveis.
- . Ao final o Ciclo Transamazônico, entre 1.700 m.a. e 1.800 m.a. parte da região consolidou-se (Cráton do São Francisco) e o restante manteve-se em ambiente de mobilidade crustal.
- . Os efeitos tectono-termiais e de sedimentação no Proterozóico Superior atingiram a região sob condições de pelo menos três regimes distintos:
 - a) Um, em regime de reativação de falhas, magmatismo fissural (rochas alcalinas principalmente) e sedimentação (Bacia do Rio Pardo) em condições plataformais, ocorreu no extremo nordeste (Cráton do São Francisco).
 - b) O outro, em regime tectono-termal de cisalhamento dútil, processou-se segundo uma faixa margeando o Cráton do São Francisco, no sul da Bahia. Produziu dobramentos com tendência a cisalhamento e inúmeras foliações de xistosidades com transposição. Sob condições de alta temperatura ocorreu metamorfismo de grau forte (talvez de grau médio a forte).
 - c) O terceiro, em regime termo-tectônico produziu metamorfismo de grau forte (em condições de $P_{H_2O} = P_t$ e altas temperaturas); magmatismo (intrusões batolíticas de granitos); anatexia com migmatização e pegmatitização; sedimentação e metamorfismo (mica-xistos do Grupo Macaúbas); rejuvenescimento isotópico de rochas pré-existentes ("rochas granitóides", charnockitos e Complexo Jequitinhonha) pelo menos duas fases de deformações (xistosidades, dobramentos, falhamentos de empurrão e fraturamentos); e um soerguimento diapírico, principalmente de "rochas granitóides" com retrometamorfismo "profícuo". Este terceiro regime afetou toda a porção central e sul da região.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. de - 1954 - Relatório Anual do Diretor de Geologia e Mineralogia - DNPM, ano 1953, 150:43-62. Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1966 - Origem e evolução da plataforma brasileira. In: SEMANA DE DEBATES GEOLÓGICOS, 2.ª Porto Alegre, Centro Acadêmico de Estudos Geológicos da UFRGS, p.45-89.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1967 - Origem e Evolução da Plataforma Brasileira. Dep. Nac. Prod. Min., DGM, Bol. 241, 36p. Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1977 - O Cráton do São Francisco. Rev. Bras. Geoc., 7(4):349-64.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1979 - O Cráton do Paramirim e suas relações com o do São Francisco. Bol. Esp., Núcleo da Bahia, Soc. Bras. Geol. (a sair)
- ALMEIDA, F.F.M. de; MELCHER, G.C.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. & VANDOROS, P. - 1968 - Radiometric age determinations from Northern Brazil. B. Soc. Bras. Geol., 17(1):3-14. São Paulo.
- ALMEIDA, F.F.M. de ; HASUI, Y.; NEVES, B.B. de B. & FUCK, R.A. - 1977 - Províncias estruturais brasileiras, Atas Simp. Geol. Nordeste, pp.363-391, Campina Grande. Versão em inglês em Earth Sci. Rev. 17:1-29, 1981.
- ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y.; RODRIGUES, R.de P. & YAMAMOTO, J.K. - 1978a - A Faixa de Dobramentos Araçuaí na região do Rio Pardo. An. XXX Congr. Bras. Geologia, 1:270-283. Recife.
- ALMEIDA, F.F.M. de & HASUI, Y. - 1984 - O pré-Cambriano do Brasil. Texto de vários autores. Edgard Blücher, 378p. São Paulo.
- ALMEIDA, F.F.M. de & LITWINSKI, N. - 1984 - Província Mantiqueira - Setor Setentrional. In: O pré-Cambriano do Brasil/coordenadores Almeida e Hasui - Edgard Blücher, pp.287-307. São Paulo.

- ANDRADE, A.R.F. & NUNES, A.B. - 1974 - Mapeamento geológico da Bacia do Rio Pardo. In: XXVIII Cong. Bras. Geol., Porto Alegre. Resumos das Comunicações, p.253-256.
- BARBOSA, A.L. de M.; GROSSI SAD, J.H.; TORRES, N.; VAZ DE MELLO, M.T. - 1966 - Description of the preliminary geologic map of the Middle Rio Doce. Intern. Field. Inst., pp. 111. 1-111.7. Washington.
- BARBOSA de DEUS, P. - 1976 - Projeto rochas alcalinas de Itarantim; relatório final. CBPM-SME, Salvador.
- BARBOSA, O. - 1954 - Évolution du Geosynclinal Espinhaço. Comptes Rendus, Section XIII, Fasc. XIV, pp.17-36, XIX Congr. Geol. Int. Argélia.
- BESANG, C. et alii. 1977 - Radiometrische Alterbestimmungen an Gesteinen aus Minas Gerais und Espírito Santo/Brasilien. Geol. Jb. 24:149-179. Hannover.
- BLITZKOW, D.; GASPARINI, P.; SÁ, N.C. de & MANTOVANI, M.S.M. - 1979 - Crustal structure of Southeastern Minas Gerais, Brazil, deduced from gravity measurements. Rev.Bras.Geocien., São Paulo, 9(1):39-49, mar.
- BOSUM, W. - 1973 - O levantamento aeromagnético de Minas Gerais e Espírito Santo e sua sequência quanto à estrutura geológica. Rev. Bras. Geoc. 3(3):149-159. São Paulo.
- BRAJNIKOV, B. - 1953 - Sur la presence, au Brésil, de roches du type charnockite. C.R. Acad. Sci. Paris, 237:1258-1260. Paris.
- BRANDALISE, L.A.; RIBEIRO, J.H. & FERRARI, P.G. - 1976 - Projeto Vale do Paraíba do Sul. Rel. Final. Conv. CPRM/DNPM. 411p. Belo Horizonte (inédito).

- BRITO NEVES, B.B.; CORDANI, U.G. & TORQUATO, J.R.F. - 1980 - Evolução Geocronológica do Pré-cambriano no Estado da Bahia. In: Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia. Textos Básicos (H.A.V. INDA & F.B. DUARTE, orgs.), 3:1-101. SME-CPM, Salvador.
- CARVALHO, K.W.B. & GARRIDO, J.L.P. - 1966 - Reconhecimento geológico da bacia sedimentar Bahia sul/Espírito Santo. Petrobrás, DEXPRO, Rel. nº 2496, 77p.
- CETEC - 1980 - Levantamento Integrado de recursos naturais do Vale do Jequitinhonha, 205p. Belo Horizonte (inédito).
- CHATRIAN, N. - 1886 - Sur le gisement de diamant de Salobro, Brésil. Soc. Fr. Miner., Bull, t.9, p.302-305.
- COBRA, R.Q. - 1970 - Geologia da Área da SUDENE ao sul do Paralelo 16, Minas Gerais. SUDENE, Div. Geol., (relat. inéd.) Recife.
- CONVÊNIO Instituto de Geociências - Centro de Pesquisas Geocronológicas da USP - Projeto RADAM, Brasil, (inédito).
- CORDANI, U.G. - 1973 - Evolução geológica Pré-cambriana da faixa costeira do Brasil entre Salvador e Vitória. (Tese de livre docência) São Paulo IGUSP, 98p. (inédito).
- CORDANI, U.G.; DELHAL, J. & LEDENT, D. - 1973 - Orogêneses superposées dans le précambrien du Brésil sud-oriental. Rev. Bras. Geoc. 3(1):1-22. São Paulo.
- CORDANI, U.G.; BERNAT, M.; TEIXEIRA, W. & KINOSHITA, H. - 1974 - Idades Radiométricas das Rochas Alcalinas do Sul da Bahia. An. XXVIII Congr. Bras. Geol., Porto Alegre
- CORDANI, U.G. & IYER, S.S. - 1979 - Geochronological investigation on the Precambrian granulite terrains of Bahia, Brazil. Precambrian Research, 9:255-274.

- CORDANI, U.G. & TEIXEIRA, W. - 1979 - Comentários sobre as determinações geocronológicas existentes para as regiões das folhas Rio de Janeiro (SF-23), Vitória (SF-24) e Iguape (SF-23). Texto explicativo, pp.3-21. Brasília.
- CORDANI, U.G.; INDA, H.A.V. & HAMA, H. - 1979 - O Rejuvenescimento Brasileiro no Bloco do Gavião e no sistema de Dobramento Araçuaí. I Simpósio sobre Geologia do Cráton do São Francisco e suas Faixas Marginais.
- CORDANI, U.G.; NEVES, B.B. de B.; FUCK, R.A.; PORTO, R.; THOMAZ FILHO, A. & CUNHA, F.M.B. da - 1984 - Estudo Preliminar de Integração do Pré-cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras. Ciec. Tec. Petróleo - Petrobrás. Seção: Exploração Petróleo nº 15. 70p.
- COSTA, L.A.M. da - 1975 - Projeto Leste do Tocantins/Oeste do Rio São Francisco (LETOS). Rel. Final, DNPM/CPRM/PROSPEC. Petrópolis (inédito).
- COSTA, M.T. da & ROMANO, A.W. - 1976 - Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, (esc. 1:1.000.000, e nota explicativa). Instituto de Geociências Aplicadas de Minas Gerais (IGA). Belo Horizonte.
- DERBY, O.A. - 1905 - Lavras Diamantinas. Inst. Geogr. Hist. Bahia, Rev. v. 11, nº 30 p.113-153.
- EBERT, H. - 1957 - Beitrag zur Gliederung des Prakambriums in Minas Gerais. Geol. Rdsh., 45:471-519. Stuttgart.
- FONTES, C.Q.; FERRARI, P.G.; PEREIRA, A.D.C.; NETTO, C.; PEREIRA, F.S.; LIMA Jr., L.O.; COSTA, M.R.A.; BALTAZAR, O.F.; SILVA, S.L. da; VIEIRA, V.S. & RAMALHO, R. - 1978 - Projeto Jequitinhonha (esc. 1:250.000). DNPM-CPRM, relatório final. (inédito).
- FUJIMORI, S. - 1972 - Rochas alcalinas da Fazenda Hiassu, Itaju da Colônia. Bahia, Salvador, UFBA, Inst. Geociências, 123p., Salvador.

- GONÇALVES, J.C.; NEVES, J.P. & BRUNI, D.C. - 1977 - Projeto Sulfetões do Grupo Rio Pardo. Rel. Final. Salvador, CPRM, 4 v. (Convênio DNPM-CPRM).
- GORCEIX, H. - 1885 - Estudo sobre a monazita e a xenotima do Brasil. Ouro Preto, Escola de Minas, Anais, v.4, p.29-48.
- GROSSI SAD, J.H. - 1968 - Esboço Geológico ao Milionésimo do Estado de Minas Gerais. Edição do mapa: Soc. Bras. Geol./ Núcleo MG, - Fundação Gorceix. - sem texto. Belo Horizonte.
- GUIMARÃES, D. - 1925 - Jazida de ouro de Cuieté, no município de Caratinga, Estado de Minas Gerais. Bol. 13:5-36, Serv. Geol. Min. Brasil, Rio de Janeiro.
- GUIMARÃES, D. - 1951 - Arqui-Brasil e sua evolução geológica, B. Div. Fom. Prod. Min. Dep. Nac. Prod. Min., Rio de Janeiro, n.88. 314p.
- GUIMARÃES, D. - 1961 - Origem dos charnokitos. Soc. Bras. Geol., Bol. (10(2):5-38, São Paulo.
- HAFNER, W. - 1951 - Stress distributions and faulting. Geol. Soc. Amer-Bull; v. 62; nº 4, 377-398.
- HARALYI, N.L.E.; DAVINO, A. & MELLO, M.P. de - 1978 - Esboço da Carta Gravimétrica Bouguer da Região Costeira Oriental do Brasil. Soc. Bras. Geol., Anais do XXX Cong. Bras. Geol., 5:2278-84. Recife.
- HARALYI, N.L.E. & HASUI, Y. - 1981 - Anomalias Graviométricas e Estruturas Maiores do Sul de Goiás. In: SIMPÓSIO GEOLOGIA CENTRO-OESTE, 1, Goiânia. Ata. Goiânia, SBG. 1981. p.73-92.
- HARALYI, N.L.E. & HASUI, Y. - 1984 - Interpretation of Gravity and Magnetic data old Cratonic áreas in east-central Brazil. Res. For 52th Soc. Expl. Geoph. Annual Meeting. Dallas, USA. (inédito)
- HARALYI, N.L.E. & HASUI, Y. - 1982 - The Gravimetric Information and the Archean-Proterozoic Structural Framework of Eastern Brazil. Rev. Bras. Geoc., 12(1-3):160-6

- HARTT, C.F. - 1870 - *Geology and Physical Geography of Brazil*.
2^a ed., 1975, Robert Krieger Publ. 620pp, New York.
- HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M. de. & BRITO NEVES, B.B. de - 1978 -
As Estruturas Brasileiras. An. XXX Congr. Bras., Geol.,
5:2-423 a 2-437, Recife.
- HENDERSON, J.B.; CALDWELL, W.G.E. & HARRISON, J.E. - 1980 -
Igneous and high-grade metamorphic rocks. North American
Commission on Stratigraphical Nomenclature. Geol. Soc. Amer.
Bull., Part 1(9):374-376.
- HETTICH, M. - 1975 - Zur Genese des Macaúbas und Geologie des
Gebietes nördlich der Serra Negra (Minas Gerais, Brasilien).
Geol. Jb. B. 14_47, Hannover.
- HOLDAWAY, M.J. - 1971 - Stability of andalusite and the
aluminum silicate phase diagram. Am. J.Sci., 271:97-131.
- INDA, H.A.V. - 1979 - Geologia e Recursos Minerais da Bahia;
textos básicos. Secretaria de Minas e Energia/Coordenação
da Produção Mineral, Salvador.
- INDA, H.A.V. et alii - 1984 - O Cráton de São Francisco e a
Faixa de Dobramentos Araçuaí. In: SCHOBENHAUS, C. - Geologia
do Brasil - DNPM.
- INDA, H.A.V. & BARBOSA, J.F. - 1978 - Mapa Geológico do Estado
da Bahia (esc. 1:1.000.000) e Texto Explicativo. SME.CPM,
Salvador.
- KARFUNKEL, B. & KARFUNKEL, J. - 1976a - Estudos Petro-
faciológicos do Grupo Macaúbas na Porção Mediana da Serra do
Espinhaço, Minas Gerais. Soc. Bras. Geol., An. XXIX Cong.
Bras. Geologia, 2:179-88. Ouro Preto, MG.

- KARFUNKEL, B. & KARFUNKEL, J. - 1976b - Geologia da Serra do Espinhaço no norte de Minas Gerais (Itacambira-Botumirim). An. XXIX Cong. Bras. Geol., 2:169-178. Ouro Preto, MG.
- KARFUNKEL, B. & KARFUNKEL, J. - 1977 - Fazielle Entwicklung der Espinhaço-Zone mit besonderer Berücksichtigung des Tillit - Problems (Minas Gerais, Brasilien). Geol. Jb. 24:3-39. Hannover.
- LA ROCHE, H. de - 1968 - Comportement géochimique différentiel de Na, K et Al dans les formations volcaniques et sédimentaires. Un guide pour l'étude des formations métamorphiques et plutoniques. C.R. Acad. Sc. Paris, Série D, 267:39-42.
- LA ROCHE, H. de; AUTRAN, A.; CHANTRAINE, J. & MOINE, B. - 1974 - Études géochimiques associées à la cartographie géologique: Essai de reconstitution des séries antémétamorphiques dans le domaine des ferrilles 1:50.000 Bourgneuf et Ambazac. Bull. BRGM, série 2, IV(2):109-24.
- LEONARDOS, O.H. & FYFE, E.S. - 1974 - Ultrametamorphism and Melting of a Continental Margin: The Rio de Janeiro Region, Brazil. Contr. Mineral. Petrol., 46:201-14.
- LEONARDOS, O.H.; FYFE, W.S. & FUCK, R.A. - 1976 - Panafrican Thrusting and Melting within the Brazilian Continental Margin. An. Acad. Bras. Ciênc., 48(suplem.).
- LIMA, J.O.A. de et alii. - 1974 - Setor G da Geotransversal E-W. Mapa Geológico. Convênio DNPM/EFMOP.
- LOBATO, L.M.; FORMAN, J.M.A.; FUZIKAMA, K.; FYFE, W.S. & KERRICH, R. - 1982 - Uranium Enrichment in Archean Basement: Lagoa Real, Brazil. Rev. Bras. Geoc., 12(1-3):484-6.
- MASCARENHAS, J. de F. - 1973 - A geologia do centro-leste do Estado da Bahia. Soc. Bras. Geol., An. XXVII Congr. Bras. Geol., 2:35-66. Aracajú.

MASCARENHAS, J. de F. - 1979 - Evolução geotectônica do pré-Cambriano do Estado da Bahia. In: Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia. Textos Básicos, (H.A.V. INDA, org), 2:57-157. SME-CPM, Salvador.

MASCARENHAS, J. de F.; PEDREIRA, A.J. de C.L.; GIL, C.A.A.; NEVES, J.P. das; OLIVEIRA, J.E. de; SILVA FILHO, M.A. da; & MARINHO, M.M. - 1974 - Projeto Sul da Bahia, vol. 1, 324p. Rel. Final, v. V, Folha SE. 24-V-B. Conv. DNPM/CPRM. Salvador (inédito).

MASCARENHAS, J. de F.; PEDREIRA, A.J.; GIL, C.A.; NEVES, J.P.; OLIVEIRA, J.E.; SILVA FILHO, M.A. & MARINHO, M.M. - 1976 - Geologia da região centro-oriental da Bahia; Projetos Bahia, Bahia II e Sul da Bahia, Rel. Integrado. Salvador, CPRM, 2 v. (Convênio DNPM/CPRM).

MASON, B.H. - 1917 - Princípios de Geoquímica - Tradução de Rui Ribeiro Branco. São Paulo, Polígono, Editora da USP.

MEHNERT, K.R. - 1971 - Migmatites and the Origin of Granitic Rocks. 2ª ed., Elsevier, Amsterdam. 405p.

MIYASHIRO, A. - 1973 - Metamorphism and metamorphic Belts. George Allen & Unwin Publ., London. 492p.

MOINE, B. - 1969 - Ortoamphibolites et formations métasédimentaires calco-magnésiennes de la région d'Ambatofinandrahana (Madagascar). Contribution au problème de l'origine des amphibolites. Sci. de la Terre, XIV(2):107-38.

MOINE, B. - 1971 - Caractères de sédimentation et de métamorphisme des séries précambriennes épizonales à catozonales du Centre de Madagascar. Sci. de la Terre, Mémoire 31, 1974.

MONTEIRO, R.L.B.P.; PEDROSA SOARES, A.C.; CORREIA NEVES, J.M. & COSTA, A.G. - 1985 - Evidências da Para-Derivação das Rochas cálcio-silicáticas Scheelitíferas e Metamórficas Associadas na Região do Médio Jequitinhonha - MG. (em elaboração).

- MOODY, J.D. & HILL, M.J. - 1956 - Wrench-Fault Tectonics. Bull. Geol. Soc. América, v. 67, 1207-1248.
- MOODY, J.D. - 1973 - Petroleum Exploration Aspects of Wrench - Fault Tectonics. Amer. Assoc. Petrol. Geol., v. 57, nº 3, 449-476.
- MORAES, L.J. de - 1929 - Geologia da Região Diamantina de Minas Gerais, Relat. Anual do Diretor do Serv. Geol. e Min., (1928):29-34.
- MORAES, L.J. de - 1937 - Geologia Econômica do Norte de Minas Gerais; SFPM-DNPM, Bol. 19, 192p.:7-111
- MORAES, L.J. de & GUIMARÃES, D. - 1930 - Geologia da Região Diamantífera do Norte de Minas Gerais. Acad. Bras. Ciên., II(3):153-86.
- OLIVEIRA, F.P. - 1901 - The diamond deposits of Salobro, Brazil. Engng. Min. Journal, v. 72, p. 635-636.
- OLIVEIRA, F.P. - 1925 - Jazidas de diamante do Salobro. Brasil, Serv. Geol. Miner. Bol. nº 13 p.103-111.
- OLIVEIRA, A.I. & LEONARDOS, O.H. - 1940 - Geologia do Brasil. (Com. Bras. Centenário Portugal) Rio de Janeiro, 472p.
- PEDREIRA, A.J. - 1979 - Bacia Metassedimentar do Rio Pardo. In: Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia. Textos Básicos, (H.A.V. INDA, org.), 2:3-21. SME-CPM, Salvador.
- PEDREIRA, A.J.; SOUTO; R.G. & AZEVEDO, H. - 1969 - Metassedimentos do Grupo Rio Pardo, Bahia-Brasil. An XXIII Congr. Bras. Geol., pp. 87-99, Salvador.
- PEDREIRA, A.J.; CORDANI, U.G.; IYER, S.S.; CAMPOS, D.A. & CAMPOS, D.R.B. - 1976 - Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo; folha Salvador, SD.24. Texto explicativo - Brasília, DNPM, 127p., mapa anexo.

- PEDREIRA, A.J.; KISHIDA, A.; TORQUATO, J.R. & MASCARENHAS, J.F. - 1978 - Inventário e reavaliação do conhecimento geológico da parte central do Cráton do São Francisco. Publ. Esp. 3:67-154. Núcleo da Bahia, Soc. Bras. Geol., Salvador.
- PEDROSA SOARES, A.C. - 1984 - Metamorfismo, Granitogênese e Mineralizações Associadas na Região de Coronel Murta, NE de Minas Gerais, Brasil - Tese de Mestrado. Universidade de Brasília - Departamento de Geociências, 171p. (inédito).
- SÁ, J.H. da S. - 1977 - Pegmatitos Litíferos da Região de Itinga - Araçuaí, Minas Gerais. Tese de Doutorado, IG - Univ. de São Paulo, 104p. (inédito).
- SÁ, J.H. da S. & KAWASHITA, K. - 1976 - Idades Rb/Sr de rochas do Grupo Macaúbas, MG. Bol. Esp. 1:220, XXXIX Congr. Bras. Geol., Ouro Preto, MG.
- SCHERMERHON, L.J.C. - 1981 - The West Congo Orogen: a key to Pan-African tectonism. Geol. Rundschau, 70(3):850-867.
- SCHOUBBENHAUS et alii - 1984 - Geologia do Brasil: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais: escala 1:2.500.000 - DNPM.
- SCHOLL, W.U. - 1972 - Der Südwestliche Randbereich der Espinhaço-Zone, Minas Gerais, Brasilien. Geol. Rundschau, 61:201-216, Stuttgart.
- SIGA Jr., O.; TEIXEIRA, W.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. & DELHAL, J. - 1982 - O Padrão Geológico-Geocronológico das Rochas do Alto Grau da Parte Setentrional da Faixa Ribeira, a Norte do Rio de Janeiro, Brasil. 5º Cong. Latino americano de Geologia, Actas, I:349-70. Buenos Aires.

- SILVA FILHO, M.A. de & LEAL, R.A. - 1978 - O Cráton do São Francisco no extremo nordeste da Bahia, An. XXX Congr. Bras. Geol., 1:444-451, Recife.
- SILVA FILHO, M.A.; MORAES FILHO, O.; GIL, C.A. & SANTOS, R.A. - 1974 - Projeto Sul da Bahia. Rel. Final (Geologia da folha SD.24-Y-D) Salvador, CPRM vol. I. (Convênio DNPM-CPRM).
- SILVA, J.N. & FERRARI, P.G. - 1976 - Projeto Espírito Santo, Rel. Final. Conv. DNPM/CPRM. Belo Horizonte (inédito).
- SIQUEIRA FILHO, J. de - 1974 - Aspectos da geologia geral e econômica da área do polígono da região cacauzeira - Itabuna - Bahia. SUDENE, B. Rec. Nat. v. 12, nº 1, p.37-76.
- SIQUEIRA, L.P.; GONÇALVES, J.C. & NEVES, J.P. - 1978 - Geossinclinal do Rio Pardo - novas considerações sobre a geologia da bacia metassedimentar do baixo rio Pardo, Bahia. In: XXX Congr. Bras., Geol., Recife. Anais, vol. 1, p.452-466.
- SOUTO, P.G. - 1973 - Geologia e Petrologia da área de Potiraguá Bahia, Brasil, São Paulo. Univ. de São Paulo. Tese de Mestrado (inédito), 180p. - São Paulo, SP.
- SOUTO, P.F.; BEZERRA, J.C.; SAMPAIO, E.E. & VILAS-BOAS, G. - 1971a - Geologia da folha de Mascote Noroeste. Itabuna, CEPEC-CEPBAC, Bol. Tec. nº 12, 23p.
- SOUTO, P.G.; AZEVEDO, H.C.A. & BEZERRA, J.C. - 1971b - Geologia da folha de Potiraguá nordeste. Itabuna, CEPEC-CEPLAC, Bol. Téc. nº 15, 35p.
- SOUTO, P.G.; AZEVEDO, H.C.A. & PEDREIRA, A.J. - 1972 - Geologia da Folha de Camacã sudoeste. Itabuna, CEPEC-CEPLAC, Bol. Téc. nº 20, 32p.
- TEIXEIRA, U. - 1976 - Análises publicadas na Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo - Folha Salvador - In: Texto Explicativo - 80-24. Brasília.

- TOLENTINO, J. de A. - 1984 - Metodologia e Estudos Integrados para Prospeção Estratégica Regional de Urânio. Tese de Mestrado, UFMG - Dep. de Eng. Nuclear. Belo Horizonte.
- TORREND, C. - 1925a - Os diamantes do Salobro (município de Canavieiras). Bahia. Secr. Agric. Ind. Com. Viação Obr. Publ. Bol. 4-9, p.30-31.
- TORREND, C. - 1925b - A região do alto rio Pardo; viagem de Canavieiras ao Jacarandã, visita aos garimpos do Salobro. Bahia, Secr. Agric. Ind. Com. Viação Obr. Publ., Bol. 10-12, p.8-19.
- TROMPETTE, R. - 1982 - Brasil e a Margem Atlântica da África, no Proterozóico Superior. Importância do Fraturamento Espinhaço (Kibariano) . An. XXXII Congr. Bras. Geologia - vol. 1, 386-394. Salvador, Bahia.
- TURNER, F.J. - 1981 - Metamorphic Petrology - mineralogical, field and tectonic aspects. 2ª ed. rev., McGraw-Hill Book Co., New York. 524p.
- VIVEIROS, J.F.M.; SÁ, E.L.; VILELA, O.V.; SANTOS, O.M.; MOREIRA, J.M.P.; HOLDER NETO, F. & VIEIRA, W.S. - 1978 - Geologia dos Vales dos Rios Peixe Bravo e Alto Vacaria, Norte de Minas Gerais. Soc. Bras. Geol., Anais do XXX Congr. Bras. Geol., 1:243-54.
- WEAVER, B.L. - 1980 - Rare-earth element geochemistry of Madras granulites-Cont. Mineral. Petrol.. 71:271-279.
- WINKLER, H.G.F. - 1976 - Petrogenesis of Metamorphic Rocks. 3 ed., Springer Verlag, 254p. New York.

APÊNDICE

QUADROS E MAPAS

QUADRO V.1. - Dados geoquímicos de rochas do Complexo
Jequitinhonha e complexo Itambê

Amostra	PF%	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	CaO%	MgO%	SrO%	Mn%	K ₂ O%	Na ₂ O%	ZrO ₂ %	BaO%
NL-130	1,07	18,58	58,83	9,14	1,00	1,01	3,90	-	0,12	4,13	-	<0,50	0,10
NL-132A	0,43	14,19	66,91	4,81	1,20	3,53	0,72	<0,01	-	4,16	3,10	<0,50	0,11
NL-132B	1,30	15,34	61,83	7,50	1,79	2,99	2,30	<0,01	-	2,44	3,17	0,50	0,10
NL-311	0,50	12,62	56,62	6,90	1,02	18,02	2,09	-	0,60	0,02	0,26	<0,50	-
NL-312A	2,08	13,84	66,10	6,84	1,58	0,82	2,11	<0,01	-	3,52	2,46	<0,50	-
NL-312B	0,70	13,02	72,90	2,13	0,60	1,03	0,56	<0,01	-	6,08	2,46	<0,50	0,08
NL-313A	0,40	13,94	58,50	4,69	0,80	18,48	1,55	<0,01	0,54	0,02	-	-	-
NL-313B	1,25	15,55	59,20	59,20	1,20	2,99	3,83	<0,01	0,09	3,92	2,43	<0,50	-
NL-314	1,46	18,43	50,87	8,61	2,45	7,49	3,28	<0,01	0,88	-	3,01	<0,50	-
NL-138	2,55	2,76	43,01	5,19	0,20	23,50	20,31	<0,01	0,10	1,64	-	-	-
NL-324A	0,44	11,05	71,82	4,22	1,20	5,05	1,60	-	0,09	1,42	2,49	<0,50	-
NL-324B	0,55	13,79	66,45	5,65	1,20	3,72	2,31	<0,01	-	2,26	3,90	<0,50	0,03
NL-324C	0,94	13,08	73,03	4,89	0,73	2,83	2,03	<0,01	0,05	0,06	2,78	<0,70	-
NL-325A	0,95	17,83	56,83	10,14	1,11	2,75	4,50	-	0,12	2,86	-	<0,70	-
NL-325B	1,72	19,40	53,20	10,93	1,55	2,38	4,99	<0,01	0,13	2,89	2,09	<0,07	-
NL-325D	0,94	15,05	64,75	7,43	1,11	1,40	2,94	<0,01	0,09	3,72	-	<0,70	-
NL-316	1,59	-	57,90	9,49	1,60	1,12	3,90	<0,01	0,11	4,16	1,66	<0,70	-
NL-317A	0,88	14,17	38,59	16,63	3,32	11,40	6,88	<0,01	0,22	4,28	2,74	<0,50	-
NL-317B	0,25	9,28	76,46	3,10	0,30	1,34	-	<0,01	0,03	5,30	3,07	<0,50	-
NL-318	1,54	20,36	57,95	8,63	1,17	1,11	3,37	<0,01	0,10	3,53	1,24	<0,50	-
NL-319	3,43	15,30	57,02	7,69	1,21	4,09	4,06	<0,01	0,07	3,52	2,75	<0,70	-

Continuação do Quadro V.1. ...

Amostra	PF%	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	CaO%	MgO%	SrO%	Mn%	K ₂ O%	Na ₂ O%	ZrO ₂ %	BaO%
NO-58	1,30	12,87	67,84	4,79	1,00	1,58	0,63	<0,05	0,05	5,00	3,03	<0,34	-
NO-59	0,84	12,21	69,68	5,21	0,67	1,83	0,56	<0,05	0,04	4,82	2,59	<0,34	-
NO-62	0,80	12,08	73,18	3,06	0,55	0,35	0,28	-	0,02	-	2,09	<0,34	-
NO-63A	1,23	11,29	76,42	1,64	0,22	0,85	0,41	<0,05	0,03	4,79	1,99	<0,34	-
NO-63B	1,27	9,74	75,86	2,80	0,22	2,17	-	<0,05	0,07	5,30	1,01	<0,34	-
NO-67	0,74	12,00	73,50	2,69	<0,17	-	-	<0,05	-	5,42	3,24	<0,34	-
NO-68	2,36	15,88	66,07	4,21	1,40	0,21	0,95	-	0,03	5,60	-	<0,34	-
NO-68A	1,97	23,78	38,12	8,50	2,34	21,34	1,03	<0,05	0,33	0,27	0,57	<0,34	-

QUADRO V.2. Dados geoquímicos para rochas do "Grupo Macaúbas"

Amostra	PF%	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	CaO%	MgO%	SrO%	Mn%	K ₂ O%	Na ₂ O%	ZrO ₂ %	BaO%
NL-306	1,50	15,56	63,21	7,54	1,21	1,21	3,13	<0,01	0,07	3,61	2,22	<0,70	-
NO- 25	2,44	17,47	65,11	6,07	1,42	0,95	3,45	<0,05	0,07	0,20	1,75	<0,34	-
NO- 26	4,19	14,59	60,60	7,26	1,33	1,27	2,95	<0,05	0,09	3,55	2,16	<0,34	-
NO- 28	1,58	12,33	69,10	5,11	1,25	1,36	2,12	<0,05	0,06	2,35	3,24	-	-
NO- 29	18,80	6,93	39,80	3,90	0,67	23,44	1,82	0,06	0,06	1,75	1,55	-	-
NO- 31	4,82	2,26	74,04	13,26	0,25	0,91	1,19	<0,05	-	0,69	-	<0,34	-
NO- 32	0,31	0,13	86,76	11,54	0,17	0,10	-	<0,05	-	0,05	-	-	-
NO- 35	3,52	28,42	41,37	9,76	1,92	0,63	4,56	<0,05	-	6,11	2,53	<0,34	-
NO- 37A	1,98	1,17	92,84	1,57	0,25	0,03	0,17	-	-	0,53	-	-	-
NO- 46	1,11	10,24	70,74	4,61	0,83	8,05	1,26	<0,05	0,38	1,78	-	<0,34	-

QUADRO V.3. - Dados geoquímicos para "rochas granitóides", charnockitos de Padre Paraíso e outras

Amostra	PF%	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	CaO%	MgO%	SrO%	Mn%	K ₂ O%	Na ₂ O%	ZrO ₂ %	BaO%
NL-140	0,43	14,31	71,60	1,54	-	2,47	0,35	<0,01	-	4,43	4,03	-	0,22
NL-141	0,53	14,80	71,23	1,30	0,24	2,40	0,14	<0,01	-	5,30	3,84	-	0,03
NL-145	0,62	15,07	69,80	1,67	-	3,32	0,37	<0,01	0,02	4,10	4,15	<0,50	0,04
NL-142	0,39	14,39	70,05	2,58	0,40	2,60	0,41	<0,01	-	5,12	3,44	<0,50	-
NL-168A	1,10	14,69	63,65	4,09	1,58	4,81	0,98	<0,01	-	5,24	3,17	<0,50	-
NL-170	0,63	14,16	69,73	2,81	0,40	-	0,41	<0,01	-	5,96	3,30	<0,50	0,07
NL-171	0,65	14,19	70,21	2,92	0,20	1,82	0,22	<0,01	0,05	5,36	3,64	<0,50	0,09
NL-101A	0,67	14,56	69,02	2,29	0,80	2,56	0,59	-	-	4,76	-	<0,50	-
NL-101B	0,62	13,79	72,00	1,78	0,60	1,09	0,46	<0,01	-	-	2,66	<0,50	-
NL-102	0,47	14,71	72,30	1,71	0,30	1,79	0,33	<0,01	-	2,53	3,91	<0,50	-
NL-104	1,50	14,63	70,38	1,31	0,20	1,67	0,30	<0,01	-	4,34	3,77	<0,50	-
NL-106	1,03	14,77	70,81	1,51	0,20	1,35	0,35	<0,01	0,03	5,78	3,71	<0,50	0,03
NL-107	0,74	14,94	69,55	1,82	0,20	2,06	0,36	<0,01	0,03	6,68	3,30	<0,50	0,02
NL-109	0,57	16,70	68,64	1,35	0,40	2,15	0,25	<0,01	0,02	5,36	-	<0,50	0,08
NL-110	1,05	16,09	63,49	4,68	1,20	2,43	0,93	<0,01	0,04	5,72	2,56	<0,50	-
NL-112	1,25	15,13	67,04	4,44	1,03	2,88	0,96	<0,01	-	5,21	2,63	<0,50	-
NL-114B	0,54	14,92	69,08	2,49	0,37	1,69	0,46	<0,01	0,05	4,76	4,25	<0,50	-
NL-116	0,67	14,01	71,16	1,56	0,40	1,25	0,24	-	0,02	7,29	2,90	-	-
NL-121	0,82	14,03	73,39	1,64	0,24	-	0,29	-	-	6,50	2,94	-	-
NL-121B	0,85	14,63	71,70	0,64	<0,17	0,94	0,25	<0,01	-	5,96	2,83	<0,50	-

Continuação do Quadro V.3. ...

Amostra	PF%	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	CaO%	MgO%	SrO%	Mn%	K ₂ O%	Na ₂ O%	ZrO ₂ %	BaO%
NL-122	0,80	14,31	71,99	2,04	0,29	1,09	0,32	-	-	6,02	2,94	<0,70	-
NL-126	0,64	13,59	71,03	0,96	0,32	1,85	0,25	<0,01	0,01	5,36	3,44	-	-
NL-300	0,73	15,63	68,85	3,27	0,48	3,46	0,97	<0,01	0,04	2,19	3,48	-	0,11
NL-301B	0,64	9,91	73,32	4,78	0,86	6,02	1,38	<0,01	0,13	1,17	-	<0,50	-
NL-302	0,55	14,59	57,90	7,59	1,02	7,49	2,02	<0,01	0,06	2,89	3,24	<0,50	-
NL-304E	1,02	14,19	63,10	5,24	0,80	6,22	-	<0,01	0,07	5,18	3,30	<0,50	0,09
NL-305A	0,70	14,19	66,28	4,83	0,58	3,85	0,24	<0,01	-	6,18	2,72	<0,70	0,31
NL-125	0,59	14,55	73,34	1,71	0,37	1,64	0,20	<0,01	0,02	5,18	2,93	-	-
NL-308C	0,82	13,79	72,36	1,81	0,44	1,49	0,16	-	-	5,83	3,07	<0,70	-
NL-308D	0,85	15,07	52,31	10,30	2,71	-	3,48	<0,01	0,13	2,51	2,56	<0,70	-
NL-308E	0,43	13,33	72,60	1,77	-	1,91	0,14	-	0,01	6,34	2,75	-	-
NL-309A	1,40	12,81	66,10	6,25	1,26	1,67	2,24	<0,01	0,09	6,02	1,95	<0,70	-
NL-309C	0,75	8,98	77,25	3,87	0,97	2,41	1,45	<0,01	0,07	1,55	1,87	<0,70	-
NL-309D	0,74	8,89	76,80	5,06	1,02	1,20	1,55	<0,01	0,04	2,26	1,95	<0,70	-
NO- 81	0,43	12,62	73,28	1,50	<0,17	1,72	0,11	<0,05	0,11	4,28	3,84	-	-
NL-320	0,61	16,43	48,45	7,48	1,83	9,16	3,53	<0,01	0,08	7,29	2,76	-	-
NL-304F	1,39	14,32	65,80	5,03	0,63	4,20	0,30	<0,01	0,07	5,36	2,63	<0,70	0,11

QUADRO V.4. - Dados calculados para o "Diagrama La Roche" de amostras de gnaisses e rochas calciossilicáticas do Complexo Jequitinhonha (a) e complexo Itambé (b).

(a)

Amostra	Al%	K%	Na%	Al mag	K mag	Na mag	$\frac{Al}{3} - K$	$\frac{Al}{3} - Na$	Observações
NL-130	9,83	3,43	0	364	88	0	33	121	Gnaisse bandado
NL-132A	7,51	2,03	2,35	2,78	52	102	41	-9	Gnaisse bandado leucossoma
NL-132B	8,12	3,45	2,30	300	88	100	12	0	Gnaisse bandado melanossoma
NL-311	6,68	0,02	0,19	247	0,4	8	82	74	Gnaisse bandado banda calciossilicática
NL-312A	7,32	2,92	1,82	271	75	73	15	17	Transição de gnaisse para graptóide (gnaisse leucoxiático)
NL-312B	6,89	5,05	1,82	255	129	79	-44	6	Transição de gnaisse para graptóide (granitóide)
NL-313A	7,38	0	0	273	0	0	91	91	Gnaisse bandado calciossilicático
NL-313B	8,23	3,26	1,80	305	84	78	18	24	Gnaisse bandado calciossilicático
NL-314	9,75	0	2,23	361	0	97	120	23	Xenólito de calciossilicático no granito de Pedra Azul
NL-138	1,46	1,36	0	54	35	0	-17	18	Calciossilicático Complexo Jequitinhonha
NL-324A	5,85	1,18	1,85	2,17	30	80	42	-8	Gnaisse bandado rico em material quartzo-feldspático
NL-324B	7,30	1,88	2,89	270	48	126	42	-35	idem
NL-324C	6,92	0,05	2,06	256	2	90	83	-5	idem
NL-325A	9,43	2,37	0	349	61	0	55	116	gnaisse bandado melanocrático
NL-325B	10,27	2,40	1,55	330	61	67	66	60	idem
NL-325D	7,97	3,09	0	295	79	0	19	98	idem

Obs.: mag = miliatomogramas

Continuação Quadro V.4.

(b)

Amostra	Al%	K%	Na%	Al mag	K mag	Na mag	$\frac{Al}{3}-K$	$\frac{Al}{3}-Na$	Observações
NL-316	0	3,45	1,23	0	88	53	-88	-53	Gnaiss biotítico
NL-317A	7,50	3,55	2,03	278	91	88	2	5	Gnaiss bandado banda anfibolítica
NL-317B	4,90	4,40	2,28	182	113	99	-52	-38	Gnaiss bandado banda leucocrática
NL-318	10,78	2,93	0,92	399	75	40	58	93	Biotita-xisto com transposição
NL-319	8,10	2,92	2,04	300	75	89	25	11	Biotita-xisto
NO-58	6,81	4,15	2,25	252	106	98	-22	-14	Biotita-xisto
NO-59	6,46	4,00	1,92	239	103	83	-23	-3	Biotita-gnaiss bandado
NO-62	6,39	0	1,55	237	0	67	79	12	Quartzo-gnaiss
NO-63A	5,98	3,98	1,47	221	102	64	-28	10	Pegmatito
NO-63B	5,15	4,40	0,75	191	113	33	-49	31	Calcio-silicática
NO-67	6,35	4,50	2,40	235	115	104	-37	-26	Anfibolito
NO-68	8,40	4,65	0	311	119	0	-15	104	Mica-xisto
NO-68A	12,59	0,22	0,48	466	6	18	149	137	Calcio-silicática

Obs.: mag = miliatomogramas

QUADRO V.5. - Dados calculados para o "Diagrama La Roche
referentes a rochas do "Grupo Macaúbas

Amostra	Al%	K%	Na%	Al mag	K mag	Na mag	$\frac{Al}{3}-K$	$\frac{Al}{3}-Na$	Observações
NL-306	8,24	3,00	1,65	305	77	72	25	30	Mica-xisto
NO-25	9,25	0,17	1,30	343	4	56	110	58	Quartzo biotita- xisto com cordie- rita
NO-26	7,72	2,95	1,60	286	76	70	19	25	Xisto calcífero
NO-28	6,53	1,95	2,40	242	50	104	31	-23	Quartzo biotita xisto
NO-29	3,67	1,45	1,15	136	37	50	8	-5	Quartzo-biotita xisto calcífero
NO-31	1,20	0,57	0	44	15	0	0	15	Mica-xisto com feldspatização
NO-32	0,07	0,04	0	3	1	0	0	1	Mica-xisto feldspatizado
NO-35	15,04	5,07	1,88	557	130	82	56	104	Quartzo-granada cordierita-xisto
NO-37A	0,62	0,44	0	23	11	0	-3	8	Rocha silicosa, extremamente sulfetada
NO-46	5,42	1,48	0	201	38	0	29	67	Calciossilicáti- ca

Obs.: mag = miliatomogramas

QUADRO V.6. - Dados calculados para o "Diagrama La Roche" referentes a "rochas granitoides", charnockitos de Pe Paraíso e outras

Amostra	Al%	K%	Na%	Al mag	K mag	Na mag	$\frac{Al}{3} - K$	$\frac{Al}{3} - Na$	Observações
NL-140	7,57	3,68	2,99	280	94	130	-1	-37	Granitóide
NL-141	7,83	4,40	2,85	290	113	124	-16	-27	
NL-145	7,98	3,40	3,08	295	87	134	11	-36	
NL-142	7,62	4,25	2,55	2,82	109	111	-15	-17	
NL-168A	7,77	4,35	2,35	288	111	102	-15	-6	
NL-170	7,49	4,95	2,45	278	127	106	-34	-13	
NL-171	7,51	4,45	2,70	278	114	117	-21	-24	
NL-101A	7,71	3,95	0	285	101	0	-6	95	
NL-101B	7,30	0	1,97	270	0	86	90	4	Faixa mesocrática no granitóide
NL-102	7,79	2,10	2,90	288	54	126	42	-30	
NL-104	7,74	3,60	2,80	287	92	122	4	-26	
NL-106	7,82	4,80	2,75	289	123	120	-27	-24	
NL-107	7,91	5,55	2,45	293	142	106	-44	-8	
NL-109	8,84	4,45	0	328	114	0	-5	109	
NL-110	8,52	4,75	1,90	315	122	83	-17	22	
NL-112	8,01	4,32	1,95	297	111	85	-12	14	
NL-114B	7,90	3,95	3,15	292	101	137	-4	-40	
NL-116	7,41	6,05	2,15	275	155	93	-63	-1	
NL-121	7,43	5,40	2,18	275	138	95	-46	-3	
NL-121B	7,74	4,95	2,10	287	127	91	-31	5	
NL-122	7,57	5,00	2,18	280	128	95	-36	-2	

Obs.: mag = miliatomogramas

Continuação - Quadro V.6.

Amostra	Al%	K%	Na%	Al mag	K mag	Na mag	$\frac{Al}{3} - K$	$\frac{Al}{3} - Na$	Observações
NL-126	7,19	4,45	2,55	266	114	111	-25	-22	
NL-300	8,27	1,82	2,58	306	47	112	55	-10	Gnaiss - Gov. Valadares
NL-301B	5,24	0,97	0	194	25	0	40	65	Gnaiss-granito a 5 km de Teófilo Otoni
NL-302	7,72	2,40	2,40	286	61	104	34	-9	Granito-gnaiss a 1 km de Teófilo Otoni
NL-304E	7,51	4,30	2,45	278	110	106	-17	-13	Charnockito
NL-304F	7,58	4,45	1,95	281	114	85	-20	9	Charnockito
NL-305A	7,51	5,13	2,02	278	132	88	-39	5	Charnockito
NL-125	7,70	4,30	2,17	285	110	94	-15	1	
NL-308C	7,30	4,84	2,28	270	124	99	-34	-9	Dique
NL-308D	7,98	2,08	1,90	295	53	83	45	15	
NL-308E	7,06	5,26	2,04	261	135	89	-48	-2	
NL-309A	6,78	5,00	1,45	251	128	63	-44	21	
NL-309C	4,75	1,29	1,39	176	33	60	26	-1	
NL-309D	4,70	1,88	1,45	174	48	63	10	-5	
NO-81	6,68	3,55	2,85	247	91	124	-9	-42	
NL-320	8,70	6,05	2,05	322	155	89	-48	18	Granulito do embas. Bacia Rio Pardo

Obs.: mag = miliatomogramas

QUADRO V.7.. - Dados calculados para o "Diagrama Moine" $\left(\frac{Al + Fe + Ti}{3} - K\right) \times \left(\frac{Al + Fe + Ti}{3} - Na\right)$ referentes a amostras de gnaisses e rochas calciossilicáticas do Complexo Jequitinhonha(a) e complexo Itambê(b).

(a)

Amostra	Fe%	Ti%	Al mag	Fe mag	Ti mag	K mag	Na mag	$\frac{Al+Fe+Ti}{3}-K$	$\frac{Al+Fe+Ti}{3}-Na$	Observações
NL-130	6,39	0,60	364	114	12	88	0	75	163	Gnaiss bandado
NL-132A	3,36	0,72	278	60	15	52	102	66	16	Gnaiss bandado leucossoma
NL-132B	5,25	1,07	300	94	22	88	100	51	39	Gnaiss bandado melanossoma
NL-311	4,83	0,61	247	86	13	0	8	115	107	Gnaiss bandado banda calciossilicática
NL-312A	4,78	0,95	271	85	20	75	73	50	52	Gnaiss bandado melanossoma
NL-312B	1,50	0,36	255	27	7	129	79	-32	17	Gnaiss bandado leucossoma
NL313A	3,28	0,48	273	59	10	0	0	111	111	Gnaiss bandado banda calciossilicática
NL-313B	4,43	0,72	305	86	15	84	78	51	57	Gnaiss bandado banda calciossilicática
NL-314	6,02	1,47	361	107	31	0	97	166	69	Xenólito de calciossilicática no granito
NL-138	3,63	0,12	54	65	2	35	0	5	40	Calciossilicática
NL-324A	2,95	0,72	217	53	15	30	80	65	15	Gnaiss bandado
NL-324B	3,95	0,72	270	71	15	48	126	71	-7	Gnaiss com aporte de Na
NL-324C	3,42	0,44	256	61	9	2	90	107	19	Gnaiss bandado
NL-325A	7,09	0,66	349	127	14	61	0	102	163	Gnaiss bandado
NL-325B	7,64	0,93	380	136	19	61	67	117	111	Gnaiss bandado
NL-325D	5,20	0,66	295	93	14	79	0	55	134	Gnaiss bandado

Obs.: mag = miliatomogramas

Continuação do Quadro V.7. ...

(b)

Amostra	Fe%	Ti%	Al mag	Fe mag	Ti mag	K mag	Na mag	$\frac{Al+Fe+Ti}{3}-K$	$\frac{Al+Fe+Ti}{3}-Na$	Observações
NL-316	6,64	0,96	0	118	20	88	53	-42	-7	Gnaiss Biotítico
NL-317A	11,63	1,99	278	208	41	91	88	85	88	Gnaiss bandado banda anfibolítica
NL-317B	2,17	0,18	182	39	4	113	99	-38	-24	Gnaiss bandado leucossoma
NL-318	6,04	0,70	399	108	15	75	40	99	134	Biotita-xisto com transposição
NL-319	5,38	0,72	300	96	15	75	89	62	48	Biotita-xisto
NO-58	3,35	0,60	252	60	12	106	98	2	10	Biotita-xisto
NO-59	3,64	0,40	239	65	8	103	81	1	21	Biotita-gnaiss bandado
NO-62	2,14	0,33	237	38	7	0	67	94	27	Gnaiss Quartzoso
NO-63A	1,15	0,13	221	20	3	102	64	-21	17	Pegmatito
NO-63B	1,96	0,13	191	35	3	113	33	-37	43	Calciossilicática
NO-67	1,88	0,10	235	34	2	115	104	-24	-13	Anfibolito
NO-68	2,94	0,84	311	53	17	119	0	8	127	Mica-xisto
NO-68A	5,94	1,40	466	106	29	6	18	194	182	Calciossilicática

QUADRO V.8. - Dados calculados para o "Diagrama MOINE"
 $\left(\frac{Al+Fe+Ti}{3} - K\right) \times \left(\frac{Al+Fe+Ti}{3} - Na\right)$ referentes a
 rochas do Grupo Macaúbas.

Amostra	Fe%	Ti%	Al mag	Fe mag	Ti mag	K mag	Na mag	$\frac{Al+Fe+Ti}{3} - K$	$\frac{Al+Fe+Ti}{3} - Na$
NL-306	5,27	0,72	305	94	15	77	72	61	66
NO-25	4,24	0,85	343	76	18	4	56	142	90
NO-26	5,08	0,80	286	91	17	76	70	55	61
NO-28	3,57	0,75	242	64	16	50	104	57	3
NO-29	2,73	0,40	136	49	8	37	50	27	14
NO-31	9,27	0,15	44	166	3	15	0	56	71
NO-32	8,07	0,10	3	144	2	1	0	49	50
NO-35	6,83	1,15	557	122	24	130	82	104	152
NO-37A	1,10	0,15	23	20	3	11	0	4	15
NO-46	3,22	0,50	201	58	10	38	0	52	90

Obs.: mag = miliatomograma

QUADRO V.9.. - Dados calculados para o "Diagrama MOINE"
 $\left(\frac{Al+Fe+Ti}{3} - K\right) \times \left(\frac{Al+Fe+Ti}{3} - Na\right)$ referentes a
 "rochas granitóides", charnockitos de Pe Paraíso
 e outras

Amostra	Fe%	Ti%	Al mag	Fe mag	Ti mag	K mag	Na mag	$\frac{Al+Fe+Ti}{3} - K$	$\frac{Al+Fe+Ti}{3} - Na$
NL-140	1,08	0	280	19	0	94	130	6	30
NL-141	0,91	0,14	290	16	3	113	124	-10	-21
NL-145	1,17	0	295	21	0	87	134	18	-29
NL-142	1,80	0,24	282	32	5	109	111	-3	-5
NL-168A	2,85	0,95	288	51	20	111	102	15	24
NL-170	1,96	0,24	278	35	5	127	106	-21	0
NL-171	2,04	0,12	278	36	2	114	117	-9	-12
NL-101A	1,60	0,48	285	29	10	101	0	7	108
NL-101B	1,24	0,36	270	22	7	0	86	100	14
NL-102	1,20	0,18	288	21	4	54	126	50	-22
NL-104	0,92	0,12	287	16	2	92	122	10	-20
NL-106	1,06	0,12	289	19	2	123	120	-20	-17

Continuação do Quadro V.9. ...

Amostra	Fe%	Ti%	Al mag	Fe mag	Ti mag	K mag	Na mag	$\frac{Al+Fe+Ti}{3}-K$	$\frac{Al+Fe+Ti}{3}-Na$
NL-107	1,27	0,12	293	23	2	142	106	-36	0
NL-109	0,94	0,24	328	17	5	114	0	3	117
NL-110	3,27	0,72	315	58	15	122	83	7	46
NL-112	3,10	0,62	297	55	13	111	85	11	37
NL114B	1,74	0,22	292	31	5	101	137	8	-28
NL 116	1,09	0,24	275	19	5	155	93	-55	7
NL 121	1,15	0,14	275	20	3	138	95	-39	4
NL-121B	0,45	0,10	287	8	2	127	91	-28	8
NL-122	1,43	0,17	280	25	4	128	95	-25	8
NL-126	0,67	0,19	266	12	4	114	111	-20	-17
NL-300	2,29	0,29	306	41	6	47	112	70	6
NL-301B	3,34	0,52	194	60	11	25	0	63	88
NL-302	5,31	0,61	286	95	13	61	104	70	27
NL304E	3,66	0,48	278	65	10	110	106	8	12
NL304F	3,52	0,38	281	63	8	114	85	3	32
NL-305A	3,38	0,35	278	60	7	132	88	-17	27
NL-125	1,20	0,22	285	21	5	110	94	-6	10
NL-308C	1,27	0,26	270	23	5	124	99	-25	0
NL-308D	7,20	1,62	295	129	34	53	83	100	70
NL-308E	1,24	0	261	22	0	135	89	-41	5
NL-309A	4,37	0,75	251	78	16	128	63	-13	52
NL-309C	2,71	0,58	176	48	12	33	60	46	19
NL-309D	3,54	0,61	174	63	13	48	63	35	20
NO-81	1,05	0,10	247	19	2	91	124	-2	-35
NL-320	5,23	1,10	322	93	23	155	89	-9	57

Obs.: mag = miliatomogramas

QUADRO V.10. - Dados calculados para os Diagramas

$$\frac{10(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})}{\text{Al}_2\text{O}_3} \times \text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ e } \frac{10(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})}{\text{Al}_2\text{O}_3} \times \frac{10(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2)}{\text{Al}_2\text{O}_3}$$

de MOINE(1969), referente a

"rochas granitoides", charnockitos de Padre Paraíso e outras

AMOSTRA	$\frac{10(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{10(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2)}{\text{Al}_2\text{O}_3}$
NL-140	5,91	5,00	1,08
NL-141	6,18	4,81	1,04
NL-145	5,47	4,63	1,11
NL-142	5,95	4,87	2,07
NL-168A	5,72	4,33	3,86
NL-170	6,54	4,92	2,27
NL-171	6,34	4,71	2,20
NL-101A	3,27	4,74	2,12
NL-101B	1,93	5,22	1,73
NL-102	4,38	4,91	1,37
NL-104	5,54	4,81	1,02
NL-106	6,42	4,79	1,16
NL-107	6,68	4,65	1,35
NL-109	3,21	4,11	1,05
NL-110	5,15	3,95	3,65
NL-112	5,18	4,43	3,61
NL-114B	6,04	4,63	1,92
NL-116	7,27	5,08	1,40
NL-121	6,73	5,23	1,34
NL-121B	6,01	4,90	0,55
NL-122	6,26	5,03	1,63
NL-126	6,47	5,23	0,94
NL-300	3,63	4,40	2,40
NL-301B	1,18	7,40	5,69
NL-302	4,20	3,37	5,90
NL-304E	5,98	4,45	4,26
NL-30F	5,58	4,59	3,95

Continuação do Quadro V.10. ...

AMOSTRA	$10 (\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	SiO_2	$10 (\text{Fe}_2\text{O}_3\text{TiO}_2)$
	Al_2O_3	Al_2O_3	Al_2O_3
NL-125	5,57	5,04	1,43
NL-308C	6,45	5,25	1,63
NL-308D	3,36	3,47	8,63
NL-308E	6,82	5,45	1,33
NL-309A	6,22	5,16	5,86
NL-309C	3,81	8,60	5,39
NL-309D	4,74	8,64	6,84
NO-81	6,43	5,81	1,32
NL-320	6,12	2,95	5,67
NL-305A	6,27	4,67	3,81

QUADRO VI. 1.1

DETERMINAÇÕES Rb/Sr, (ROCHA TOTAL), EM ROCHAS DA REGIÃO LIMITADA GEOGRAFICAMENTE PELOS
PARALELOS 15°00' - 18°00' LAT.S E PELOS MERIDIANOS 39°00' - 42°00' LONG. W.Gr.

Nº ORD.	Nº LAB.	Nº CAMPO	ROCHA	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	IDADE (m.a)	REF.
1	4218	EGJMRN232A	Gnaiss	108,5	66,0	4,81	0,8019	1404±54	IGC-CPG-USP
1	4216	EGJMRN232B	Xisto	220,8	27,9	23,18	0,9211	654±17	IGC-CPG-USP
2	4219	EGJMRN-21	Gnaiss	73,1	96,1	2,22	0,7703	2045±97	IGC-CPG-USP
4	3738	BA-67A	Gnaiss	51,6	116,4	1,29	0,7754	3736±17	CORDANI ea/79
4	3878	BA-67B	Gnaiss	64,1	152,0	1,23	0,7769	4005±14	CORDANI ea/79
4	3740	BA-67C	Gnaiss	85,2	98,8	2,53	0,8281	3351±10	CORDANI ea/79
5	3741	BA-68A	Gnaiss	151,9	143,3	3,10	0,8079	2299±82	CORDANI ea/79
5	3763	BA-68B	Gnaiss	85,9	62,6	4,04	0,8680	2787±86	CORDANI ea/79
5	3742	BA-68C	Gnaiss	91,7	102,5	2,61	0,7944	2370±13	CORDANI ea/79
5	3743	BA-68D	Gnaiss	87,9	115,3	2,23	0,8117	3295±12	CORDANI ea/79
5	3887	BA-68E1	Granito	92,6	130,3	2,08	0,8060	3343±18	CORDANI ea/79
5	4012	BA-68E2	Migmatito	74,1	99,5	2,18	0,8045	3148±16	CORDANI ea/79
6	3888	BA-69B2	Anfibolito	51,8	313,8	0,48	0,7169	2017±31	CORDANI ea/79
6	4007	BA-69B1	Anfibolito	5,9	347,7	0,049	0,7228	-----	CORDANI ea/79
10	4339	MI-L0-588	Xisto	2,4	77,9	0,080	0,7159	-----	CORDANI ea/79
11	4336	MI-L0-587	Gnaiss	210,7	11,0	58,15	1,3163	736±18	IGC-CPG-USP
11A	4334	MI-L0-567	Gnaiss	131,5	13,8	28,40	1,0876	943±24	CORDANI ea/79
12	3851	BA-71	Granito	152,8	8,3	56,51	1,3170	757±40	IGC-CPG-USP
13	4332	MI-L0-551	Xisto	164,7	71,1	6,75	0,7775	752±31	IGC-CPG-USP
14	4333	MI-L0-536	Gnaiss	172,1	45,0	11,18	0,8398	844±25	IGC-CPG-USP

Continuação

Nº ORD.	Nº LAB.	Nº CAMPO	ROCHA	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	IDADE (m.a)	REF.
27	-----	CÃ-18	Filito	110,5	41,0	7,85	0,7740	616±30	CORDANI-1973
28	-----	BA-69-B	Filito	145,5	41,1	10,34	0,7920	590±25	CORDANI-1973
29	-----	PB-33-27	Filito	168,4	56,0	8,78	0,7910	686±30	CORDANI-1973
30	-----	BA-6913A	Ardôsia	90,7	39,8	6,64	0,7700	686±35	CORDANI-1973
46	-----	CÃ-39	Filito	168,4	54,6	9,00	0,7890	654±29	CORDANI-1973
34	3764	BA-74A	Granito	150,8	67,4	6,53	0,5940	953±37	CORDANI ea/75
35	4329	MI-LO-533	Gnaisse	123,5	76,0	4,74	0,7851	1179±48	IGC-CPG-USP
36	3745	BA-75	Granito	218,3	52,4	12,22	0,8388	767±25	CORDANI ea/75
37	4331	MI-LO-547	Gnaisse	89,6	249,5	1,04	0,7301	1678±15	IGC-CPG-USP
38	4330	MI-LO-515	Gnaisse	114,3	76,8	4,34	0,7687	1027±47	IGC-CPG-USP
39	3048	ITA-80A	Gran. fino	223,7	198,8	3,27	0,7400	751±53	CORDANI ea/75
41	3050	ITA-86	GranGna	79,0	125,9	1,82	0,7245	750±95	CORDANI ea/75
42	3188	ITA-88	Gran. fino	95,7	16,6	16,79	0,9355	961±33	CORDANI ea/75
43	3049	ITA-89A	Gran. fino	120,9	1527,8	0,23	0,7076	-----	CORDANI ea/75
45	-----	ITA-122	Gnaisse	138,0	46,1	8,74	0,7890	674±30	CORDANI-1973
49	3524	JD-231A	Migmatito	143,0	137,2	3,03	0,7428	873±57	CORDANI ea/75
49	3525	JD-231B	Migmatito	137,6	386,1	1,03	0,7164	773±61	CORDANI ea/75
49	3681	JD-231C	Migmatito	120,0	240,1	1,45	0,7294	1177±16	CORDANI ea/75
50	-----	CÃ-75-A	Gnaisse	384,0	32,3	36,82	1,4130	1341±40	CORDANI-1973
50	-----	CÃ-75-B	Gnaisse	403,0	30,6	40,68	1,3860	1169±35	CORDANI-1973
51	-----	CÃ-78-A	Gnaisse	95,6	920,0	0,30	0,7230	-----	CORDANI-1973

Continuação

Nº ORD.	Nº LAB.	Nº CAMPO	ROCHA	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	IDADE (m.a)	REF.
51	-----	CÃ-78-B	Xisto	214,0	211,0	2,95	0,7510	1090±72	CORDANI-1973
51	-----	CÃ-78-C	Gnaisse	120,0	451,0	0,77	0,7220	153±46	CORDANI-1973
51	-----	CÃ-78-D	Kinzigito	136,1	337,0	1,17	0,7220	1015±63	CORDANI-1973
55	4435	MI-LO-451	Granito	191,2	587,1	0,943	0,7161	823±73	IGC-CPG-USP
56	4465	MI-LO-465	Granito	213,3	226,0	2,74	0,7360	793±60	IGC-CPG-USP
57	4328	MI-LO-440	Granito	290,3	89,8	9,43	0,7872	611±24	IGC-CPG-USP
58	4428	MI-LO-441	Granito	255,1	162,9	4,55	0,7500	693±40	IGC-CPG-USP
61	SPR	SD-41-A	Gnaisse	188,3	104,9	5,23	0,7680	843±44	CORDANI-1973
62	3526	JD-233	Gnaisse	148,7	69,8	6,22	0,7903	959±39	CPG-USP/SMEBa
63	173	U-41-B	Gnaisse	88,3	30,6	8,42	0,7890	699±31	CORDANI-1973
63	173	U-41-C	Gnaisse	92,6	83,0	3,25	0,7570	1119±67	CORDANI-1973
67	3022	JD-234	Kinzigito	119,1	88,0	3,94	0,7509	817±53	CPG-USP/SMEBa
69	1809	JH-64-1G	Granito	174,2	17,9	28,79	0,9271	541±16	SÃ - 1977
69	1809	JH-64-2G	Granito	174,2	17,9	28,79	0,9269	541±16	SÃ - 1977
70	1479	JH-20-B	Xisto	125,4	111,7	3,26	0,7443	843±53	SÃ - 1977
71	1478	JH-25	Xisto	82,3	90,1	2,65	0,7398	918±63	SÃ - 1977
72	1480	JH-23A1G	Xisto	124,8	110,8	3,27	0,7479	917±54	SÃ - 1977
72	1480	JH-23A2G	Xisto	124,8	110,8	3,27	0,7469	895±53	SÃ - 1977
72	1521	JH-23B	Xisto	127,9	70,7	5,27	0,7605	738±36	SÃ - 1977
71	1481	JH-26A	Xisto	179,9	118,4	4,42	0,7541	768±42	SÃ - 1977
73	1806	JH-57A	Granito	418,0	44,9	27,54	0,9257	562±17	SÃ - 1977

Continuação

[illegible]

QUADRO VI. 1.2

DETERMINAÇÕES K/Ar, EM ROCHAS DA REGIÃO LIMITADA GEOGRÁFICAMENTE PELOS
PARALELOS 15°00'-18°00' LAT. S E PELOS MERIDIANOS 39°00'-42°00' LONG. W GR

Nº ORD.	Nº LAB.	Nº CAMPO	ROCHA	MATERIAL	% K	Ar ⁴⁰ 10 ⁻⁵ rad. cc STP/g	%Ar ⁴⁰ atm.	IDADE (m.a)	REF.
3	----	ITB-219	Migmatito	Biotita	5,0800	11,7500	-----	514±12	CORDANI-1973
4	4156	BA-67-B	Gnaiss	Biotita	6,1150	14,1000	5,94	515±10	CORDANI ea/73
7	1841	ITB-88	Anfibólio	Anfibólio	0,3242	3,7170	3,06	1749±39	CORDANI-1973
8	2821	SCV-11	Diabásio	R.T.	-----	-----	-----	850±70	TEIXEIRA-76
9	2858	SCV-43	Traquito	R.T.	4,8912	7,9600	5,73	377±5	CORDANI ea/74
9	2941	SCV-43	Traquito	R.T.	4,9063	7,6740	1,42	363±4	CORDANI ea/74
15	4042	ITB-166	Gnaiss	Biotita	7,1471	16,6500	7,95	525±58	CORDANI ea/79
16	4102	ITA-14	B.Xisto	Biotita	7,5789	16,9300	9,94	499±11	CORDANI ea/79
17	3925	ITA-129	Kinzigito	Biotita	5,9883	15,5500	2,32	569±9	CORDANI ea/79
18	2487	BA-6917F	VeioSodico	Sod.branc	0,5250	1,8410	14,59	732±9	CORDANI ea/74
18	2489	BA-6917G	VeioSodico	Sod.branc	0,1660	0,3806	69,53	511±37	CORDANI ea/74
19	4040	CA-58	Granulito	Anfibólio	0,5028	11,1900	1,36	2579±47	CORDANI ea/79
20	1563	S-70-A	Sienito	Biotita	7,5920	13,8000	17,10	416±21	CORDANI ea/74
20	1056	S-88-A	Sienito	Anfibólio	1,0300	3,8530	5,02	772±24	CORDANI ea/74
21	4043	CA-46	Granito	Anfibólio	0,5927	2,9700	8,76	1603±20	CORDANI ea/79
22	2864	O-60	Diabásio	R.T.	0,6500	3,0030	12,47	914±17	TEIXEIRA-76
23	2755	BA-69-4C	Diabásio	Plagiocl.	0,7474	4,3320	5,20	1087±16	TEIXEIRA-76
24	780	F-48	Granulito	Biotita	7,8300	158,1000	1,60	2446±80	TEIXEIRA-76
25	2763	O-70-C	Diabásio	Plagiocl.	0,7653	4,9340	7,64	1178±43	TEIXEIRA-76
26	2804	UNA-700C	Diabásio	R.T.	0,7400	8,3550	4,78	1732±34	CORDANI-1973
27	1834	CÃ-18	Filito	R.T.	2,4669	5,2760	3,18	480±24	CORDANI-1973

Continuação ...

Nº ORD.	Nº LAB.	Nº CAMPO	ROCHA	MATERIAL	% K	Ar ⁴⁰ 10 ⁻⁵ rad. cc STP/g	%Ar ⁴⁰ atm.	IDADE (m.a)	REF.
28	2732	CÃ-19	Diabásio	Plagiocl.	0,8977	4,1590	68,69	915±14	TEIXEIRA-76
31	1562	POTIG-1	Sienito	Biotita	6,9440	13,0700	10,66	429±22	CORDANIea/74
31	1049	POTIG-3	Sienito	Anfibólio	1,9080	7,1530	1,79	773±13	CORDANIea/74
32	4105	ITA-27	B.Xisto	Biotita	6,1053	13,9500	2,61	509±9	CORDANIea/79
33	2211	ITA-37	B.Xisto	Biotita	7,8600	15,2600	80,45	441±23	CORDANI-1973
40	2730	ITAR-1	Sienito	Biotita	7,9800	19,0500	4,26	529±23	CORDANIea/74
40	2810	ITAR-1	Sienito	Microcli.	4,9550	12,1700	2,88	543±15	CORDANIea/74
41	4109	ITA-86	Gra-Gnaiss	Anfibólio	1,4143	3,3600	4,35	527±21	CORDANIea/79
42	1835	CÃ-39	Filito	R.T.	3,0406	6,937	1,72	509±26	CORDANI-1973
43	4106	ITA-89B	Gra-Fino	Biotita	7,2405	14,6400	4,94	457±5	CORDANIea/79
44	2001	ITA-104	Anfibólio	Anfibólio	0,7000	1,7290	17,16	546±27	CORDANI-1973
45A	2219	ITA-126	BGnaiss	Biotita	6,9200	14,6700	83,31	477±37	CORDANI-1973
47	1842	CB-43-34	Anfibolito	Anfibólio	1,2600	2,8900	5,49	512±26	CORDANI-1973
48	2332	CD-Cal	Mármore	Flogopita	8,7716	21,0800	51,59	532±26	CORDANI-1973
50	4107	CÃ-75	Gnaiss	Biotita	6,9393	17,7100	3,44	561±13	CORDANIea/79
52	1962	CÃ-81	Gnaiss	Anfibólio	1,9500	4,9700	12,55	560±28	CORDANI-1973
53	4041	CÃ-82	Migmatito	Biotita	7,5816	17,510	2,70	514±10	CORDANIea/79
54	4110	ITAPEBI:C	Xisto	R.T.	0,6445	1,680	73,58	572±29	CORDANIea/79
59	4104	IGM-6	Gra.Gnaiss	Biotita	5,2943	13,610	25,86	564±10	CORDANI-1973
60	2380	ALM-1	Kinzigit	Biotita	7,8300	16,610	17,10	470±30	CORDANI-1973
64	2385	EU-61	Gnaiss	Biotita	7,6300	15,910	12,40	460±30	CORDANI-1973

MAPA GEOLÓGICO

LEGENDA

NEOCENOZÓICO QUATERNÁRIO

Qa SEDIMENTOS ARENOSOS E ARGILO ARENOSOS INCONSOLIDADOS, COM CAMADAS LOCAIS DE CASCALHOS

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

TQd SEDIMENTOS ARGILO-ARENOSOS QUASE SEMPRE INCONSOLIDADOS

PRECAMBRIANO PROTEROZÓICO SUPERIOR GRUPO MACAÚBAS

PCmb BIOTITA-QUARTZO-XISTOS COM SILLIMANITA, CORDIERITA, FELDSPATO, GRANADA, INTERCALAÇÕES DE ROCHAS CÁLCIO-SILICÁTICAS

ARQUEANO/PROTEROZÓICO COMPLEXO JEQUITINHONHA

PCcj GNAÍSES BÂNDADOS, MIGMATITOS, GNAÍSES GRAFÍTICOS, INTERCALAÇÕES DE ROCHAS CÁLCIO-SILICÁTICAS E QUARTZITOS (Q)

ROCHAS GRANITÓIDES

PCgr GRANITÓIDES DE ESTRUTURA ORIENTADA, COM: QUARTZO, FELDSPATO-K, BIOTITA, PLAGIOLASIO, SILLIMANITA, CORDIERITA E GRANADA

ROCHAS INTRUSIVAS BRASILIANAS

Y GRANITOS DIVERSOS, GERALMENTE DE COR CINZA E ROXA, GRÁ FINA E GROSSA

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CONTATO DEFINIDO, PROVÁVEL, LITOLÓGICO. FALHA INDISCRIMINADA, TRACADA ONDE PROVÁVEL.
FRATURA. FOLIAÇÃO COM MÉRULHO VERTICAL E DIREÇÃO INDICADA.
FOLIAÇÃO COM DIREÇÃO E VALOR DO MÉRULHO INDICADO. LINEAMENTOS ESTRUTURAIS

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

● CIDADE
● VILA
○ POVOADO
— ESTRADA PAVIMENTADA
— ESTRADA DE REVESTIMENTO PRIMÁRIO (ENCASCALHADA)
— ESTRADA MUNICIPAL
116 RODOVIA FEDERAL
29 RODOVIA ESTADUAL
RIO, CÔRREGO, RIBEIRÃO, NIAÇO
LAGOA TEMPORÁRIA
— LIMITE ESTADUAL

Base planimétrica obtida através de mosaicos semicontrolados de Imagem Radar, escala 1:250.000, aerofotografias do voo AST-10, escala 1:60.000 e voo SA-558, escala 1:40.000, compilações de folhas do SUDENE/Governo do Estado da Bahia, escala 1:100.000-1977 e base planimétrica IGA/SECT, escala 1:250.000-1978.
Base geológica compilada e modificada do Projeto Jequitinhonha (CPRM/DNPM, 1979), e Projeto Jequitinhonha (CETEC, 1980).

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

TESE DE DOUTORAMENTO
NEWTON LITWINSKI

FIGURA 12

MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO NORDESTE DE MINAS GERAIS E SUL DA BAHIA

15° a 18° S - 39° a 42° W - Gr

Fig. I. 3

LEGENDA

NEOCENOZÓICO

QUATERNÁRIO

16 Qo DEPÓSITOS ALUVIONARES E FORMAÇÃO CARAVELAS.

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

15 TQd COBERTURAS ARENOSAS DETRÍTICAS.

14 Tb FORMAÇÃO BARREIRAS - ARENITOS, ARENITOS CONGLOMERÁTICOS COM NÍVEIS ARGILOSOS.

PRÉCMBRIANO

PROTEROZÓICO SUPERIOR

GRUPO RIO PARDO

50 Pégp FORMAÇÃO SERRA DO PARAÍSO (CALCÁRIOS E LENTES DE QUARTZITOS, MEMBRO SANTA MARIA - QUARTZITOS E CALCÁRIOS DOLOMITICOS), FORMAÇÃO ÁGUA PRETA (FILITOS INTERCALADOS COM CALCÁRIOS), FORMAÇÃO SALOBRO (METACONGLOMERADOS E GRAUVACAS CONGLOMERÁTICAS), FORMAÇÃO CAMAÇÁ (ARDÓSIAS, FILITOS E METASSILTITOS COM DOLOMITOS) E FORMAÇÃO PANELINHAS (CONGLOMERADOS).

GRUPO MACAÚBAS

22 PémB MICA-XISTOS, QUARTZO-MICA-XISTOS, CALCÁRIOS DOLOMITICOS, CALCIO-SILICÁTICAS E QUARTZITOS.

ROCHAS ALCALINAS DO SUL DA BAHIA

32 PÉol NEFELINA-SIENITOS, AEGIRINA-SIENITOS E GNAISSES FENITIZADOS.

ARQUEANO / PROTEROZÓICO

COMPLEXO ITAMBÉ

36 PÉcl GNAISSES, GNAISSES BANDADOS, METACONGLOMERADOS, MICA-XISTOS, CALCIO-SILICÁTICAS E QUARTZITOS.

COMPLEXO GNAÍSSICO - GRANÍTICO

23 PÉgrgr GNAISSES VARIADOS, MIGMATITOS, GRANITOÍDES E QUARTZITOS FELDSPÁTICOS.

COMPLEXO JEQUITINHONHA

1 PÉcl GNAISSES BANDADOS, MIGMATITOS, GNAISSES GRAFITOSOS, CALCIO-SILICÁTICAS, ANFIBOLITOS E QUARTZITOS (q). LOCALMENTE OS GNAISSES SÃO KINZIGÍTICOS.

ROCHAS GRANITOÍDES

50 PÉgr GRANITOÍDES DE ESTRUTURA ORIENTADA, COM: QUARTZO, FELDSPATO-K, BIOTITA, PLAGIOCLÁSIO, SILLIMANITA, CORDIERITA, GRANADA E ANFIBÓLIO (LOCALMENTE).

ROCHAS CHARNOCKÍTICAS

55 PÉch CHARNOCKITOS A HIPERSTÊNIO, DE ESTRUTURA PORFIROBLÁSTICA E TEXTURA GRANOBLÁSTICA, DE COR VERDE.

ARQUEANO

COMPLEXO MIGMATITO - GRANULÍTICO DA BAHIA

26 PÉcg PIROXÊNIO-GRANULITOS, HORNBLENDA - PIROXÊNIO-GRANULITOS, MIGMATITOS HETEROGÊNEOS, SIENITO-GNAISSES E ROCHAS METAMÓRFICAS DIVERSAS (PÉcg - ARQUEANO INDIFERENCIADO).

INTRUSIVAS BRASILEANAS

12 Y GRANITOS DIVERSOS PÓS TECTÔNICOS

CONTATOS EM GERAL
CONTATOS LITOLÓGICOS
FALHA DEFINIDA
FALHA DEFINIDA C/MOVIMENTO INDICADO
SINCLINAL C/ FLANCO INVERTIDO
ANTICLINAL C/ CAIMENTO INDICADO
ESTRADA PAVIMENTADA
ESTRADA TRAF. PERMANENTE
AMOSTRAGENS PARA GEOQUÍMICA, PETROLOGIA E GEOCRONOLOGIA

FALHA PROVÁVEL
FRATURA
LINEAÇÕES
ANTICLINAL
SINCLINAL
LIMITE INTERESTADUAL
RIOS E DRENAGENS
CIDADES E VILAS

1985

BASE PLANIMÉTRICA OBTIDA ATRAVÉS DA COMPILAÇÃO DE FOLHAS DA SUDENE ESCALA 1:1.000.000, E DE FOLHAS 1:250.000 EXECUTADAS PELO IGA-MG
BASE GEOLÓGICA COMPILADA E MODIFICADA DOS PROJETOS BÁSICOS 1:250.000 EXECUTADOS PELA COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
MAPA GEOLÓGICO DA BAHIA, INDA B BARBOSA - 1978
PROJETO JEQUITINHONHA - CETEC - 1980

TESE DE DOUTORAMENTO
DE
NEWTON LITWINSKI