

ESTRUTURAÇÃO TECTÔNICA DO SUPERGRUPO ESPINHAÇO NA REGIÃO DE DIAMANTINA (MG)

ALEXANDRE UHLEIN*, ROLAND TROMPETTE e MARCOS EGYDIO DA SILVA*****

ABSTRACT The objective of this work is to demonstrate that the Espinhaço Supergroup, in the area of Diamantina (MG), was not affected by any tectonism prior to the deposition of the Bambuí Group. Both stratigraphic units exhibit a similar structural evolution, and shall be considered as Cratonic covers, deposited during Middle to Late Proterozoic, on the southeastern edge of the São Francisco Craton, and slightly folded during the Brasiliano orogeny. As additional results, it was shown that the elongation of pebbles and mica plates within quartzites and metaconglomerates of the Espinhaço Supergroup is parallel to the *X* axis of the strain ellipsoid, and that the observed pattern of the lineations indicates a tectonic transport towards west, in the direction of the São Francisco Craton.

INTRODUÇÃO A região estudada faz parte da unidade ocidental da Província Mantiqueira, a qual se encontra inclinada para oeste sobre o Cráton do São Francisco, província estrutural que permaneceu estável durante a orogênese brasileira.

Nesta região afloram duas seqüências de coberturas pro-

terozóicas: o Supergrupo São Francisco e o Supergrupo Espinhaço, horizontais e não metamórficas quando sobre o cráton e, progressivamente para leste, tornam-se dobradas e mais metamórficas. A zona estudada situa-se na transição entre a Cadeia Ribeira-Mantiqueira e o Cráton do São Francisco (Fig. 1).

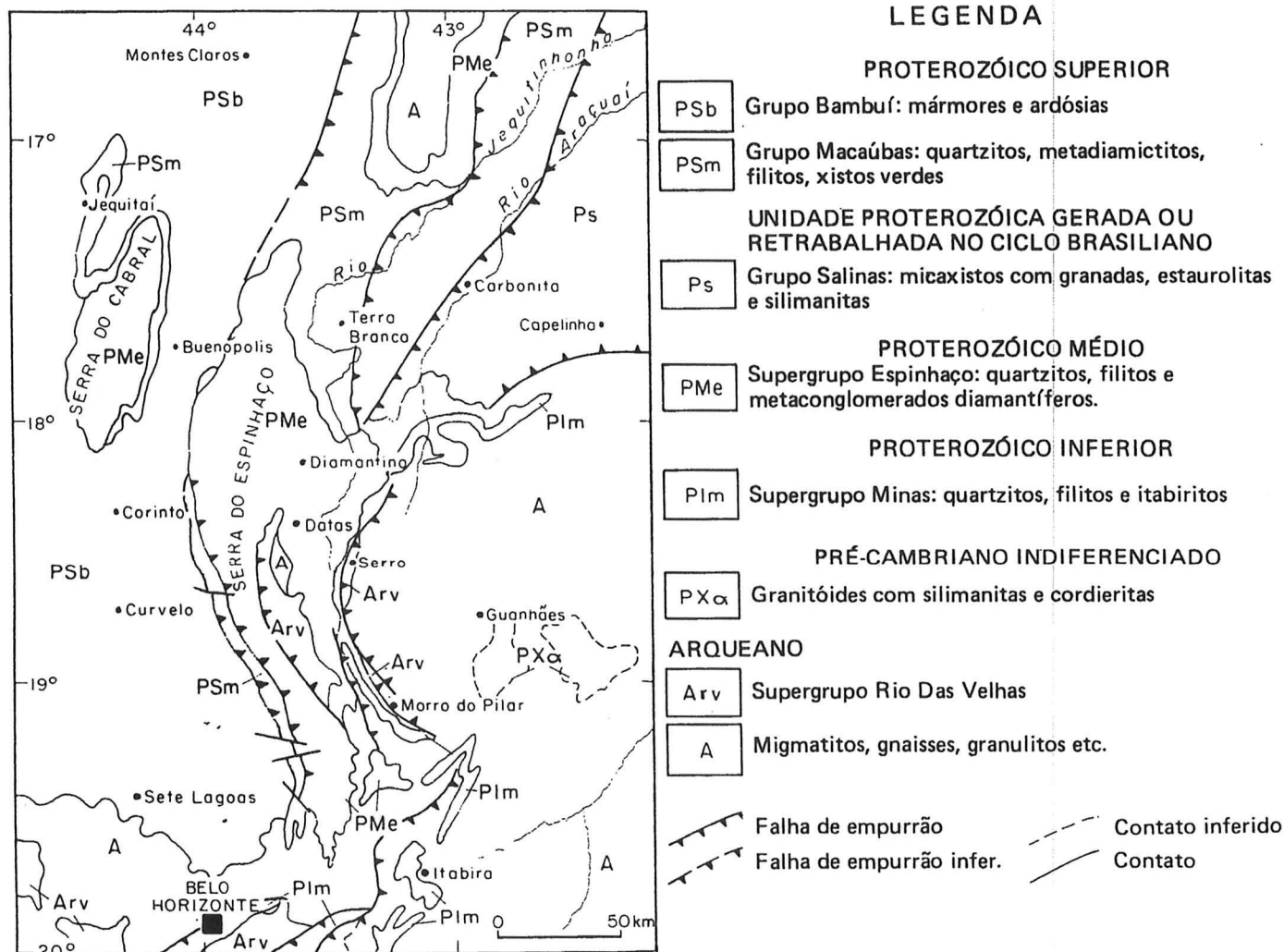


Figura 1 – Mapa geológico da região centro-leste do Estado de Minas Gerais (modificado de Schobbenhaus et al. 1981)

* Centro de Geologia Eschwege, Universidade Federal de Minas Gerais. Rua da Glória, 197, CEP 39100, Diamantina, MG, Brasil

** Laboratoire Géologie Structurale, Université Aix-Marseille III, Centre de St. Jérôme, 13.397 Marseille CEDEX 13, France

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

O Supergrupo Espinhaço tem sido objeto de diferentes interpretações quanto a:

1) **Posição litoestratigráfica e sua idade** Para Pflug (1965, 1968), seria contemporâneo ao Supergrupo Minas. Em 1971, a nova edição do Mapa Geológico do Brasil, publicado pelo DNPM, caracterizou as unidades que formam a Serra do Espinhaço como o Grupo Espinhaço, de idade pré-Minas, colocando-o dentro do intervalo de 1.300 a 1.800 Ma. Para Almeida (1977), o Grupo Espinhaço seria mais jovem que o Supergrupo Minas, com evolução no Ciclo Uruçuano. Segundo Ladeira (1980), levando em consideração os trabalhos de Dorr II (1969), o Supergrupo Espinhaço seria de idade pré-Minas.

Devido aos estudos radiométricos atribui-se ao Supergrupo Minas uma idade transamazônica (Proterozóico Inferior) e ao Supergrupo Espinhaço, uma idade proterozóica média [Almeida & Litwinski (1984)]. Para Brito Neves *et al.* (1979), a sedimentação do Supergrupo Espinhaço teria iniciado em torno de 1.750 Ma, idade dos metarrolitos de Conceição do Mato Dentro. Esta idade ainda permanece hipotética, considerando que a posição desses metarrolitos é discutível, pois os autores questionam se estes estariam na parte inferior do Supergrupo Espinhaço ou dentro do embasamento.

2) **Relações estruturais com os Grupos Macaúbas-Bambu ou Supergrupo São Francisco** a) O Supergrupo Espinhaço foi dobrado e metamorfozizado antes da orogênese Brasileira no Estado da Bahia (Jardim de Sá *et al.* 1976, Inda & Barbosa 1978). b) Em Minas Gerais, o Supergrupo Espinhaço tem apenas a marca da tectônica brasileira (Almeida 1977).

Este trabalho se propõe a discutir o segundo ponto e a mostrar que o Supergrupo Espinhaço da região de Diamantina não possui uma tectônica pré-Brasileira. Para isto descreve-se sucessivamente, a estrutura do Grupo Bambuí e do Supergrupo Espinhaço, neste último utilizando-se os estudos realizados em seixos do metaconglomerado da Formação Sopa-Brumadinho, cujos resultados foram parcialmente publicados por Silva & Uhlein (1985).

SEÇÃO GEOLÓGICA PRESIDENTE JUSCELINO-SERRO: QUADRO ESTRUTURAL

Uma seção geológica esquemática (Fig. 2) entre Presidente Juscelino e Serro mostra, de leste para oeste, a seguinte sucessão:

1) O embasamento da região de Serro, litologicamente complexo, cavalgando a borda ocidental do Supergrupo Espinhaço, o qual é representado por rochas metatrabásicas com características de *greenstone belt* (Uhlein *et al.* 1983),

cunhas tectônicas do embasamento e metassedimentos, tais como quartzitos, filitos e itabiritos, correlacionáveis ao Supergrupo Minas.

Uhlein (1982) considerou uma discordância estrutural entre estes metassedimentos e o Supergrupo Espinhaço na região de Serro. A ampliação do conhecimento tectônico do Supergrupo Espinhaço (Uhlein 1984) permite rever esta hipótese e sugere uma equivalência estrutural entre os metassedimentos correlacionáveis ao Supergrupo Minas e o Supergrupo Espinhaço em sua porção oriental, conforme já colocou Herrgessel (1985).

2) No Supergrupo Espinhaço distinguem-se, tanto do ponto de vista litoestratigráfico como estrutural, duas unidades, as quais foram denominadas Grupo Diamantina (conjunto inferior) e Grupo Conselheiro Mata (conjunto superior) por Dossin *et al.* (1984).

A leste predomina amplamente o Grupo Diamantina, constituído pelas formações São João da Chapada, Sopa-Brumadinho e Galho do Miguel (Pflug 1968, Schöll & Fogaça 1979). Nesta região, o Supergrupo Espinhaço está suavemente ondulado com numerosas falhas inversas, que levam a Formação Sopa-Brumadinho, composta de quartzitos e filitos, a cavalgar os quartzitos puros da Formação Galho do Miguel. A xistosidade dominante é S_1 , subparalela ao acamamento, ocorrendo também S_2 , que corta S_0 com alto ângulo. O metamorfismo é da fácies xisto-verde. A oeste, ocorre o Grupo Conselheiro Mata, onde aflora sobretudo a parte superior do Supergrupo Espinhaço, constituído pelas formações Santa Rita, Córrego dos Borges, Córrego Bandeira, Córrego Pereira e Rio Pardo Grande; e representa um conjunto homogêneo de metassiltitos e quartzitos finos (Pflug 1968, Schöll & Fogaça 1979). As dobras são amplas, assimétricas, com uma vergência pouco pronunciada para oeste (Fig. 2). A xistosidade S_2 é a superfície penetrativa dominante. O metamorfismo é da fácies xisto-verde e os minerais metamórficos (sericita e clorita) mostram granulação fina a muito fina, dificultando observações microscópicas. Não há evidências de polimetamorfismo.

3) O Supergrupo São Francisco é cavalgado em seu flanco oriental pelo Supergrupo Espinhaço (Fig. 2). Compreende o Grupo Macaúbas (quartzitos e metadiamictitos) e o Grupo Bambuí (mármore e ardósias). Internamente apresenta ondulações de eixo norte-sul muito semelhante às descritas na região ocidental do Supergrupo Espinhaço. O metamorfismo é da fácies xisto-verde (Dossin 1983).

ESTRUTURAS MESOSCÓPICAS DO GRUPO BAMBUÍ

Examinar-se-ão agora, de maneira mais

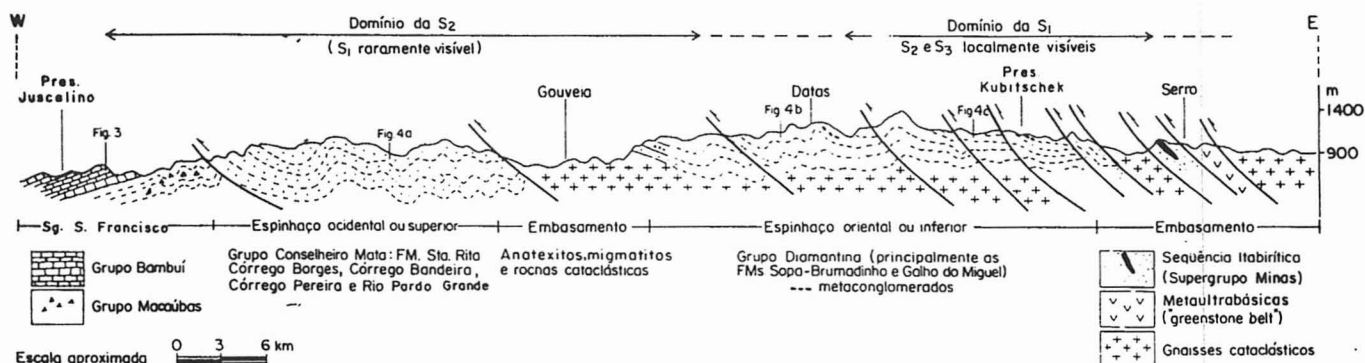


Figura 2 – Perfil geológico esquemático entre Presidente Juscelino e Serro

detalhada, as mesoestruturas presentes no Grupo Bambuí (Figs. 2 e 3).

Alguns afloramentos de mármore do Grupo Bambuí (Fig. 3) mostram claramente a superposição de duas fases principais de dobramentos.

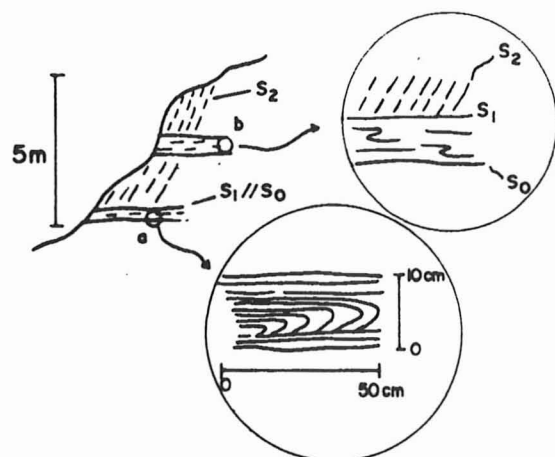


Figura 3 – Alternância de mármore laminado e maciço: a) dobramentos nos mármore indicando transposições localizadas; e b) dobramentos intrafoliais centimétricos com S_1 plano-axial. Local: proximidades de Presidente Juscelino, rodovia BR-259, km 48 a 50

- Uma primeira fase, pouco penetrativa, representada por dobramentos intrafoliais centimétricos (Fig. 3b) que, localmente, têm a forma de minidobras deitadas (Fig. 3a). Estas dobramentos possuem charneiras com direções variadas mas próximas de norte-sul e são visíveis apenas nas fácies de mármore finamente laminados.

- Uma segunda fase representada por uma xistosidade que faz um ângulo forte com S_0 , penetrativa nos bancos de mármore maciço e pouco ou não visível nos bancos finamente laminados. Localmente esta xistosidade está associada a dobramentos inclinados para oeste, isto é, para o cráton, cujos eixos têm direção norte-sul. Nos filitos e ardósias do Bambuí esta xistosidade constitui o plano dominante, associada a um metamorfismo da fácies xisto-verde.

A estas duas fases principais juntam-se dois eventos posteriores de ondulações norte-sul e leste-oeste, associados a crenulações pouco penetrativas, de caráter local. A fase leste-oeste provoca duplo caimento nos eixos da fase principal, sendo responsável por estruturas braquianticlinais e braquissinclinais. A tabela 1 mostra um quadro da evolução estrutural e metamórfica do Grupo Bambuí.

ESTRUTURAS MESOSCÓPICAS DO SUPERGRUPO ESPINHAÇO O Supergrupo Espinhaço, em sua zona oriental, encontra-se pouco ondulado e está caracterizado por sucessivas falhas de empurrão. A xistosidade S_1 está paralela à estratificação, constatável tanto nas intercalações filíticas como nos quartzitos micáceos. Constitui a superfície dominante na região de Datas a leste de Presidente Kubitschek. Localmente ocorre crenulada por S_2 , cuja orientação é norte-sul, com vergência para oeste e com forte inclinação em relação à estratificação (Fig. 4a). As dobramentos D_1 são raras, geralmente centimétricas, com estilo isoclinal recumbente e só visíveis em quartzitos com lâminas ferruginosas (Fig. 4b). As charneiras destas dobramentos orientam-se predominantemente para leste, subparalelas à lineação mineral.

Tabela 1 – Quadro da evolução estrutural e metamórfica do Grupo Bambuí na borda oeste da Serra do Espinhaço meridional

Fase	Estruturas	Metamorfismo
F_1/M_1	• $S_1//S_0$ em mármore laminado da formação Sete Lagoas • Minidobras intrafoliais (Fig. 3b) • Mininappes sugerindo "décollements" localizados e transposições (Fig. 3a) • Lineações minerais na S_1	Sericita-clorita: f. xisto-verde
F_2/M_2	• S_2 predominante em mármore maciço, cortando diagonalmente o acamamento e orientada N-S; 50E • Dobras métricas a quilométricas N-S com vergência para oeste • Lineação de interseção $S_2 \times S_0$	Sericita-clorita: f. xisto-verde
F_3/M_3	• Clivagem de crenulação • Ondulações assimétricas da S_2 em filitos e ardósias	Sericita: f. xisto-verde
F_4	• Ondulações regionais E-W • Formação de braquianticlinais e braquissinclinais, ex: Braquissinclinal de Buenópolis	

As dobramentos D_2 são mais frequentes, com dimensões centimétricas a quilométricas, charneiras norte-sul e plano axial com forte inclinação para leste. Um metamorfismo da fácies xisto-verde está associado às duas fases de deformação.

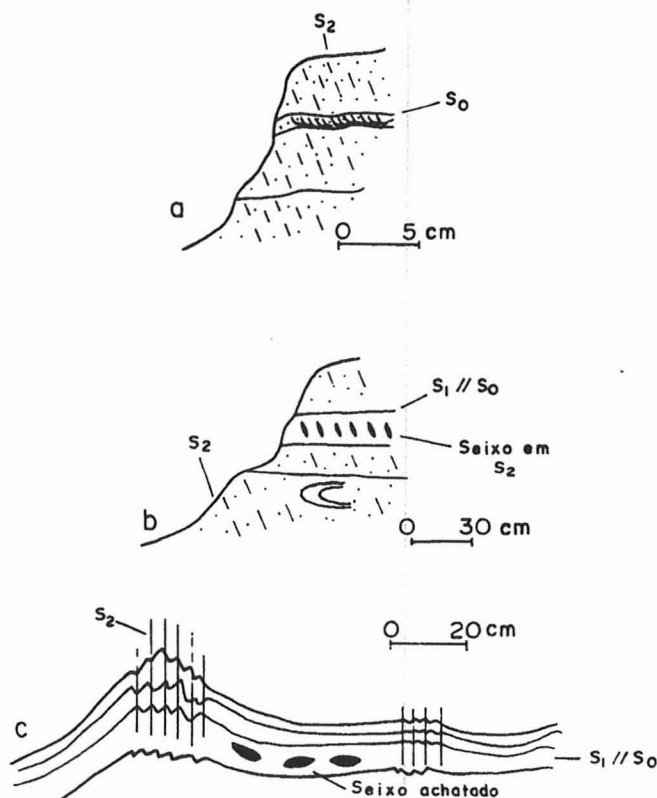


Figura 4 – Foliação. a) Espinhaço ocidental. Domínio da S_2 que corta S_0 . Preservação de estruturas sedimentares. Local: rodovia Curvelo-Diamantina, km 60 a 65, b) Dobras isoclinais recumbentes com $S_1//S_0$. Seixos achatados em S_2 . Local: rodovia MG-259, km 455 e c) Espinhaço oriental. Domínio da S_1 com S_2 localizada. Seixos achatados na foliação S_1 . Local: rodovia MG-259, km 431

Uma terceira xistosidade pode ainda ser encontrada localmente afetando unidades litológicas incompetentes na forma de uma clivagem de crenulação orientada aproximadamente segundo norte-sul, com mergulhos de 50° a 70° para oeste. A tabela 2 mostra um quadro da evolução estrutural e metamórfica do Supergrupo Espinhaço.

Tabela 2 – Quadro da evolução estrutural e metamórfica do Supergrupo Espinhaço na porção meridional da serra homônima

Fase	Localização Geográfica	Estruturas	Metamorfismo
F ₁ /M ₁	Espinhaço Oriental Arredores de Datas a leste de Pres. Kubitschek	• S₁/S₀ (N-S; 10-20° E) • Minidobras isoclinais com charneiras para NE e E • Lineações minerais orientadas E; 20° (Fig. 5) • Lineações de seixos na S₁: E; 10 a 20° (Fig. 4c) • Falhas de cavalgamento	Fácies xisto-verde (sericita-clorita)
F ₂ /M ₂	Espinhaço Oriental e Ocidental	• S₂ cortando S₀ e orientada N-S; 50 E • Refração da S₂ • Grandes e pequenas dobras de eixo norte-sul e vergência para leste • Anticlinais e sinclinais com dobramento da S₁ • Lineação intersecção S₂ x S₀ • Lineação de seixos na S₂ (Fig. 4b) • Falhas de empurrão	Fácies xisto-verde (sericita-clorita)
F ₃ /M ₃	Espinhaço Oriental (Fase localizada, perceptível apenas em litologias incompetentes)	• Clivagem de crenulação (S₃) em filitos (N-S; 40-70W) • Ondulações métricas da S₂ • Lineação de crenulação norte-sul • Kink - bands	Fácies xisto-verde
F ₄	Espinhaço Oriental Espinhaço Ocidental	• Ondulações regionais E-W • Duplo caimento das dobras D₂ • Braquianticlinais e braquissinclinais	

Na zona ocidental, onde aflora a parte superior do Supergrupo Espinhaço (Grupo Conselheiro Mata), a xistosidade S₂ é a superfície dominante. Ela está fortemente inclinada com uma nítida vergência para oeste (Fig. 4c). O metamorfismo associado é da fácies xisto-verde baixo. Suaves ondulações regionais, aparentemente sem formação de xistosidade e orientadas leste-oeste, formam estruturas tipo braquianticlinais e braquissinclinais.

Silva & Uhlein (1985) verificaram que, nas proximidades de Diamantina, os seixos do metaconglomerado da Formação Sopa-Brumadinho encontram-se achata-dos na xistosidade principal S₂ e estirados segundo o eixo X do elipsóide de deformação, na parte ocidental do Supergrupo Espinhaço (Fig. 5). Na parte oriental, os seixos desta mesma formação estão deformados na xistosidade S₁, porém o alongamento dos seixos assim como o alinhamento dos minerais metamórficos estão igualmente paralelos ao eixo X (Figs. 6a, b e c). Estes autores mostraram, quantitativamente, que os metaconglomerados da Formação Sopa-Brumadinho, nas localidades de Datas e Guinda, exibem diferenças no grau de deformação, os quais foram atribuídos, com ressalvas, a níveis estruturais distintos.

CONCLUSÕES Encontram-se, no Supergrupo Espinhaço, as duas fases de deformações principais identificadas no Grupo Bambuí, sendo que a primeira se traduz localmente por uma xistosidade S₁/S₀, ligada a pequenas dobras recumbentes, e a segunda, que é a fase principal do Supergrupo Espinhaço, em sua porção ocidental, é também marcante no Grupo Bambuí e manifesta-se por uma clivagem de crenulação. Para as duas unidades litoestratigráficas estudadas o metamorfismo é da fácies xisto-verde.

O Supergrupo Espinhaço, da região de Diamantina, não

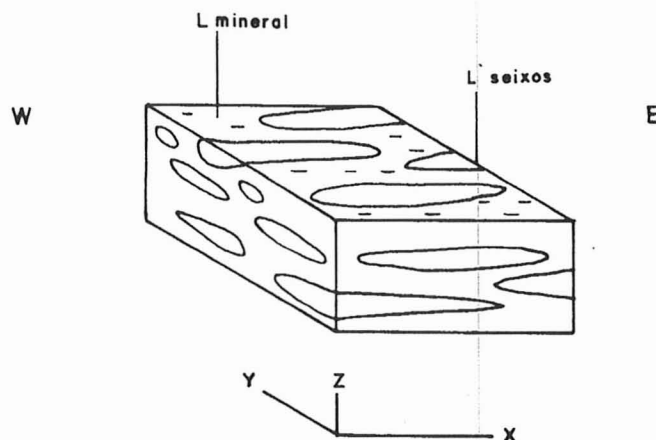


Figura 5 – Lineações de estiramento (L mineral e L seixos) alongadas segundo o eixo X do elipsóide de deformação e orientadas para leste

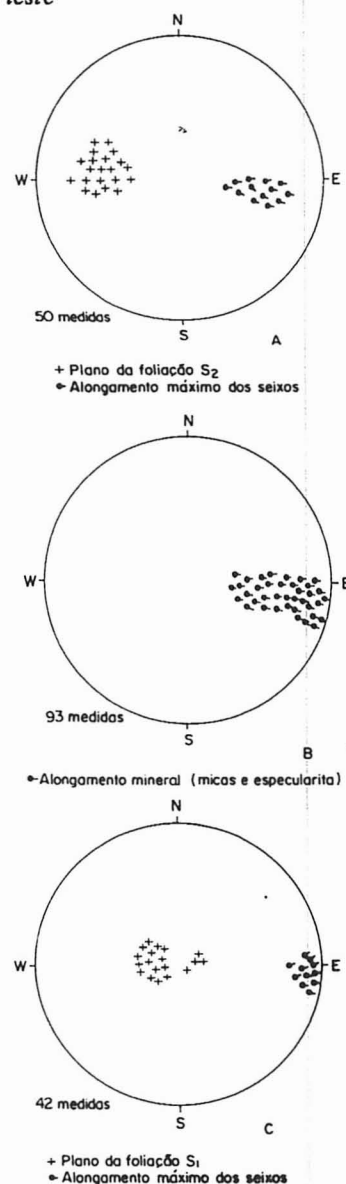


Figura 6 – Projeção polar (hemisfério inferior): a) dos planos da foliação S₂ e do alongamento máximo dos seixos; b) do alongamento de minerais (micas e especularita) e c) dos planos da foliação S₁ e do alongamento máximo dos seixos

foi dobrado antes da orogênese brasileira. Ele apresenta o mesmo quadro estrutural que o Grupo Bambuí, onde as fases de deformação identificadas representam uma evolução contínua da estruturação da cadeia e foram constatadas em regiões geograficamente distintas. Normalmente encontram-se apenas duas fases de deformação em um mesmo afloramento e as variações geográficas da deformação do Supergrupo Espinhaço refletem, provavelmente, diferenças de nível estrutural.

Lineações definidas pelo alongamento de seixos e mine-

rais placóides estão paralelas ao eixo cinemático A do dobramento, indicando um transporte do material para oeste, em direção ao Cráton do São Francisco.

Tanto o Espinhaço Mineiro como o Bambuí aparecem como coberturas depositadas no Proterozóico Médio ou Superior, sobre a borda sudeste do Cráton do São Francisco e dobradas no Ciclo Brasileiro.

Agradecimentos Agradecemos ao Prof. Dr. Umberto Giuseppe Cordani pelas críticas e sugestões ao trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. de - 1977 - O Cráton do São Francisco. *Rev. Bras. Geoc.*, 7(4):349-364.
- ALMEIDA, F.F.M. de & LITWINSKI, N. - 1984 - Província Mantiqueira (Setor Setentrional). In: ALMEIDA, F.F.M. de & HASUI, Y. (coords.) *O Pré-Cambriano do Brasil*, Blücher, p. 282-307.
- BRITO NEVES, B.B.; KAWASHITA, K.; DELHAL, J. - 1979 - A evolução geocronológica da Cordilheira do Espinhaço: Dados novos e integração. *Rev. Bras. Geoc.*, 9:71-85.
- DORR II, J.V.N. - 1969 - Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *Prof. Paper*, 641-A, U.S. Geol. Survey.
- DOSSIN, I.A. - 1983 - *Geologia, gênese e controle dos depósitos de manganês associados ao Grupo Macaúbas na borda ocidental da Serra do Cipó* - MG. Brasília, Depto. Geoc. UnB, 127 p. (dissert. mestrado, inédita).
- DOSSIN, I.A.; UHLEIN, A.; DOSSIN, T.M. - 1984 - Geologia da Faixa Móvel Espinhaço em sua porção meridional, MG. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG, v. 8, p. 3118-3132.
- HERRGESSELL, G. - 1985 - Uma margem continental proterozóica na Serra do Cipó Setentrional (Serra do Espinhaço Meridional). In: SIMP. GEOL. MG, 3, Belo Horizonte, 1985. *Anais...* Belo Horizonte, SBG, vol. 5, p. 1-15.
- INDA, H.A.V. & BARBOSA, J.F. - 1978 - *Texto explicativo para o mapa geológico do Estado da Bahia*. Salvador. Secr. Minas e Energia, Coord. Prod. Min., 137 p.
- JARDIM DE SÁ, E.F.; BARTELS, R.L.; BRITO NEVES, B.B. de; McREATH, I. - 1976 - Geocronologia e o modelo tectono-magmático da Chapada Diamantina e Espinhaço Setentrional, Bahia. In: CONGR. BRAS. GEOL., 29, Ouro Preto, 1976. *Anais...* Ouro Preto, SBG, v. 4, p. 205-228.
- LADEIRA, E.A. - 1980 - *Metallogenesis of gold at the Morro Velho Mine and in the Nova Lima District, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil*. Ontario, Canada. (PhD Thesis, University of Western Ontario), 270 p.
- PFLUG, R. - 1965 - *A geologia da parte Meridional da Serra do Espinhaço e zonas adjacentes, Minas Gerais*. Rio de Janeiro, DNPM/DGM. 55 p. (Boletim 226).
- PFLUG, R. - 1968 - *Observações sobre a estratigrafia da Série Minas na região de Diamantina, MG*. Rio de Janeiro, DNPM/DGM (Not. Prel. Est., 142).
- SCHOBENHAUS, C.; ALMEIDA CAMPOS, D. de; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E. - 1981 - *Mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente*. Escala 1:2.500.000. MME-DNPM.
- SCHÖLL, W.U. & FOGAÇA, A.C.C. - 1979 - Estratigrafia da Serra do Espinhaço na Região de Diamantina, MG. In: SIMP. GEOL. MG, 1, Diamantina, 1979. *Anais...* Diamantina, SBG, vol. 1, p. 55-73.
- SILVA, M.E. & UHLEIN, A. - 1985 - Análise da deformação finita nos metaconglomerados das regiões de Datas e Guinda, MG. In: SIMP. GEOL. MG, 3, Belo Horizonte, 1985. *Anais...* Belo Horizonte, SBG, vol. 5, p. 125-139.
- UHLEIN, A. - 1982 - *Geologia e mineralogia de cromita e itabiritos da região do Serro, MG*, Brasília, UnB, 189 p. (Dissertação de Mestrado, inédito).
- UHLEIN, A. - 1984 - Análise estrutural nas formações inferiores do Supergrupo Espinhaço da Região de Datas-MG. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...*, Rio de Janeiro, SBG, v. 7, p. 3381-3390.
- UHLEIN, A.; ASSIS, L.C. de; DARDENNE, M.A. - 1983 - As mineralizações de ouro e cromita da sequência vulcano-sedimentar de Serro, MG. In: SIMP. GEOL. MG, 2, Belo Horizonte, 1983. *Anais...* Belo Horizonte, SBG, vol. 3, p. 306-320.

MANUSCRITO

Recebido em 23 de abril de 1986.

Revisão aceita em 01 de outubro de 1986.

Muito do que o geólogo faz é como o trabalho de um detetive. Para interpretar eventos, climas e processos pretéritos, o geólogo pesquisa constantemente pistas e evidências nas rochas. Tal pesquisa não difere de ir a um laboratório, à noite - depois de terem os químicos ido para casa e depois de feitos os experimentos -, observar a pia, inspecionar os despejos, verificar os frascos de reagentes nas estantes e, então reconstruir os experimentos feitos naquele dia.