

GEOLOGIA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL, INCLUINDO O QUADRILÁTERO FERRÍFERO:
INTEGRAÇÃO ATRAVÉS DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Marx Prestes Barbosa

Athos Ribeiro dos Santos

Paulo Veneziani

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq
Caixa Postal 515, 12200 - São José dos Campos - SP - Brasil

Hans D. Schorscher

Universidade de São Paulo
Instituto de Geociências
Caixa Postal 20899, 01498 - São Paulo - SP - Brasil

Pedro Ângelo Almeida Abreu

Centro de Geologia Eschwege
Caixa Postal 51, 39100 - Diamantina - MG - Brasil

RESUMO

O trabalho mostra resultados obtidos a partir da interpretação de produtos fotográficos de sensores remotos (MSS, RBV, TM-LANDSAT, SLAR do Projeto RADAMBRASIL) para a região do Espinhaço Meridional, Quadrilátero Ferrífero e partes do Complexo Migmatítico-Granulítico de Minas Gerais. A área é constituída por rochas pré-cambrianas metamórficas, essencialmente, desde arqueanas a proterozóicas superiores e fanerozóicas, representadas por magmatismo básico e sedimentos terciários a quaternários, subordinadamente. Apresenta uma evolução policíclica complexa através de orogêneses pré-cambrianas superimpostas e reativações fanerozóicas tectonomagmáticas. Os resultados obtidos são os seguintes: (1) mapa geológico regional integrado (1:250.000), e (2) mapa de fotolineamentos (1:250:000). O mapa geológico integrado contribui para a geologia regional, enfatizando do aspectos litoestratigráficos e estruturais da área em questão, acrescentando informações que não constam em trabalhos anteriores. O mapa de fotolineamentos evidencia a importância de quatro sistemas de fraturamentos com direções N-S, E-W, NW-SE e NE-SW, que condicionaram a evolução tectônica da região.

ABSTRACT

Results of the interpretation of remote sensing photographic products (MSS, RBV, TM and SLAR images RADAMBRASIL Project), applied to the region of Southern

Espinhaço, Quadrilátero Ferrífero and adjacent parts of the Migmatitic-Granulitic Complex in Minas Gerais State, are presented. The area is composed principally of precambrian metamorphic rocks, arquean to upper proterozoic in age, and phanerozoic rocks represented by basaltic magmatism and restricted sedimentary basins, developed in the Tertiary and Quaternary periods. The region presents complex polycyclic evolution by superimposed precambrian orogenesis and tectonomagmatic reactivations in phanerozoic times. The main results are: (1) integrated regional geological map (1:250,000) and (2) photolineaments map (1:250,000). The integrated geological map contributes to the regional geology, emphasizing lithostratigraphic and structural aspects of the area including information unpublished in previous studies. The photolineaments map shows the importance of the four principal fracturing systems (N-S, E-W, NW-SE and NE-SW) conditioning the tectonic evolution of this region.

1. INTRODUÇÃO

O trabalho enfoca a região do Espinhaço Meridional, em Minas Gerais, situada entre os paralelos $18^{\circ}00'$ e $21^{\circ}00'$ de latitude Sul e $42^{\circ}00'$ e $44^{\circ}30'$ de longitude Oeste (Figura 1).

Geologicamente esta região é parte do Cráton do São Francisco, e é composta de unidades litoestratigráficas com idades que variam desde arqueanas a proterozóicas superiores (Tabela 1). As unidades pré-cambrianas amplamente predominantes são constituídas por rochas metamórficas de evolução policíclica complexa. Rochas básicas mesozóicas e sedimentos terciários a recentes ocorrem em quantidades subordinadas e completam o arcabouço geológico da área.

O acervo de dados preexistentes, em escalas desde as regionais até as de detalhe, é descontínuo e às vezes conflitante. Foi gerado principalmente em função da importante potencialidade mineral da região.

Estes problemas, aliados à grande complexidade geológica da área, aumentam a dificuldade de integração de dados que possam contribuir para o estudo de sua evolução tectônica.

Portanto, o trabalho objetiva integrar e homogeneizar os dados geológicos existentes, através da fotointerpretação de produtos de sensores remotos de pequena escala. Foi dado um especial enfoque no estudo do comportamento das grandes unidades litoestruturais com relação aos sistemas de lineamentos que as condicionam, ou seja, à análise dos eventos de tectônica rúptil e rúptil-dúctil.

Os mapas de integração geológico-regional e de fotolineamentos interpretados foram elaborados na escala de 1:250.000, reduzidos e simplificados para fins de apresentação neste trabalho (Figuras 2 e 3).

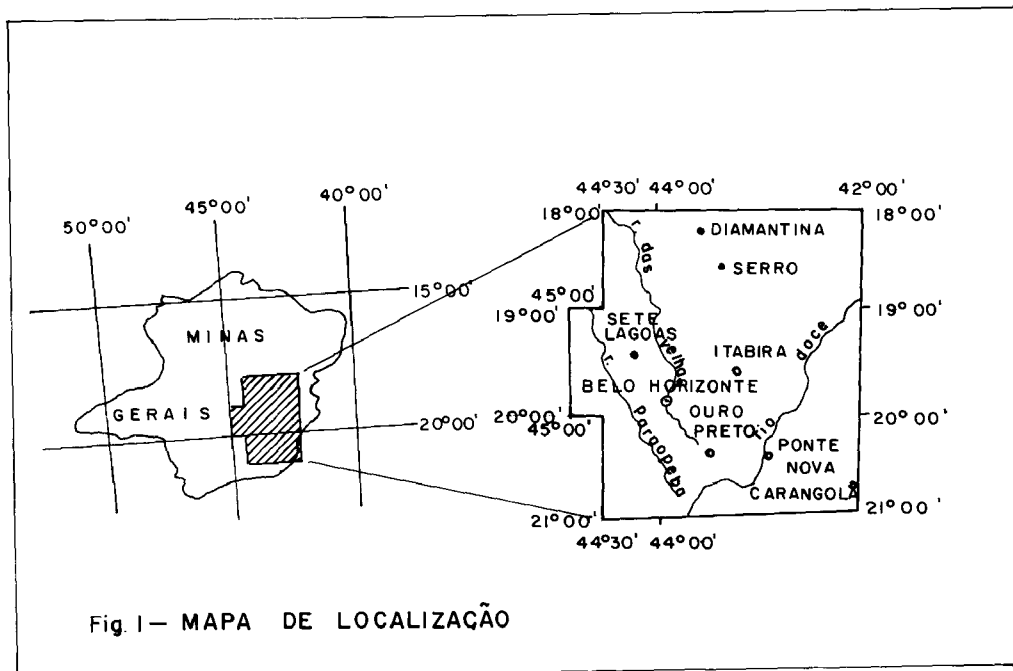


Fig. 1— MAPA DE LOCALIZAÇÃO

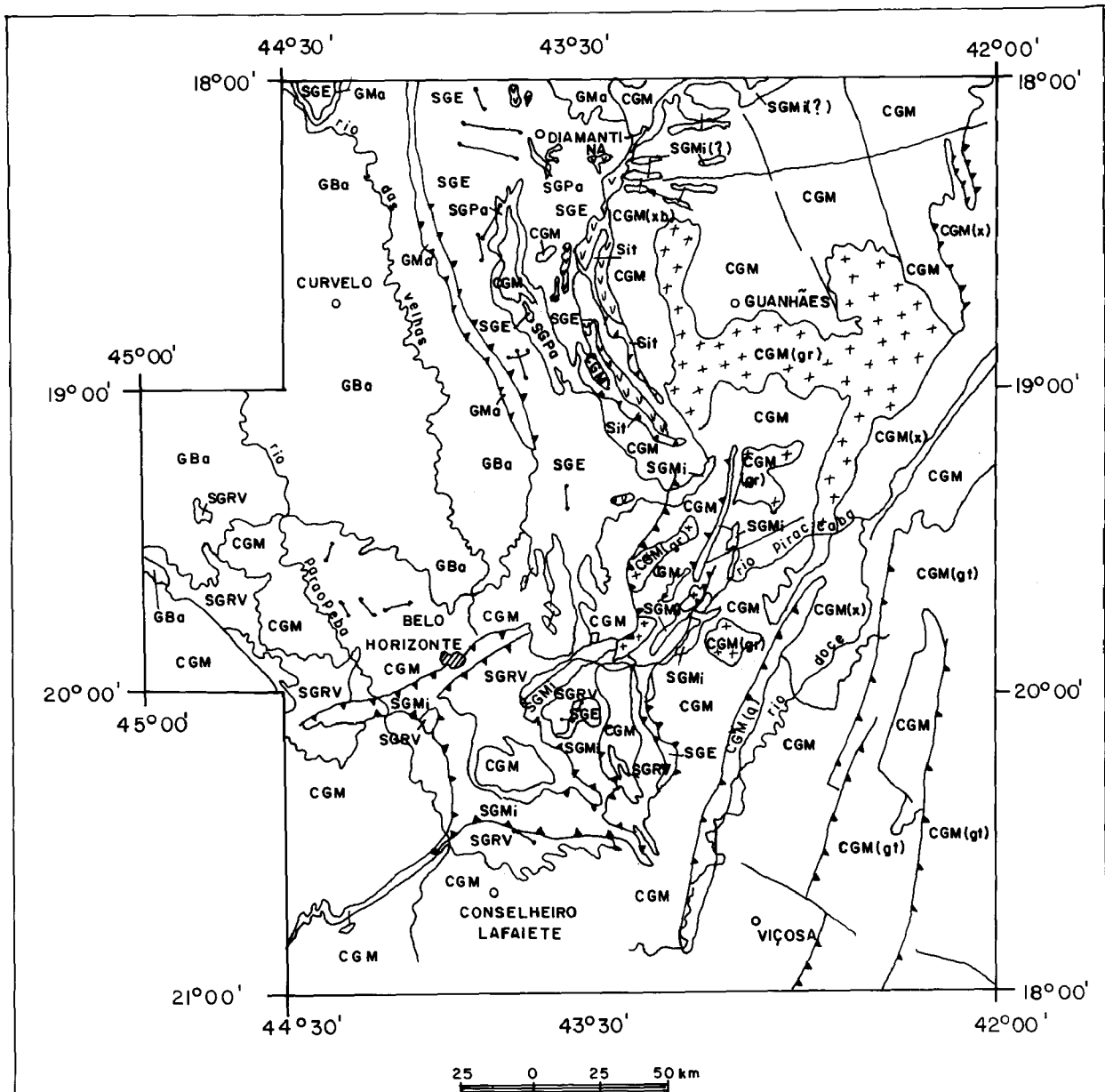


Figura 2 : MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO

- | | |
|---|--|
| <u>PROTEROZÓICO SUPERIOR</u> | |
| SUPER GRUPO SÃO FRANCISCO | |
| GMa - GRUPO MACAÚBAS | CGM(xb) - ROCHAS BÁSICA -ULTRABÁSICAS XISTIFICADAS(?) |
| GBa - GRUPO BAMBUI | <u>ARQUEANO</u> |
| <u>PROTEROZÓICO MÉDIO-INFERIOR</u> | |
| SGE - SUPER GRUPO ESPINHAÇO | SGPa - SUPER GRUPO PARAUNA |
| SGMi - SUPER GRUPO MINAS | SGRV - SUPER GRUPO RIO DAS VELHAS |
| Sit - SEQUENCIA ITABIRITICA INDIVISA | CGM - COMPLEXO MIGMATITO-GRANULÍTICO DE MINAS GERAIS
(x) SEQUENCIA XISTOSA; (gr) GRANITÓIDES;
(q) QUARTZITO |
| | <u>ROCHAS INTRUSIVAS</u> |
| | — DIQUES BÁSICOS |
| | — ROCHAS BÁSICAS |

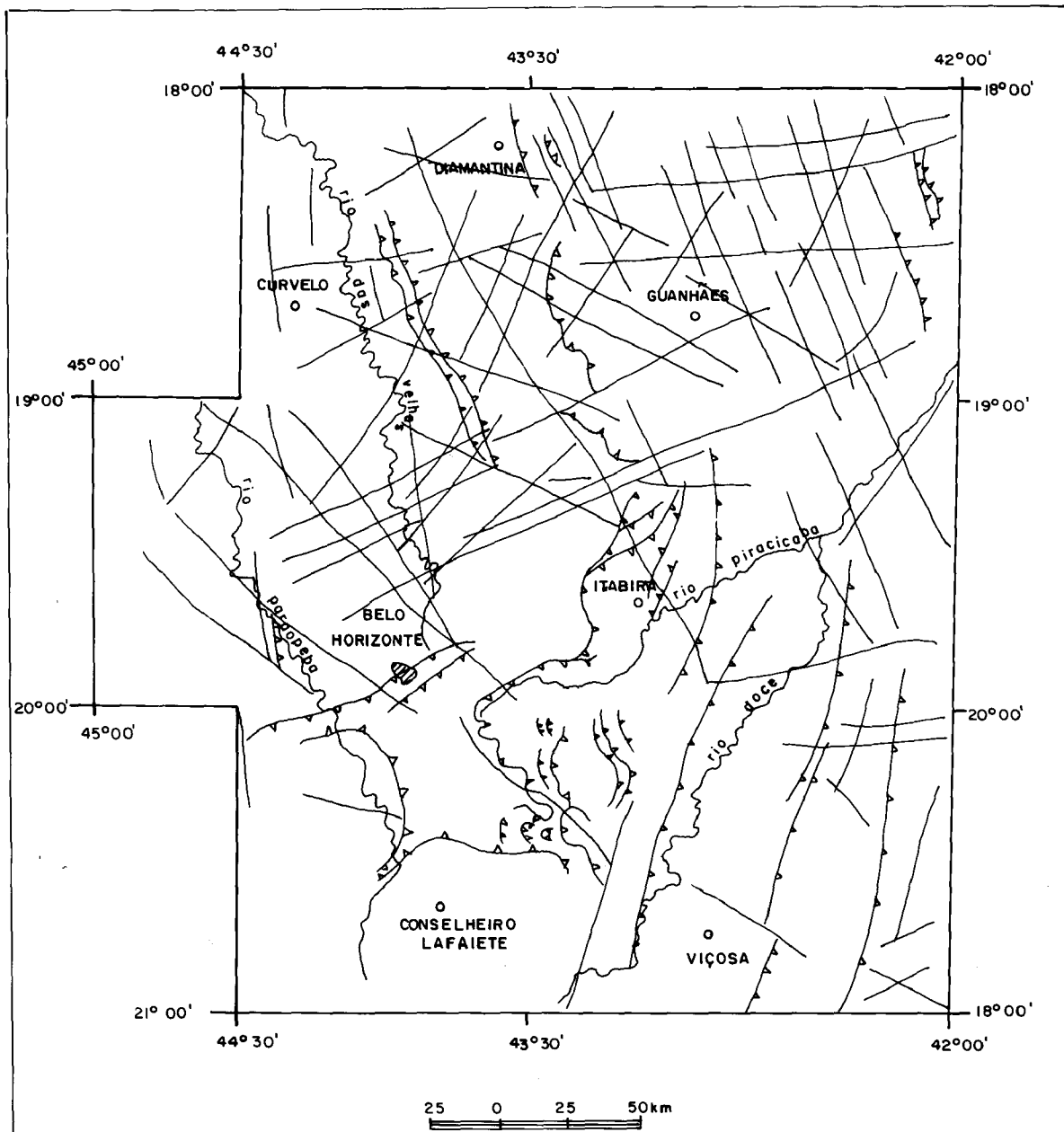


Figura 3: MAPA DE LINEAMENTOS

DIREÇÕES PRINCIPAIS

- 1 - N-S , N20-30 E , N 20-30W .
- 2 - N 50-60 E
- 3 - N 50-60W
- 4 - E-W

TABELA 1

IDADE INFERIDA DAS GRANDES UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

SUPERGRUPO	IDADE INFERIDA (COM BASE EM BIBLIOGRAFIA)
São Francisco	Proterozóico médio a superior (1)
Minas e Espinhaço	Proterozóico inferior a médio; em partes penecontemporâneos (1)
Paraúna e Rio das Velhas	Cinturões de rochas verdes arqueanas, <u>pos</u> sivelmente penecontemporâneos (1, 2)
Complexo Migmatito-Granu <u>l</u> ítico de Minas Gerais	Arqueano, retrabalhado nos ciclos transama <u>z</u> ônico e Brasiliano (1)

(1) Inda et alii (1984).

(2) Fogaça et alii (1984).

2. MATERIAS E MÉTODOS

2.1 - MATERIAIS

Foram utilizadas as seguintes imagens fotográficas, na escala de 1:250.000:

- canais 5 e 7 do MSS/LANDSAT;
- conjunto de cenas do RBV/LANDSAT;
- canais 4 e 5 do TM/LANDSAT (parcialmente);
- mosaicos de rodar (SLAR) do projeto RADAMBRASIL.

2.2 - MÉTODOS

A fotointerpretação foi baseada nos critérios de Veneziani e Anjos (1982), adaptados de Soares e Fiori (1976), e consistiu essencialmente no estudo de propriedades texturais de relevo e drenagem para definir e delimitar zonas homólogas às quais se associa um significado geológico

Integraram os dados obtidos com os bibliográficos e com mapas preexistentes, os quais foram homogeneizados através de trabalhos de campo, obtendo-se assim os mapas geológico e de lineamentos (Figuras 2 e 3).

3. RESULTADOS

Os dados obtidos serão apresentados e discutidos de modo comparativo com os resultados já existentes.

3.1 - MAPA GEOLÓGICO

3.1.1 - COMPLEXO MIGMATITO-GRANULÍTICO DE MINAS GERAIS

O complexo migmatito-granulítico de Minas Gerais (Inda et alii, 1984) ocorre como encaixante dos Supergrupos Rio das Velhas e Rio Paraúna (Fogaça et alii, 1984) e embasamento dos Supergrupos Minas, Espinhaço e São Francisco, estendendo-se por toda região leste e sul da área estudada (Figura 2).

É constituído por associações heterogêneas polimetamórficas, de médio e alto grau, com predominância de migmatitos, gnaisses, granitóides, granulitos, além de rochas metassedimentares e corpos metaígneos básicos e ultrabásicos.

No extremo leste-sudeste da área foram individualizados corpos granulíticos, em faixas com direções aproximadas N-S, que sofrem uma inflexão para NE na altura do paralelo 19°00'S. Estas faixas são limitadas por falhamentos inverso/empurrões, com direções aproximadas N-S e vergência para W (Figura 2).

Na parte E-NE da área (Figura 2) foi delimitada uma sequência xistosa, essencialmente de xistos grafitosos, biotita-xistos, quartzo-micaxistos e clorita-xistos, apenas parcialmente conhecida por trabalhos anteriores (Schobbenhaus et alii - coord., 1982; Fontes et alii, 1978). Apresenta duas direções predominantes (NE-SW e NW-SE de S para N, respectivamente), bem evidenciadas por falhas de empurrão/inversas, com vergência para W, as quais se constituem em contatos tectônicos com as unidades encaixantes graníticas e gnáissicas (Figura 2 e 3).

Rochas granitóides, de excelente expressão morfológica nas imagens utilizadas, foram mapeadas na região central da área em vários corpos, estenderam-se e detalharam seus limites com relação a trabalhos anteriores (Barbosa et alii, 1966, Fontes et alii, 1978, Schobbenhaus et alii, coord., 1982).

Provavelmente constituem um núcleo de maior rigidez, como indicado pelo amoldamento da sequência xistosa vizinha (Figura 2 e 3). Neste raciocínio a sequência xistosa deveria pertencer a um ciclo posterior à formação dos granitóides; contudo sua relação com a "faixa Araçuaí" continua desconhecida.

3.1.2 - SUPERGRUPOS RIO DAS VELHAS E RIO PARAÚNA

As seqüências vulcano-sedimentares (arqueanas), típicas de ambientes "granite-greestone", ocorrem essencialmente em duas áreas: no antiforme de Gouveia, região central da Serra do Espinhaço Meridional e no Quadrilátero Ferrífero. É discutível a natureza da seqüência vulcano-sedimentar de Serro (Ulhein, 1982; Fogaça et alii, 1984). A direção principal destas unidades é NW-SE e seus contatos com o Complexo Migmatito-Granulítico são tectônicos. O Supergrupo Rio das Velhas foi estendido da região NW do Quadrilátero Ferrífero até as proximidades do Grupo Bambuí, na região de Pitangui (Figura 2).

3.1.3 - SUPERGRUPOS MINAS E ESPINHAÇO

As seqüências metassedimentares dos Supergrupos Minas e Espinhaço são constituídas essencialmente por quartzitos, filitos, xistos, itabiritos, dolomitos e metaconglomerados. Ocorrem na região centro-oeste da área, controladas por grandes falhamentos de empurrão inversos com direção geral N-S e variantes NE-SW e NW-SSE, com vergência para W (Figura 2).

Os principais resultados referentes à estruturação dos Supergrupos Minas e Espinhaço indicam para o último constância direcional maior em torno da direção N-S. O supergrupo Minas exibe variações de direção mais acentuadas e, sobretudo no Quadrilátero, relitos de erosão de dobras isoclinais e pacotes cavalgados por cima das unidades Espinhaço, o que reforça ainda mais sua origem alóctone nesta região tão controvertidamente discutida (Fleischer, 1971; Schorscher, 1975, 1976; Schorscher e Guimarães, 1976; Zapata Pericon e Quemeneur, 1982; Fleischer et alii, 1982; Schorscher et alii, 1982; Inda et alii, 1984).

Quanto ao Supergrupo Espinhaço, unidades maiores individualizadas ao nível de formação (Pflug, 1968; Scholl, 1980) na região de Diamantina, principalmente a Formação Galho do Miguel, podem ser reconhecidas e continuamente traçadas nas imagens até as extremidades meridionais da serra, na região do Quadrilátero Ferrífero. Este último resultado não pode ser representado na escala da Figura 2.

3.1.4 - SUPERGRUPO SÃO FRANCISCO

O Supergrupo São Francisco (Pflug e Renger, 1973; Inda et alii, 1984), na região estudada, inclui os grupos Macaúbas e Bambuí, os quais apresentam faixas dobradas nas zonas limítrofes com o Supergrupo Espinhaço. O supergrupo São Francisco ocorre na região oeste da área estudada e as litologias predominantes são quartzitos, ardósias, metagrauvacas, siltitos, cacáreos, xistos verdes e dolomitos (Figura 2).

3.1.5 - ROCHAS BÁSICAS INTRUSIVAS

Estas rochas foram delimitadas principalmente nas áreas de ocorrência dos Supergrupos Espinhaços e Minas, geralmente sob a forma de diques, "sills" e "stockes". Formam três grupos de rochas com significado e posicionamento tectônico diferentes (Inda et alii, 1984). O primeiro, tardio tectônico, foi afetado pelo metamorfismo regional Minas-Espinhaço. O segundo, constituído por basaltos doleríticos grosseiros, é pós-metamórfico e o terceiro, é basáltico de idade mesozóica. Não são separáveis em imagens devido a sua similaridade e expressão morfológica.

3.1.6 - PRODUTOS DE INTEMPERISMO E SEDIMENTOS TERCIÁRIOS-QUATERNÁRIOS

Estes produtos são de pouca expressão regional e quantitativamente subordinados; não foram individualizados na Figura 2 (maiores detalhes encontram-se no trabalho de Inda et alii, 1984).

3.2 - MAPAS DE LINEAMENTOS

3.2.1 - ASPECTOS GERAIS

A análise dos lineamentos evidenciou quatro direções de traços de planos tectônicos: N-S (com variações para NNE-SSW e NNW-SSW), E-W, SW-SE e NE-SW (Figura 3). Estas direções foram fundamentais durante a evolução tectônica da área e estão relacionadas a esforços distensivos generativos sinsedimentares e compressivos-orogênicos.

A direção N-S, e suas variações, é a mais intensa em termos de fotolineamentos, pois representa os grandes falhamentos inversos/empurrões e a intensa foliação cataclástica, desenvolvida durante os estágios compressivos orogênicos que afetaram esta área policíclica.

Os fotolineamentos de direção EW são menos conspícuos nos produtos utilizados; porém, também são de grande importância na evolução geológica. Juntamente com as direções N-S e suas variações, constituíram mosaico de blocos embasamentais ativos desde os tempos arqueanos, controlando a paleogeografia e processos de sedimentação ocorridos na área (Almeida Abreu e Munhoz, 1983; Almeida Abreu and Schorscher, 1984).

Os lineamentos NE-SW e NW-SE ocorrem em toda a área (Figura 3) e, aparentemente não exercem um controle litoestrutural muito acentuado (Figura 2). Foram interpretados como direções cizalhantes mais jovens do que as anteriores, formadas durante os estágios compressivos orogênicos que atuaram na região. Esta interpretação foi preliminarmente confirmada com dados de campo e bibliográficos (Wallace e Ryneerson, 1965; Dorr II, 1969; Diniz e Pinheiro, 1980; Fogaça, 1982), através da constatação da existência de falhamentos destrais NE-SW e sinistrais NW-SE.

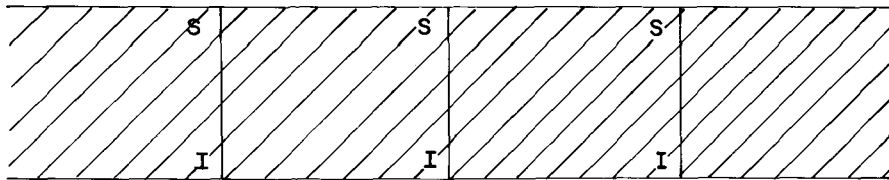
3.2.2 - EXEMPLOS DE CORRELAÇÃO DOS LINEAMENTOS COM ASPECTOS EVOLUTIVOS

3.2.2.1 - REGIÃO SE DO COMPLEXO MIGMATITO-GRANULÍTICO DE MINAS GERAIS

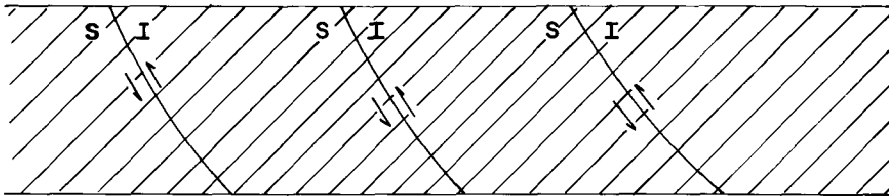
Nesta região verificou-se que os lineamentos N-S definiram limites entre blocos crustais, através de falhamentos inversos profundos que provocaram o cavalgamento destes blocos de E para W (Figura 2). Seguindo de W para E observa-se a seguinte seqüência litológica em cada bloco: rochas infracrustais profundas, passando gradativamente para rochas infracrustais de média profundidade e, em alguns casos, até rochas supracrustais. Um esquema para o cavalgamento dos blocos crustais, está representado na Figura 4.

3.2.2.2 - REGIÃO CENTRO-NORTE DA ÁREA DE ESTUDO


Na área de ocorrência dos metassedimentos do Supergrupo Espinhaço encontram-se vários diques básicos alinhados segundo a direção E-W, mostrando seu caráter distensivo (Figura 5). A existência destes corpos de idades diversas (desde pré-metamorfismo regional Minas-Espinhaço, até mesozóicas), juntamente com o controle da sedimentação do Supergrupo Espinhaço (Almeida e Schorscher, 1984), atesta seu caráter distensivo desde os tempos pós-arqueanos.



S = SUPERIOR
I = INFERIOR



FigA - ESQUEMA DE CAVALGAMENTO DOS BLOCOS CRUSTAIS

 - CROSTA
 S - SUPERIOR
 I - INFERIOR

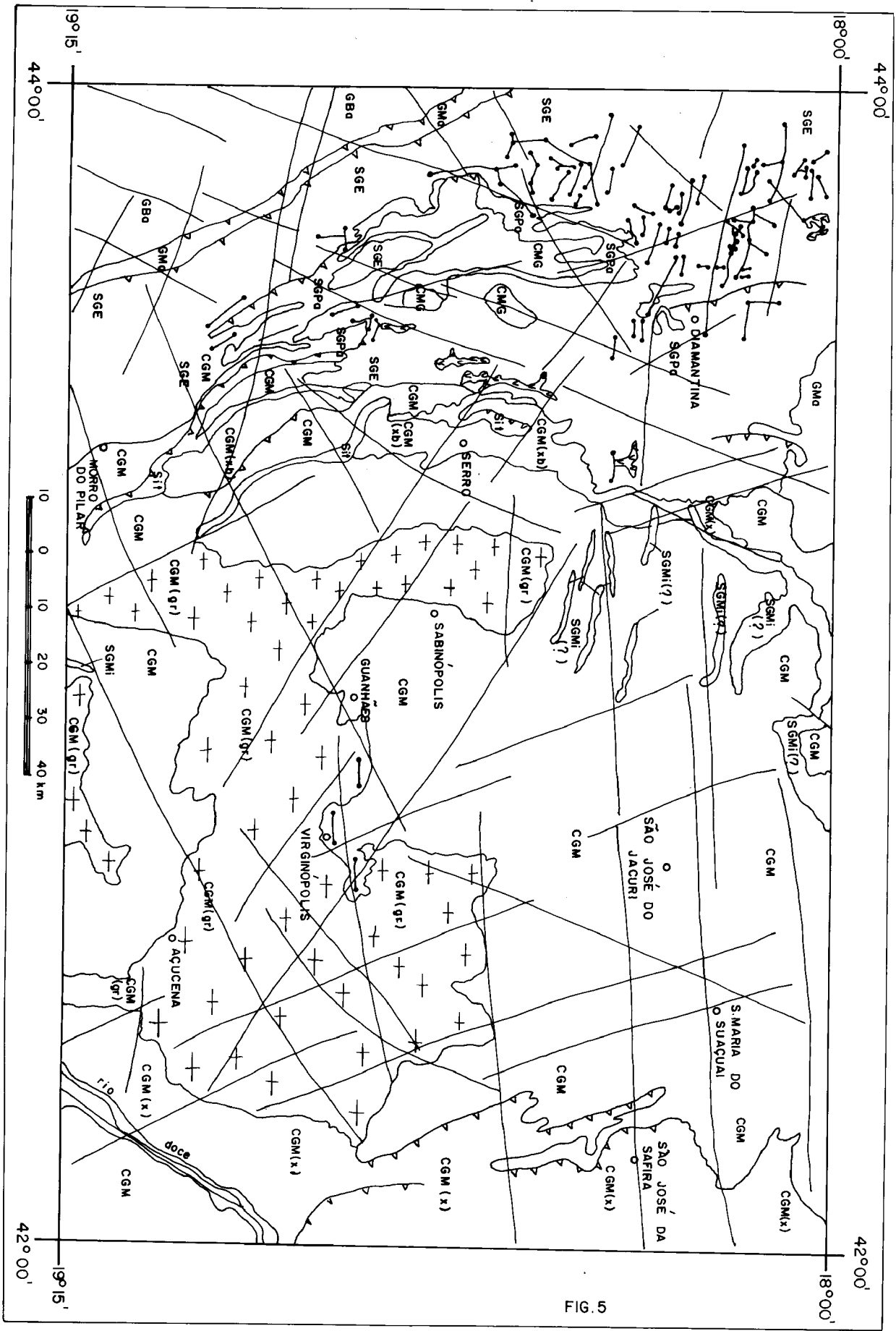


FIG. 5

LEGENDA DA FIG. 5

EXEMPLO DE CONTROLE LITOESTRUTURAL DOS LINEAMENTOS E-W NA
REGIÃO CENTRO-NORTE DA ÁREA DE ESTUDO

PROTEROZOÍCO SUPERIOR

GB_a - GRUPO BAMBUI

GM_a - GRUPO MACAUBAS

PROTEROZOÍCO MÉDIO-INFERIOR

SGE - SUPER GRUPO ESPINHAÇO

SGMi - SUPER GRUPO MINAS

Sit - SEQUENCIA ITABIRITICA INDIVISA

CGM(xb) - ROCHAS BÁSICAS - ULTRABÁSICAS XISTIFICADAS (?)

ARQUEANO

SGPa - SUPER GRUPO PARAUNA

CGM - COMPLEXO MIGMATITO - GRANULITICO DE MINAS GERAIS

(gr) GRANITÓIDES ; (x) SEQUÊNCIA XISTOSA

ROCHAS INTRUSIVAS

 DIQUES BÁSICOS

 ROCHAS BÁSICAS INTRUSIVAS

Na área de ocorrência do Complexo Migmatito-Granulítico de Minas Gerais foram feitas as seguintes observações:

- 1) controle de unidades quartzíticas (Supergrupo Minas) segundo a direção E-W;
- 2) alta densidade de lineamento fotointerpretados nesta direção, correlacionados com o desenvolvimento de intensa foliação cataclástica nos gnaisses e migmatitos que ocorrem na área, e
- 3) truncamento das rochas granitóides que ocorrem na parte sul (Figura 5) pelos lineamentos E-W.

Estes fatos corroboram a importância desta direção como um fator de controle litoestrutural.

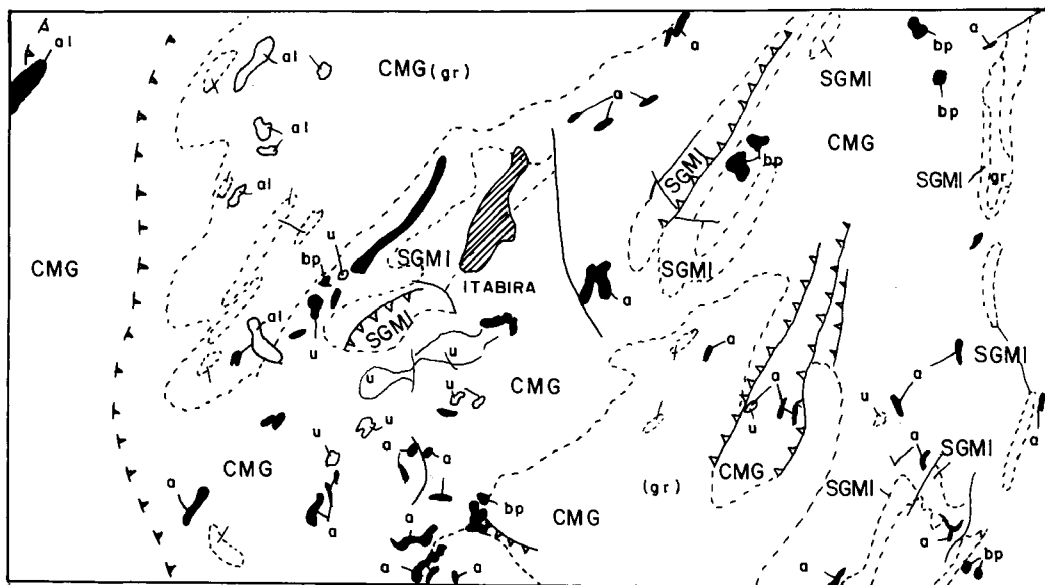
3.2.2.3 - REGIÃO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

Verificou-se um padrão de lineamentos com direção predominante NNW-SSE nas áreas de ocorrência das seqüências vulcano-sedimentares (Supergrupo Rio das Velhas).

Observou-se que este padrão é muitas vezes discordante em relação ao das unidades circunvizinhas, fato que sugere ser a direção NNW-SSE (variação da N-S) já ativa no arqueano. Neste caso, ela está associada com a foliação predominante das seqüências, originada por esforços compressivos orogenéticos. (Figura 6).

3.2.2.4 - REGIÃO DE ITABIRA

Este exemplo mostra o condicionamento estrutural de basaltos pertencentes a duas gerações, pós-Espinhaço pré-Brasiliano e mesozóico (Schorscher, 1975), segundo a direção NNE-SSW, paralela à borda da Serra do Espinhaço. Grandes falhamentos inversos e de empurrão foram formados segundo esta direção, durante fases orogenéticas compressivas, e a presença de duas gerações de corpos básicos trazem evidências de sua reativação em fases distensivas posteriores (Figura 7).



ESCALA APROXIMADA 1.400 000

4 0 4 8 12 16 km

Figura 7 : CONDICIONAMENTO DE DUAS GERAÇÕES DE BASALTOS SEGUNDO A DIREÇÃO NNE-SSW NA REGIÃO DE ITABIRA (SIMPLIFICADO DE SCHORSCHER, 1975)

PROTEROZOÍCO MÉDIO-INFERIOR

SGMI - SUPER GRUPO MINAS

ARQUEANO

CMG - COMPLEXO MIGMATÍTO-GRANULÍTICO DE MINAS GERAIS

(gr) - GRANITOS

ROCHAS INTRUSIVAS

u - METAULTRA-BASITOS

ai - METADIORITOS E METAQUARTZO DIORITOS

a - ANFIBOLITOS

bp - BASALTOS PÓS-TECTÔNICOS

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA ABREU, P.A.; MUNHOZ, D.T.V. A reconstituição paleogeográfica e o estudo dos minerais pesados como indicativos de áreas fontes primárias de diamantes da Serra do Espinhaço, Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MIANS GERAIS, 2., Anais, Bol. 3:219-234, Soc. Bras. Geol. Núcleo MG, Belo Horizonte, 1983.
- ALMEIDA ABREU, P.A.; SCHORSCHER, H.D. Archean basement configuration and influences of the evolution of the lower Proterozoic Espinhaço Supergroup in Minas Gerais, Brazil. In: INTERNATIONA GEOLOGYCAL CONGRESS, 27. Abstracts, vol. II (section 04 and 05), p. 248, Moscou, 1984.
- BARBOSA, A.L.M.; GROSSI SAD, J.M.; MELO, M.T.V.; TORRES, N. Descrição do mapa geológico preliminar do Médio Rio Doce. Sociedade Brasileira de Geologia, Rio de Janeiro, (2):3-10, 1966.
- DINIZ, H.B.; PINHEIRO, R.M. Projeto Mapeamento Geológico do Espinhaço Meridional. Mapa Geológico Conselheiro Mata SE-23-2A-III-3NO (1:25.000). Relatório. Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Geologia Eschwege. Diamantina, 1980.
- DRR II, J.V.N. Physiographic stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. U.S.G.S., Prof. Pap. 641-A, 110 pp., Washington, D.C., 1969.
- FLEISCHER, R. Le gisement aurifere a tourmaline de Passagem de Mariana, Minas Gerais, Brésil et son cadre; influence de l'evolution structurale et du métamorphisme sur une minéralisation syngénétique familière. Paris, Université de Paris, 1971, 110 p. (Tese de Doutorado).
- FLEISCHER, R.; LADEIRA, E.A.; GROSSI SAD, J.H. Discussão da nota "Tectônica de nappes e séries transgressivas no Quadrilátero Ferrífero", apresentada por Hugo Zapata Pericon e Joel Quemeneur no XXXII Congresso Brasileiro de Geologia. Revista Ciência da Terra, S.B.G., N.5, p. 5-6, Jul/Ago. de 1982.
- FOGAÇA, A.C.C. Geologia e mineralizações aurífera na região da Costa Sena - MG uma abordagem preliminar. I.C., Univ. Brasília, rela. int., 28 pp., Brasília, 1982.
- FOGAÇA, A.C.C.; ALMEIDA ABREU, P.A.; SCHORSCHER, H.D. Estratigrafia da seqüência supracrustal arqueana na porção mediana-central da Serra do Espinhaço Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., Simpósio "Greenstone Belts". Rio de Janeiro, 1984.
- FONTES, C.Q.; NETTO, C.; COSTA, M.R.A.; BALTAZAR, O.F.; SILVA, S.L.da; VIVEIRAS, V.S. Projeto Jequitinhonha; relatório final. Belo Horizonte, DNPM-CPRM, 1978. 12 v.
- INDA, H.A.V.; SCHORSCHER, H.D.; DARDENNE, M.A.; SCHOBENHAUS, C.; HARALY, N.L.E.; BRANCO, P.C. de A.; RAMALHO, R. O Craton do São Francisco e a Faixa de Dobramentos Aracuaí. In: SCHOBENHAUS, C. et alii, - coord. Geologia do Brasil. Texto explicativo do Mapa Geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais. Escala 1:2.500.000. Brasília, 1984. 501 pp.
- PFLUG, R. Observações sobre a estratigrafia da Série Minas na região de Diamantina, Minas Gerais. Notas Prelim. e Est. Div. Geol. Mineral.Dep. Nac. Prod. Min., Rio de Janeiro, N. 142, 1968. 20 p.

