

QUÁDRILÁTERO FERRÍFERO E ESPINHAÇO MERIDIONAL

J.H.D.Schorscher

INTRODUÇÃO

A região da excursão situa-se na borda SE do Cráton São Francisco no Brasil Oriental, Estado de Minas Gerais (Fig. 1). É constituída de rochas arqueanas e proterozóicas, incluindo partes meridionais da Serra do Espinhaço, o Quadrilátero Ferrífero, a Bacia do São Francisco e terrenos de gnaisses polimetamórficos de alto grau, adjacentes, a leste da cordilheira (Fig. 2). Estas são áreas clássicas da geologia precambriana do Brasil, estudadas continuamente há cerca de 200 anos e, mesmo assim, ainda não completamente conhecidas.

A região da excursão abrange a principal província mineral do Brasil em plena atividade. Durante a época colonial, a produção de ouro do Quadrilátero Ferrífero financiou substancialmente a expansão global do Império Português, e as cidades históricas, então ricas, promoveram o desenvolvimento das famosas obras de arte e arquitetura do Barroco Mineiro, a exemplo de Congonhas do Campo, Mariana e Ouro Preto, esta última hoje tombada como Patrimônio Cultural da Humanidade.

Minérios de ferro, ouro e diamantes são atualmente os principais produtos minerais. A província abriga ainda ocorrências e jazidas de Mn, Cr, Pt, U, Al, Sb, Hg, W, minerais-gemas (esmeraldas, topázio, alexandrita, águas-marinhas, entre outros) e minerais industriais não metálicos (mica, quartzo, feldspato/caulim, clanita, pirofilita, asbesto, rocha magnesiânica, entre outros). Entretanto, foi a produção industrial regional de minério de ferro que beneficiou praticamente toda a região, com a implantação de novas infraestruturas de transportes, econômicas, culturais e administrativas.

Durante a excursão, serão abordados os aspectos fundamentais da evolução crustal regional (petrogenéticos, metalogenéticos e geotectônicos, arqueanos a fanerozóicos) e serão visitados alguns dos principais sítios históricos-culturais do Quadrilátero Ferrífero.

GEOLOGIA REGIONAL

A margem SE do Cráton do São Francisco constituiu-se num bloco continental siálico no final do arqueano. Posteriormente, sofreu retrabalhamentos consecutivos pelo desenvolvimento proterozóico de faixas móveis periféricas e a deposição de coberturas intracratônicas (Fig. 1) (Almeida, 1967, 1977; Almeida & Hasui, 1984; Pflug, 1965a, b, 1967; Pflug & Renger, 1973;

Schorscher, 1975a, 1976a, 1978; Schorscher et al., 1982; Inda et al., 1984).

A constituição fundamental é representada pelo complexo arqueano "granito-greenstone belt" contínuo por toda a área. As coberturas proterozóicas pertencem aos SGr. Minas, Espinhaço e São Francisco (Figs. 2 e 3).

Arqueano

Nos terrenos de rochas s.l. graníticas arqueanas, distinguem-se conjuntos TTG e os granitóides Borrachudos (Fig. 3).

Os primeiros predominam. São associações de gnaisses, migmatitos e granitóides (intrusivos em corpos menores) de composições tonalíticas, trondjemíticas e granodioríticas. De terrenos deste tipo, foram descritas (em outras partes do mundo) as rochas mais antigas da crosta terrestre.

Na região da excursão, os contatos dos complexos TTG com as seqüências supracrustais "greenstone-belt" são tectônicos por soerguimentos de portes desconhecidos e erosão dos complexos TTG. Estes processos obliteraram as configurações estratigráfico-estruturais originais e os padrões de idades radiométricas. Ainda assim, os complexos TTG são considerados mais antigos, embasamentais, em relação às seqüências "greenstone belt".

Nos terrenos TTG foram encontrados núcleos granulíticos raros e restritos, ultramáficos e ácidos, além de corpos esporádicos de anfibolitos básicos e ultramáficos polimetamórficos (retrometamorfizados a partir do grau alto). Roeser (1977) apresentou dados geoquímicos de anfibolitos básicos, polimetamórficos da região SE do Quadrilátero Ferrífero, atribuindo-lhe origens toleíticas.

Os granitóides Borrachudos, assim denominados por Dorr & Barbosa (1963), são rochas arqueanas tardias da evolução regional "granito - greenstone belt" (Fig. 3). Têm composições de álcali-feldspato granitos, ricos em elementos incompatíveis. Dados geoquímicos dos granitóides Borrachudos, em comparação às rochas TTG e equivalentes, retrabalhados com feldspatização potássica, encontram-se na Tabela 1.

A principal seqüência vulcano-sedimentar é representada pelo SGr. Rio das Velhas (Tabela 2, Fig. 3) (Schorscher, 1976a, 1979), que hospeda as mais importantes jazidas de ouro de Minas Gerais. Regionalmente, ocorrem outras mais ou menos bem conservadas e confirmadas, a exemplo do SGr. Rio Paraúna (Fogaça et al., 1984) e das seqüências vulcano-sedimentares de Serro (Uhlein, 1982; Uhlein et al., 1983) a N, e de Conselheiro Lafaiete a Lavras (Pires, 1977, 1979), a SW da região da excursão (Figs. 2 e 3) (Inda et al., 1984). Estas também hospedam mineralizações de ouro.

Na região da excursão ocorrem ainda restos de erosão menores de associações vulcano-sedimentares de metamorfismo mais elevado, por exemplo, na região de Itabira, Nova Era e os "gnaisses Monlevade" (Reeves, 1966). Estes, por analogias litológicas e estruturais, poderiam representar continuações do "greenstone belt" Rio das Velhas, mais fortemente afetados pelo principal evento metamórfico regional progressivo proterozóico.

Proterozóico e Fanerozóico

Os conjuntos metassedimentares proterozóicos incluem os SGr. Minas, Espinhaço e a Seqüência da Serra da Boa Vista. O SGr. Minas é constituído por rochas típicas do Proterozóico

Inferior (Tabela 3) e inclui, com os Itabiritos do Gr. Itabira, a principal reserva de ferro da região sudeste do Brasil, além de importantes jazidas de ouro (Freyberg, 1934; Moraes & Barbosa, 1939; Dorr, 1969, 1973; Ladeira, 1988). As estruturas ferríferas regionais conferiram o nome ao Quadrilátero Ferrífero (Fig. 3).

A idade do SGr. Espinhaço é menos definida. Alguns autores atribuem-na ao Proterozóico Inferior, como base ou equivalente lateral de fácies penecontemporânea do SGr. Minas (Harder & Chamberlin, 1915; Dorr, 1969; Pflug, 1965a, b, 1968; Pflug & Renger, 1973; Inda et al., 1984); outros preferem uma idade do Proterozóico Médio (Derby, 1906; Almeida, 1977; Brito Neves et al., 1979; Machado et al., 1989b), posterior, e ainda outros, uma idade anterior ao SGr. Minas (Simmons & Maxwell, 1961; Loczy & Ladeira, 1976; Costa & Romano, 1976). O SGr. Espinhaço é famoso pelos metaconglomerados diamantíferos da Fm. Sopa Brumadinho (Tabela 4).

A Seqüência da Serra da Boa Vista inclui mineralizações de ouro e representa uma variação de fácies, regionalmente restrita, do SGr. Espinhaço (Tabela 5) (Luchesi & Schorscher, 1990; Luchesi, 1991).

Os contatos entre os SGr. Minas e Espinhaço são sempre tectônicos, com o SGr. Minas empurrado sobre o SGr. Espinhaço. Para explicar estas relações foram propostos modelos tectônicos autóctones e alóctones (Dorr, 1969; Ladeira, 1980; Ladeira & Viveiros, 1984; Schorscher, 1975a, 1976a, b, 1980a, b, 1988; Schorscher et al., 1982; Pericón & Quemeneur, 1982; Inda et al., 1984; entre outros).

O SGr. São Francisco (Schöll, 1972; Pflug & Reuger, 1973; Hettich, 1977; Inda et al., 1984; Karfunkel et al., 1985; Karfunkel & Hoppe, 1987; Alkmim et al., 1989; entre outros) tem idades de sedimentação do Proterozóico Superior, com o início possivelmente no Proterozóico Médio. Subdivide-se em dois grupos: Macaúbas e Bambuí. O primeiro jaz com discordância erosiva e localmente angular e metamórfica sobre o Gr. Espinhaço, e inclui, na parte basal, depósitos glaciais. O Macaúbas grada, a leste da Serra do Espinhaço, para as séries metamórficas da faixa dobrada Araçuaí (Fig. 2). Para W, interdigita-se lateral e verticalmente com metassedimentos clásticos e carbonáticos, com estromatólitos (Moeri, 1972; Cloud & Dardenne, 1973) do Gr. Bambuí. Estes recobrem as partes internas do Cráton do São Francisco (Figs. 1 e 2). Os contatos entre os SGr. São Francisco e Espinhaço na parte meridional da Serra são tectônicos, por empurrão do SGr. Espinhaço, para W, sobre o SGr. São Francisco (Figs. 2 e 3).

Rochas metabásicas, originalmente descritas como "anfibolitos diabasóides" (Guimarães, 1933), ocorrem por toda área num enxame de diques muito numerosos e cortam o embasamento arqueano e o SGr. Espinhaço. São rochas progressivamente metamórficas e deformadas pelo último evento regional proterozóico. Os "anfibolitos diabasóides" não foram encontrados intrusivos, nem nas unidades do SGr. Minas, nem no SGr. São Francisco.

Um segundo grupo de rochas metabásicas forma um enxame de diques igualmente regional, apenas menos numeroso. São toleitos continentais, intrusivos abissais, de granulação grossa, textura ofítica a subofítica, mineralogicamente caracterizados pela associação ortopiroxênio + pigeonita. Estas rochas evidenciam termometamorfismo não acompanhado de deformação: coronização complexa, variável, com anfibólio e granada, entre outros (Schorscher, 1975a, 1988).

No Fanerozóico, ocorreu uma fase de magmatismo basáltico, produzindo rochas com tendências alcalinas, potássicas, em corpos subvulcânicos rasos. Estes associam-se aos basaltos termometamórficos nas mesmas fraturas regionais. Dados geoquímicos dos diversos grupos de rochas máficas encontram-se na Tabela 6.

Os processos petrogenéticos mais recentes incluíram a formação de pequenas bacias sedimentares, no Terciário (Fonseca e Gandarela no Quadrilátero Ferrífero), e de produtos de Intemperismo laterítico, incluindo depósitos de bauxita (Dorr, 1969; Inda et al., 1984; Varajão et al., 1989).

Evolução geotectônica e metamórfica regional

- O evento mais antigo inclui processos metamórficos regionais de alto grau e magmáticos, que constituíram os terrenos TTG arqueanos;

- seguiu-se a evolução do "greenstone belt" Rio das Velhas com deformação tectônica específica, granitogênese metassomática (granitóides Borrachudos), mas sem evidenciar metamorfismo próprio da evolução arqueana. Se tal evento ocorreu, deve ter sido extinto pelo principal evento metamórfico regional proterozóico, posterior;

- a bacia de deposição do SGr. Espinhaço, formada no Proterozóico Inferior, foi afetada pela intrusão das rochas básicas originais dos "anfibolitos diabasóides" em estágios sinsedimentares tardios;

- inexistem evidências sobre a área de deposição exata do SGr. Minas a leste da Serra do Espinhaço ou de um evento metamórfico próprio, distinto daquele do SGr. Espinhaço. A tectônica de nappes das estruturas Minas do Quadrilátero Ferrífero ocorreu posteriormente às intrusões básicas e à erosão parcial do SGr. Espinhaço, em estágio pré a sinmetamórfico do evento regional principal;

- o principal evento metamórfico regional, dínamo-termal proterozóico, afetou toda a região (inclusive os SGr. Minas, Espinhaço e as intrusivas básicas), com características plurifaciais e intensidades crescentes de W para E (evento Minas/Espinhaço). As condições P-T variaram sistematicamente desde a fácies xisto verde inferior até anfibolito superior/hidrogranulito, com progressão rápida na parte centro-leste da região (Fig. 3). Nas partes central e W, os efeitos metamórficos foram apenas fracos e parcialmente obliterados por processos termais posteriores, que causaram metamorfismo de contato nas mais diversas litologias. Nas rochas s.l. graníticas arqueanas, o evento Minas/Espinhaço causou desde retrometamorfismo a remigmatização e efeitos de potassificação metassomática;

- a deposição do SGr. São Francisco, a W da cordilheira Espinhaço, foi posterior às intrusões básicas. Seu metamorfismo mostra também intensidades crescentes em direção geral E-SE (por exemplo, Schöhl, 1972, 1973a, b);

- ao evento regional Minas/Espinhaço, seguiu-se tectônica distensional e a intrusão de toleitos continentais abissais. Estes foram localmente termometamorfizados sem evidências de deformação. O termometamorfismo e os rejuvenescimentos radiométricos das rochas graníticas regionais associadas são atribuídos a estágios finais do Ciclo Brasileiro;

- no Fanerozóico, ocorreram a reativação das fraturas precambrianas e magmatismo basáltico associado, como reflexos intracontinentais dos movimentos de placas relacionados à abertura do Oceano Atlântico moderno.

Os estudos de datações radiométricas principais sobre a região devem-se a Herz (1970, 1978), Brito Neves et al. (1979), Cordani et al. (1980, 1985), Teixeira (1982, 1985), Parenti Couto et al. (1983), Thorpe et al. (1984), Siga Jr. (1986), Siga Jr. et al. (1987), Machado et al. (1989 a, b), entre outros. Estes trabalhos confirmaram idades arqueanas com retrabalhamentos proterozóicos para

algumas rochas s.l. graníticas e idades arqueanas, para o SGr. Rio das Velhas e Rio Paraúna. Os dados sobre rochas do SGr. Minas, Espinhaço e os "anfíbolitos diabasóides" são ainda escassos e pouco conclusivos; citam-se idades em torno de 2.1 Ga para a sedimentação da Fm. Sabará (Machado et al., 1989a) e de 1.7 Ga para bordas de zircões de rochas subvulcânicas ácidas do SGr. Espinhaço (Machado et al., 1989b). O último evento regional datado é do Ciclo Brasileiro. Uma ocorrência de basalto fanerozóico da Bacia São Francisco apresentou idades em torno de 90. Ma (Parenti Couto et al., 1983).

ROTEIRO DA EXCURSÃO

Introdução e Programação

O roteiro geológico será descrito segundo o percurso previsto a partir de Belo Horizonte até o encerramento da excursão em Ouro Preto (Fig. 3, Anexo 1).

O itinerário específico será iniciado na parte da tarde do dia 6/10/91 com a saída da capital mineira pela BR-262 para Itabira e incluirá uma parada no Santuário da Piedade. O primeiro dia da excursão terminará em Itabira.

O segundo dia (7/10) será dedicado, na parte da manhã, à geologia do Distrito Ferrífero de Itabira; na parte da tarde, à visita a mina de esmeraldas "Belmont" (e/ou ao garimpo de esmeraldas "Capoeirana"), e terminará com a viagem via Nova Era para a cidade de Santa Bárbara, na parte NE do Quadrilátero Ferrífero.

Nos dois dias seguintes (8 e 9/10) serão visitados afloramentos e perfis-chave para a evolução crustal, petrogênese e metalogênese arqueana e proterozóica do Quadrilátero Ferrífero, dos arredores de Santa Bárbara até Ouro Preto, onde terminarão as atividades científicas.

Os últimos dois dias (10 e 11/10) estão reservados para visitas às cidades históricas de Ouro Preto e Mariana, e ao retorno para São Paulo, via a cidade histórica de Congonhas, onde poderão ser vistas as obras do famoso mestre do barroco mineiro, Antonio Francisco Lisboa, o Aleijadinho.

Trecho Belo Horizonte - Santuário da Piedade - Itabira

O roteiro segue pela BR-262 (Anexo 1), que neste trecho corta partes do Complexo TTG arqueano, a zona tectônica de contato e os metassedimentos do SGr. Minas do Sinclinal da Serra do Curral, além de metassedimentos do SGr. Espinhaço (Fig. 3). Os mapeamentos regionais e estudos petrográficos e geocronológicos devem-se a Alves (1961), Gair (1962), Pomerene (1964), Simmons (1964a), Alves, Ashley, Gair, e Pomerene (in: Dorr, 1969), Herz (1970), Schöll (1972), Kehrer (1972), Schorscher (1975a), Sperber (1977), entre outros.

Rochas s.l. graníticas arqueanas

Predominam as rochas TTG arqueanas em associações típicas. São polimetamórficas-retrometamórficas em condições P-T da fácies dos xistos verdes inferior a média, caracterizadas pela saussuritização dos plagioclásios, cloritização dos minerais máficos primários

(principalmente a biotita) e, ocasionalmente, pela neoformação de estilpnomelano.

Com bastante frequência ocorrem zonas miloníticas de alto ângulo (N-S/E) e espessuras variáveis de poucos metros até cerca de 300 metros. Nestas, o retrometamorfismo das rochas TTG transformadas em milonito-gnaisses é mais intenso. Ocorrem também efeitos de feldspatização potássica, de intensidade variável, com o crescimento tardi a pós-tectônico de microclínio perítico, hipidiomórfico-poiquilítico, de granulação grossa.

SGr. Minas na Serra do Curral e Estruturação Regional

O contato tectônico entre o Complexo TTG e os metassedimentos Minas do sinclinal da Serra do Curral é regionalmente caracterizado por espessa zona de milonitização, de várias centenas de metros. As foliações miloníticas paralelizam a direção geral NE do contato, predominando caimentos de ângulos baixos a médios para SE. A intensidade da milonitização e do retrometamorfismo nas rochas TTG crescem em direção às unidades Minas. Nos milonitos ocorrem freqüentes dobras de arraste e cavalgamentos, métricos a decamétricos, vergentes para NW.

A subida para o Santuário da Piedade (Fig. 3, área 1), a partir do trevo da BR-262, que dá acesso à cidade de Caeté (Anexo 1), compreende a passagem do Complexo TTG para o SGr. Minas. O contato é constituído por milonito-gnaisses, milonito-xistos e filonitos metassedimentares, incluindo filitos prateados, quartzo-sericíticos da Fm. Cercadinho, itabiritos hematíticos da Fm. Cauê e xistos máficos da Fm. Sabará (Tabela 3). Entre os litotipos máficos podem estar presentes também xistos Nova Lima (Tabela 2). Estes ocorrem ao longo da aba SE do Sinclinal e são, devido à intensa deformação e ao intemperismo, indistinguíveis dos xistos Sabará.

Até o topo da Serra, seguem-se repetições de itabiritos (Gr. Itabira), com deformações espetaculares: dobras de arraste, em bainha, convolutas e disarmônicas, "kinks" e empurrões de escalas centimétricas a decamétricas. Apesar da deformação intensa, encontram-se neste perfil os itabiritos de mais baixo grau metamórfico conhecidos do Quadrilátero Ferrífero, preservados em estado de jaspilitos. Detalhes adicionais sobre a geologia da parte NE da Serra do Curral foram descritos por Braun (1982).

Do alto do Santuário da Piedade observam-se as relações morfológico-estruturais fortemente discordantes das unidades itabiríticas Minas (dos sinclinais da Serra do Curral e Gandarela) com as seqüências quartzíticas Espinhaço nas extremidades meridionais da serra (Fig. 3). As últimas formam homoclinais de direção N-S com caimentos, em geral, suaves para E, enquanto que as primeiras estão relacionadas a megadobras isoclinais de direção NE, invertidas para NW.

Os perfis do Santuário da Piedade e dos rios das Velhas e Paraopeba (Fig. 3) caracterizam a Serra do Curral como uma dobra sinformal de arraste regional assimétrica-invertida. A aba inferior (NW), de posição normal, falta por motivos tectônicos por quase toda a extensão. Encontram-se, assim, as unidades Minas estratigraficamente mais elevadas do Gr. Piracicaba, em contato milonítico com o complexo arqueano, na delimitação NW da Serra.

Seguem-se para SE, em posição invertida, as rochas estratigraficamente inferiores dos Grs. Itabira e Caraça. Estas formam o corpo da Serra e a aba superior da dobra.

As relações estratigráfico-estruturais regionais e as deformações internas do SGr. Minas, na Serra do Curral, são típicas de unidades alóctones, originadas por tectônica de nappes.

A idade do transporte tectônico do SGr. Minas da Serra do Curral é desconhecida. Algumas unidades apresentam localmente metamorfismo de contato, como os itabiritos dolomíticos (Gr. Itabira) e xistos Sabará (cf. Gair, 1962) da borda NW da Serra. Estes efeitos coincidem

regionalmente com domos termais e intrusões graníticas em pequenas apófises, que causaram rejuvenescimentos radiométricos brasileiros nas rochas TTG (Herz, 1970), e afetaram também o SGr. São Francisco (Schöll, 1972, 1973; Bonhomme, 1967), e basaltos não deformados (Sperber, 1975, 1977; Schorscher, 1975, 1988).

SGr. Espinhaço

Prosseguindo para Itabira (Anexo 1), continua-se essencialmente nas rochas do Complexo TTG, com exceção do SGr. Espinhaço nas extremidades meridionais da Serra, preservado em restos de erosão (Fig. 3, área 2). Estas configuram morros alinhados na direção N-S em faixas descontínuas subparalelas, controladas por falhas de empurrão de alto ângulo (N-S/E), escalonadas ("en échelon").

A preservação apenas reliquar do SGr. Espinhaço nesta região é atribuída a soerguimentos mais acentuados, aliados, possivelmente, a uma redução primária da espessura dos depósitos sedimentares. A estratigrafia do SGr. Espinhaço nesta região compreende apenas as quatro formações inferiores (Tabela 4).

Rochas Metabásicas

O embasamento arqueano e o SGr. Espinhaço foram intrudidos por duas gerações de rochas metabásicas. As mais antigas são rochas metamórficas e deformadas, "anfíbolitos diabasóides" (Guimarães, 1933). Estas não foram encontradas nas unidades Minas, alóctones, da Serra do Curral.

O segundo grupo de metabasitos são rochas abissais termometamórficas, não deformadas, posteriores ao metamorfismo regional Minas/Espinhaço e anteriores aos processos termais finais do Ciclo Brasileiro.

Dados geoquímicos comparativos das rochas metabásicas encontram-se na Tabela 6.

Distrito Ferrífero de Itabira

O Distrito Ferrífero de Itabira abriga uma das maiores reservas individuais de minérios de ferro do país (Fig. 3, área 3; Fig. 4). Foi mapeado por Dorr & Barbosa (1963), Schorscher (1973a, 1975a) e Chemale Jr. (1987). Detalhamentos das jazidas de minérios de ferro devem-se aos geólogos da CVRD (cit. in: Schorscher et al., 1982 e Schorscher, 1988; Vaz de Melo et al., 1986; Souza Filho et al., 1989; Carbonari et al., 1989).

O Distrito é constituído por rochas s.l. graníticas arqueanas, por rochas metamórficas supracrustais e ainda por rochas metaultramáficas, metabásicas e basaltos não metamórficos.

Rochas s.l. graníticas arqueanas

Estas compreendem gnaisses metatéticos, migmatitos e granitóides polimetamórficos de grupamentos genéticos e de idade distintos. Os gnaisses metatéticos e os migmatitos pertencem ao Complexo TTG arqueano.

Os granitóides Borrachudos (Dorr & Barbosa, 1963; Herz, 1970), encaixados em zona de cisalhamento regional (Figs. 3 e 4), não causaram metamorfismo de contato e são isentos

de xenólitos. São rochas leucocráticas a hololeucocráticas de granulação média a grossa. Têm estruturas típicas devido à concentração dos minerais máficos em agregados lineares e texturas blastomiloníticas. As composições mineralógicas de álcali-feldspato granitos são caracterizadas por pertitas de substituição ricas em inclusões fluidas e fluorita; as composições químicas são silícicas, ricas em álcalis e elementos incompatíveis (Tabela 1).

Os granitóides Borrachudos foram considerados as rochas precambrianas mais jovens da região: granitos ígneos potássicos do Proterozóico Superior (Dorr & Barbosa, 1963; Herz, 1970). Este autor considerou-os blastomilonitos metassomáticos feldspatizados/potassificados, do Proterozóico Inferior (Schorscher, 1975a; Schorscher & Müller, 1977; Schorscher & Letierrier, 1980) e Chemale Jr. (1987) como granitóides alcalinos ígneos arqueanos.

Na área Periquito (Fig. 4), foi recentemente encontrado um corpo intrusivo tonalítico, metamórfico, em contato milonítico e metassomático com itabiritos Cauê. Este corpo é rico em xenólitos, incluindo granitóides Borrachudos, e indica que a formação dos granitóides Borrachudos sucederam-se ainda pulsações de magmatismo TTG.

O metamorfismo regional principal alcança condições P-T da fácies dos xistos verdes superior a anfibolito inferior no Distrito (Fig. 3), obliterando progressivamente as características primárias das rochas s.l. graníticas arqueanas.

Seqüências metamórficas supracrustais

Estas incluem paragneisses com intercalações de quartzo-muscovita xistos, xistos máficos e pelíticos, essencialmente quartzo cloríticos/biotíticos/actinolíticos, e os metassedimentos típicos do SGr. Minas (Tabela 3).

Dorr & Barbosa (1963) correlacionaram os paragneisses e os xistos máficos e pelíticos ao Gr. Nova Lima do Quadrilátero Ferrífero. Kneidl & Schorscher (1972), Schorscher (1973a, b, 1975a) e Schorscher & Guimarães (1976) individualizaram e denominaram as unidades como Seqüência de Paragneisses e Seqüência de Xistos Verdes, incluindo-as na base do SGr. Minas (Tabela 3). Chemale Jr. (1987) não verificou os paragneisses mas confirmou a seqüência de xistos máficos e pelíticos como "seqüência vulcano-sedimentar" na base do SGr. Minas. Chemale Jr. (1987) confirma ainda a falta local da Fm. Moeda nas áreas de mineração (cf. Souza Filho et al., 1989).

Dúvidas persistem quanto à inclusão das seqüências de paragneisses e dos xistos verdes no SGr. Minas, por motivos estruturais regionais e das relações com "anfibolitos diabasóides". Estes foram encontrados exclusivamente nas seqüências de paragneisses e xistos verdes; não ocorrem nas unidades clássicas do SGr. Minas (Fig. 4).

O arcabouço estrutural do SGr. Minas é de um sinclínório complexo, de extensão aproximada de 11 km na direção SW-NE, subdividido em sinclinais e anticlinais parciais (Fig. 4). A aba N do sinclínório é regular-contínua, diferente da aba S, que apresenta reduções tectônicas drásticas, podendo faltar localmente. Os sinclinais parciais Cauê, Dois Córregos e Conceição (Fig. 4) mostram espessamentos característicos da Fm. Ferrífera Cauê. Estes são os sítios principais de mineração de ferro da CVRD (Figs. 5 a 10).

Todas as rochas supracrustais evidenciam apenas os efeitos de um evento plurifacial-progressivo, sem hiatos metamórficos nos perfis levantados (Schorscher, 1975a).

Metalogênese do SGr. Minas no Distrito de Itabira: ferro e ouro

Ferro

Os principais minérios são os itabiritos, formações ferríferas metamórficas de fácies óxido, constituídos de níveis alternantes de quartzo e hematita; subordinadamente, ocorrem dolomita e magnetita. Os minérios ricos são produtos de enriquecimento dos itabiritos, levando à formação de corpos de hematita ($\pm$ magnetita) praticamente puros.

Enriquecimento sinsedimentar a diagenético é caracterizado pela concentração regularmente mais elevada do Fe na base da formação ferrífera, onde se concentram inclusive os corpos de minérios ricos, decrescendo para o topo. Excluem-se deste padrão os 2-3 metros superficiais da formação, de enriquecimento supergênico do Fe em crostas de canga e/ou por dissolução de quartzo.

Enriquecimentos tectono-metamórficos tiveram importância e estão relacionados a dobramentos e cisalhamentos. No primeiro caso, o fluxo plástico causou espessamento dos níveis hematíticos nas charneiras sin e antiformais, formando corpos maciços, pseudoconcordantes, de minérios ricos. Nas zonas de cisalhamento, associaram-se efeitos rúpteis e de dissolução (sintectônica a supergênica) de quartzo, originando corpos de minérios ricos (de hematita), concordantes a discordantes, miloníticos, moles, friáveis ou pulverulentos. Dados sobre os minérios de ferro foram apresentados por Dorr (1964, 1965, 1969, 1973); Dorr & Barbosa (1963); Schorscher (1975a, b); Schorscher et al. (1982); Hoefs et al. (1980); Müller et al. (1982); Carbonari et al. (1989); entre outros.

Ouro

As atividades de mineração em Itabira começaram no início do século XVIII, com a descoberta do metal nobre em 1720, por bandeirantes (Dorr & Barbosa, 1963). O ouro foi extraído da jacutinga dos minérios de ferro, em lavra seletiva de superfície e, posteriormente, subterrânea. A exploração caiu durante a segunda metade do século XIX, até o abandono total.

A mineração industrial de ferro nas minas Cauê e Conceição, há cerca de dez anos, atingiu o nível do lençol freático, intransponível para os antigos mineradores. O rebaxamento do freático permitiu o avanço das lavras abaixo dos níveis dos trabalhos históricos, alcançando as continuações dos minérios ricos em ouro. A CVRD efetua a pesquisa e lavra seletiva de ouro, em paralelo ao ferro, com a produção superior a 300 kg/ano de Au.

O ouro ocorre em veios de quartzo com hematita especular, e nas faixas de jacutinga. Estas constituem-se, na mina do Cauê, em materiais mistos, friáveis a moles, preenchendo zonas de fraturas nos itabiritos. São massas argilosas, $\pm$ limoníticas, de cor marrom escura com manchas milimétricas de argilas brancas, em mistura com hematitas moles, quartzo remobilizado grosseiro e itabiritos friáveis de aspecto fragmental.

Estudos de microscopia de minérios e microsonda eletrônica mostraram a existência de várias gerações de ouro, finas e grossas, homogêneas e não homogêneas. As partículas grossas (0,2 - 2 mm) têm formas irregulares de crescimento posterior às hematitas idiomórficas e são não homogêneas. Encontram-se domínios de Au (99 - 100) de cor dourada, intercrescidos com outros de Au(85-95)Pd(15-5) de cores mais variáveis, amarelo-róseas amarronzadas. No ouro paladiado, encontram-se ainda segregações em corpos de dimensões < 10 micra, de cor cinza, com mais de 40% de Pd na liga. Os grãos finos (dimensões < 0,1 mm) são mais homogêneos, podendo coexistir em espaços microscópicos partículas de ouro puro e paladiado.

O ouro paladiado parece ser típico da Formação Ferrfêra Cauê. Dados adicionais sobre o ouro paladiado do Quadrilátero Ferrífero encontram-se em Freyberg (1934); Moraes & Barbosa (1939); Dorr (1969); Roeser et al. (1989), entre outros.

Rochas metaultramáficas, metabásicas e basaltos

Rochas metaultramáficas ocorrem tectonicamente inseridas no complexo s.l. granítico arqueano, nas seqüências de paragneisses e de xistos verdes (Fig. 4) e em intercalações mais raras e fortemente decompostas na Fm. Cauê (Figs. 5 a 10). Ocorrências das duas primeiras associações apresentam composições peridotíticas com anomalias de Zn (100 - 300 ppm) e, localmente, corpos menores de cromítitos. Estes têm teores de ZnO até 4% em peso nas cromitas (Wiedemann & Schorscher, 1978; Schorscher, 1980c, e dados não publicados).

A idade de formação das rochas metaultramáficas é desconhecida, supostamente arqueana para os tipos ricos em zinco. Com relação ao grau metamórfico, são compatíveis com o evento Minas/Espinhaço.

"Anfibolitos diabasóides" intrudem com freqüência todas as litologias precambrianas do Distrito, exceto as unidades clássicas do SGr. Minas (Fig. 4). Apresentam o desenvolvimento progressivo da foliação e das paragêneses metamórficas em detrimento das texturas ígneas relictas, "diabasóides".

Metabasitos abissais, termometamórficos não deformados, ocorrem esporadicamente com características mineralógicas e químicas típicas (Tabela 6).

Basaltos não metamórficos, mesozóicos, associam-se aos termometamórficos nas fraturas regionais. Têm texturas intersertais finas a hialopiliticas de origem subvulcânica rasa, composições de augita-basaltos com tendências alcalino-potássicas (Tabela 6), e atestam a reativação de fraturamentos precambrianos no Fanerozóico.

Trecho Itabira - Nova Era e as jazidas de esmeraldas Belmont e Capoeirana

Trecho Itabira - Nova Era

A estrada de terra e linha férrea de Itabira a Nova Era seguem o Ribeirão do Peixe, em direção geral SE (Anexo 1). Cortam a estruturação metamórfica regional (Fig. 3) numa zona de fraturas reativadas com ocorrências de metabasitos termometamórficos precambrianos e basaltos fanerozóicos. As fraturas foram distensionais, sem rejeitos significativos.

Regionalmente, predominam migmatitos e gnaisses polimetamórficos, e granitóides Borrachudos (arqueanos). Subordinadamente, ocorrem paragneisses com intercalações quartzo-muscovíticas (da Seqüência de Paragneisses). Ao N da estrada, encontram-se continuações do SGr. Minas num sinclinal estreito com direção NE (Fig. 3). Em três áreas menores foram localizados restos de seqüências vulcano-sedimentares; duas contêm jazidas de esmeraldas: da mina Belmont e do garimpo Capoeirana (Figs. 3 e 11).

À faixa vulcano-sedimentar de Nova Era associam-se formações ferríferas itabiríticas (Fig. 3). O conjunto supracrustal encontra-se parcialmente sotoposto a granitóides hololeucocráticos de aspecto ígneo. A seqüência vulcano-sedimentar de Nova Era pertence ao conjunto denominado por Reeves (1966) de Gnaiss Monievade.

As seqüências de Belmont, Capoeirana e Nova Era, bem como os gnaisses Monievade (Reeves, 1966), são restos de "greenstone belts"; provavelmente extensões descontínuas

do SGr. Rio das Velhas. Foram progressivamente metamorizadas pelo evento regional proterozóico, entre Itabira e Nova Era, da fácies xisto verde superior até a fácies anfibolito superior transicional para hidrogranulito (Fig. 3).

As formações ferríferas de Nova Era incluem tipos com hematita. Pertencem ao SGr. Minas e representam a continuação do Gr. Itabira, de João Monlevada a Piçarrão e Hematita (Fig. 3), onde se encontram itabiritos e minérios ricos hematíticos metamórficos em fácies anfibolito superior e granulito (Schorscher, 1973a, 1975a, b; Schorscher et al., 1982).

Jazidas de Esmeraldas Belmont e Capoeirana

Mina Belmont

A jazida de esmeraldas da mina Belmont situa-se a cerca de 8 km a SE de Itabira, a N da estrada Itabira - Nova Era (Fig. 3, área 4; Fig. 11).

É condicionada ao contato tectônico, metamórfico e metassomático entre um corpo de granitóides Borrachudos a NW e rochas metaultramáficas com cromititos pobres da sequência vulcano-sedimentar a SE. A direção do contato é NNE, com caimentos médios para WNW. As foliações nos granitóides e nas rochas da sequência vulcano-sedimentar são paralelas a subparalelas ao contato nas suas imediações, mas divergem com o afastamento do mesmo, nos calmentos.

Na sequência vulcano-sedimentar as foliações se tornam paralelas/subparalelas à alternância litológica, que compreende: metaultramáficas, anfibolitos finos (de rochas básicas extrusivas), anfibolitos granatíferos (de metatufos e metatufitos máficos), gnaisses metapelíticos granatíferos, gnaisses muscovíticos gradando para muscovita-quartzitos e raros "white schists" (quartzo + clorita Mg + flogopita + cordierita + cianita + muscovita + rutilo) e gnaisses cálcio-silicáticos. As rochas metaultramáficas têm composições peridotíticas, com anomalias de zinco, causadas por teores elevados de zinco nas cromitas (ZnO em torno de 2% em peso).

A mineralização ocorre nas rochas metaultramáficas, transformadas por metassomatismo potássico sinmetamórfico em flogopita-xistos, numa faixa que não excede cinquenta metros de espessura a partir do contato com os granitóides. As esmeraldas encontram-se nos xistos, ou ainda, em planos de foliação com mobilizados de quartzo, em veios finos (normalmente de espessuras < 2 cm) também foliados, isentos a pobres em feldspato potássico ($\pm$ caulinizado). Veios de quartzo de porte maior, deformados, paralelos a subparalelos à foliação, são ocasionalmente mineralizados, mas apenas nas partes marginais de contato com os xistos. Esmeraldas totalmente incluídas no quartzo nas partes internas dos veios não foram observadas.

Ocorrem ainda, na zona mineralizada, veios de quartzo e pegmatóides (quartzo-álcali feldspato) discordantes da foliação principal, pouco ou não deformados. Estes são isentos de esmeraldas.

As propriedades petrogenéticas e geoquímicas dos granitóides Borrachudos já foram mencionadas (Tabela 1). Embora ainda faltem dados geoquímicos sobre o Be, considera-se que os processos genéticos dos granitóides e os fluidos correlatos alcalino-potássicos, ricos em elementos incompatíveis, em reação com as rochas ultramáficas da sequência vulcano-sedimentar, geraram a mineralização de esmeraldas da mina Belmont (cf. Schorscher, 1988). O metamorfismo regional de fácies anfibolito (médio) tem idade proterozóica, posterior à gênese das esmeraldas; nos granitóides Borrachudos causou o crescimento de granada e anfibólio (fluotaramita).

Outras descrições da jazida Belmont e das propriedades mineralógicas e gemológicas das esmeraldas foram publicadas por Hänni et al. (1987), Souza (1988) e Schorscher et al. (1990), entre outros.

Garimpo Capoeirana

O garimpo situa-se a cerca de 4 km (linha aérea) a SE da mina Belmont na continuação e ao S da estrada Itabira - Nova Era (Fig. 3, área 5; Fig. 11). O controle da mineralização é praticamente idêntico à jazida Belmont, caracterizado pelo contato entre os granitóides Borrachudos a W e a sequência vulcano-sedimentar a E. As esmeraldas ocorrem em metaultramáficas flogopitizadas e xistificadas, portadoras de cromita acessória e em veios finos de quartzo deformados nos planos da foliação. As ultramáficas apresentam anomalias de Zn e teores elevados de Zn nas cromitas.

A mineralização sofreu os efeitos do metamorfismo regional proterozóico (fácies anfibolito médio a superior), e as esmeraldas são, em geral, quebradiças.

Diferentemente de Belmont, ocorre em Capoeirana uma segunda geração de berilos - incolores - dentro e fora da zona com esmeraldas. Os berilos incolores não foram foliados e se encontram tanto nos xistos como em pegmatitos intrusivos tardi a pós-tectônicos (não metamorfizados). Estes pegmatitos poderiam estar relacionados como fases tardias a granitóides e gnaisses/migmatitos graníticos remigmatizados, que se seguem para SE em contexto tectono/magmático não detalhado, ou ainda representar um evento pegmatítico específico posterior, eventualmente do Ciclo Brasileiro. Uma descrição de alguns aspectos geológicos da área do garimpo Capoeirana deve-se a Souza et al. (1989).

Gênese das esmeraldas

Quanto à gênese das esmeraldas de Belmont e Capoeirana, deve-se ressaltar que inexistem relações com granitos ígneos intrusivos; as principais observações indicam processos tardi-arqueanos, tectono-metamórficos e metassomáticos, de reações de fluidos alcalinos, ricos em elementos incompatíveis, com sólidos adequados, isto é, as rochas ultramáficas das sequências vulcano-sedimentares. Regionalmente, destaca-se a potencialidade em outras ocorrências do gênero na continuação dos alinhamentos dos corpos granitóides Borrachudos e das sequências vulcano-sedimentares entre Itabira e Nova Era. Incluem-se neste contexto as jazidas de alexandrita de Hematita (Fig. 3).

Os berilos incolores relacionados a pegmatitos pós-tectônicos (de Capoeirana) representam um evento específico, posterior à mineralização (tardi-arqueana) de esmeraldas.

Trecho Nova Era - Santa Bárbara

A viagem segue de Nova Era pelas rodovias BR-381 e BR-262 em direção geral W, até São Gonçalo do Rio Abaixo, de onde continuará, por estrada de terra, em direção geral S, até Santa Bárbara (Anexo 1).

A geologia deste trecho (Fig. 3) é apenas regionalmente conhecida (por ex., Barbosa, 1988), com exceção dos distritos ferríferos de João Monlevade e Rio Piracicaba (Reeves, 1966; Guba, 1982) e da região de São Gonçalo do Rio Abaixo (Schorscher, 1975a; Alves, 1986).

De um modo geral, predominam gnaisses e granitóides. Apenas nos arredores de

João Monlevade ocorrem os metassedimentos do SGr. Minas, com jazidas de minérios de ferro itabiríticos. No sentido da viagem, de E para W, decresce a intensidade do metamorfismo regional proterozóico (Fig. 3).

Entre os gnaisses e granitóides destacam-se os gnaisses Monlevade (Reeves, 1966) e gnaisses e granitóides graníticos, essencialmente homogêneos. Os gnaisses Monlevade são caracterizados por bandamento composicional muito bem definido, ricos em níveis anfibolíticos. Exibem, freqüentemente, dobramentos isoclinais apertados e outras estruturas de deformação sinmetamórfica intensa. Os gnaisses Monlevade têm origens supracrustais, vulcano-sedimentares e podem representar as continuações mais fortemente metamórficas do "greenstone belt" Rio das Velhas" (cf. Reeves, 1966).

Os gnaisses e granitóides graníticos têm, na região E, aspectos ora ígneos, ora metamórficos plutônicos. São produtos de retrabalhamentos polimetamórficos intensivos (incluindo remigmatização e potassificação) das rochas TTG (Tabela 1). Para W, com o decréscimo do metamorfismo regional (proterozóico), seguem-se tipos com foliações mais bem definidas e estruturas cataclásticas.

Na proximidades de São Gonçalo do Rio Abaixo (na zona de fácies dos xistos verdes), ocorre um outro corpo de granitóides Borrachudos, denominado de Fase Peti (Herz, 1970). Este é encaixado em zona de cisalhamento regional (milonito-gnaisses do Complexo TTG), que se estende para N, onde inclui o corpo Borrachudos de Itabira (Fig. 3). A parte S do corpo Peti será atravessada na estrada de terra de São Gonçalo do Rio Abaixo a Santa Bárbara; nas extremidades SW encontra-se encaixado com contatos tectônicos e metassomáticos no "greenstone belt" Rio das Velhas (Gr. Nova Lima). O trecho final da estrada corta obliquamente uma parte da seqüência Rio das Velhas e o contato com as rochas TTG do Domo de Santa Bárbara a leste (Fig. 3).

Região de Santa Bárbara

A região encerra aspectos fundamentais da evolução arqueana e proterozóica do Quadrilátero Ferrífero. Serão visitados perfis no Domo de Santa Bárbara - de rochas TTG, nas supracrustais Rio das Velhas, Minas e Espinhaço, e mineralizações de ouro correlatas.

O metamorfismo regional principal (proterozóico) afetou toda a área em condições P-T da fácies xisto verde média a superior, alcançando a fácies anfibolito inferior no Distrito de Florália (Fig. 3). Efeitos retrometamórficos foram observados apenas nas rochas TTG. Todas as demais apresentam paragêneses progressivas.

Arqueano

Domo de Santa Bárbara: rochas TTG e metalamprófiros

Constitui-se numa estrutura regional de soerguimento tardi-arqueano; tem forma ovalada, com diâmetro menor (na direção NW-SE) de cerca de 10 km e delimita o Quadrilátero Ferrífero na parte NE. As unidades supracrustais Rio das Velhas amoldam-se ao domo, circundando-o de W a N e E (Fig. 3).

Os afloramentos das áreas 6 e 7 (Fig. 3) ilustram a complexidade dos processos metamórficos e magmáticos associados na constituição de terrenos arqueanos TTG.

No afloramento do ponto 7 ocorrem ainda dois tipos diferentes de metalamprófiros (Tabela 6), constituindo-se num pequeno enxame de diques. Pelo estado metamórfico e

principalmente deformacional, foram atribuídos ao Arqueano. São as primeiras rochas deste tipo descritas do Precambriano antigo do Brasil.

Lamprófiros, de um modo geral, são magmatitos intraplaca. No caso, poderiam pertencer ao rifteamento inicial, pré-komatítico, da evolução do "greenstone belt" Rio das Velhas. Mais recentemente, foram descritos lamprófiros de vários "greenstone belts" e relacionados inclusive às mineralizações de ouro (p. ex. Wyman & Kerrich, 1989). Os metalamprófiros do Domo de Santa Bárbara não apresentaram teores de metais nobres.

SGr. "greenstone belt" Rio das Velhas

A estratigrafia e as litologias principais do SGr. Rio das Velhas são descritas na Tabela 2. Na parte inferior ocorrem as rochas metaultramáficas vulcânicas – meta-komatitos – do Gr. Quebra Osso. Seguem-se os Grs. Nova Lima vulcano-sedimentar, máfico, médio, e Maquiné, clástico, superior, e completam o perfil bastante típico deste "greenstone belt" arqueano.

- O Gr. **Quebra Osso** (Schorscher, 1978, 1979; Inda et al., 1984), com os melhores afloramentos e lugar-tipo no vale do córrego homônimo (Fig. 3, área 8; Fig. 12), tem contato por falha inversa de alto ângulo, a E, com rochas TTG, do Domo de Santa Bárbara. Partes do contato são cobertas pela Serra da Boa Vista, encaixada na mesma falha (Fig. 12). A largura aflorante máxima é de cerca de 2 km e inclui intercalações tectônicas (do Gr. Nova Lima), indicando cavalgamentos e repetições. O contato superior com o Gr. Nova Lima é litologicamente gradacional, num intervalo de poucas dezenas de metros e estruturalmente invertido.

O Grupo é constituído quase que exclusivamente de rochas metaultramáficas extrusivas subaquáticas, de derrames maciços, almofadados, de lavas brechadas e spinifex; ocorrem, ainda, vulcanoclásticas grossas a finas, as últimas em níveis interderrames.

Metassedimentos clásticos estão ausentes. Os únicos metassedimentos têm origens químicas: são bifs (formações ferríferas bandeadas), pobres em ferro, gradando para "metacherts". Estes formam níveis interderrames delgados (poucos metros), sem persistência lateral (dezenas a centenas de metros) e foram localmente alvos de explorações de ouro.

As rochas metaultramáficas evidenciam com bastante frequência texturas micro-spinifex de preservação excepcionalmente boa. Indicações de polimetamorfismo faltam. Localmente, ocorrem alterações metassomáticas: cloritização, turmalinização e/ou magnetitização e ainda carbonatação, talcificação e esteatitização.

Nas rochas ultramáficas do Gr. Quebra Osso (Tabela 6) da região-tipo não foram encontrados cromititos, apenas cromitas acessórias. Estas apresentam teores elevados de zinco (ZnO em torno de 2% em peso). Também não foram encontradas indicações de sulfetos maciços ou de Pt e metais nobres (Schorscher & Luchesi, 1990; Luchesi, 1991). As ultramáficas cumuláticas vêm sendo exploradas como "rochas magnesianas" (aditivos de alto forno), com conseqüências ambientais dramáticas.

O Gr. Quebra Osso tem continuidade regional até o Distrito Florália (Fig. 3, área 9). Naquela região foi intersectado, em testemunho de sondagem da mina de ouro do Pary, pequeno intervalo de sulfetos maciços (pirrotita com pouca calcopirita).

- O Gr. **Nova Lima** (Dorr et al., 1957; Dorr, 1969) será visto nos perfis do Colégio do Caraça, do Córrego Quebra Osso e na região de Florália (Fig. 3, áreas 11, 8, 9; Fig. 12). Está sempre fortemente intemperizado. Coberturas intemperizadas com espessuras além dos 150 m são normais. A espessura total do Gr. Nova Lima supostamente excede aos 4.000 m (Tabela 2), mas é de

fato desconhecida, como também o são a subdivisão estratigráfica e a configuração estrutural regional. Detalhamentos locais existem apenas das áreas de minerações subterrâneas de ouro (p. ex. Vieira & Oliveira, 1988; Abreu et al., 1988; Vial, 1988; Ladeira, 1988).

O ambiente deposicional, de tipo flysch-eugeossinclinal (Dorr, 1969), é bastante variável. Características são as rochas vulcânicas e vulcano-clásticas predominantes, básicas a intermediárias. Apenas na parte basal do Grupo ocorrem ainda alguns derrames ultramáficos, e rochas ácidas são, em geral, raras. Os metassedimentos incluem tipos químicos: bifs, metacherts, formações Fe-Mn e manganíferas, e dolomitos. Os bifs (formações ferríferas) pertencem às fácies oxidada com magnetita, carbonática (siderita, ankerita), silicática (estilpnomelano, clorita), sulfetada (pirita, pirotita), sulfetada polimetálica (pirita, pirotita, arsenopirita, calcopirita, esfalerita, ouro), e ocorrem ainda transições faciais e misturas com material clástico/vulcanoclástico fino. Formações ferríferas hematíticas e minérios ricos de ferro não foram observados. Os metassedimentos clásticos são predominantemente finos: grauvas e subgrauvas máficas, xistos máficos e metapelíticos, freqüentemente grafitosos e piritosos. Na parte superior, próximo ao contato com o Gr. Maquiné, ocorrem primeiros níveis de quartzitos (com piritas), pouco espessos e descontínuos.

Os processos deposicionais incluíram turbiditos, sedimentação tranqüila (clástica química e biogênica), e deformações gravitacionais (dobras e deslizamentos sinsedimentares) produzindo os raros conglomerados intraformacionais. Todos os depósitos apresentam interdigitações laterais e verticais rápidas.

O Gr. Nova Lima caracteriza uma bacia oceânica tectonicamente ativa, com vulcanismo e ilhas vulcânicas parcialmente expostas à erosão. Nesta, coexistiram ambientes deposicionais diferentes, relativamente restritos: profundos a rasos de elevada a baixa energia e sujeitos à atividade vulcânica diversificada, eruptiva a exalativa. No Gr. Nova Lima inexistem evidências de áreas continentais de rochas s.l. graníticas expostas à erosão.

Nos afloramentos de superfície que serão visitados afloram somente litotipos intemperizados; apenas nos seixos dos conglomerados do Gr. Maquiné e na mina subterrânea de ouro do Pary serão vistas rochas não alteradas.

A importância econômica do Gr. Nova Lima deve-se às mineralizações de ouro.

- O Gr. Maquiné (Dorr et al., 1957; Dorr, 1969) está bem exposto na estrada do Colégio do Caraça, onde o contato com o Gr. Nova Lima é tectônico (Fig.3, área 11). Regionalmente, o contato é por discordância erosiva (Fig. 12). No perfil do Caraça ocorrem níveis basais de quartzo-xistos e filitos (poucos metros), faltando a Fm. Palmital (Tabela 2) tipicamente desenvolvida. Estes passam rapidamente para quartzitos e conglomerados (da Fm. Casa Forte), que predominam e conferem ao Grupo características gerais ortoquartzíticas.

Os conglomerados ocorrem em níveis intraformacionais na parte basal do Grupo. Os seixos são predominantemente de bifs e metacherts do Gr. Nova Lima, e quartzitos do próprio Gr. Maquiné. Seixos de xistos e de rochas metaígneas ultramáficas a ácidas são muito raros, e seixos de rochas s.l. graníticas não foram achados. A matriz dos conglomerados é quartzítica e apresenta cores esverdeadas nas partes basais do Grupo; os quartzitos encaixantes apresentam a mesma coloração. Para o topo, ambas as litologias tornam-se de cores claras.

Os quartzitos apresentam estratificações cruzadas de porte médio (decimétrico) e direções variáveis, granulometria grossa a microconglomerática e são pobres em micas.

Características petrográficas com implicações sedimentológicas do Gr. Maquiné

incluem as cores esverdeadas dos quartzitos e conglomerados com cloritóide e clorita na matriz da parte basal da unidade, a omnipresença de sulfetos detríticos, principalmente pirita, e a ausência total de feldspatos.

- **A Região de Florália** (Fig. 3, área 9) compreende a continuação do "greenstone belt" Rio das Velhas a E do Domo de Santa Bárbara e ainda metassedimentos proterozóicos do SGr. Espinhaço. As supracrustais arqueanas pertencem aos Grs. Quebra Osso (supra-descrito) e Nova Lima; o último inclui a mina histórica de ouro do Pary (item: Ouro no "greenstone belt" Rio das Velhas). O SGr. Espinhaço será descrito a seguir.

Evolução do terreno "granito-greenstone belt" Rio das Velhas

Admite-se um ambiente inicial de crosta siálica TTG submersa, sujeito a rifteamento e magmatismo intraplaca (lamprófiros), não influenciado por sedimentação clástica derivada de áreas continentais (cf. Hargraves, 1976). Seguiu-se o magmatismo ultramáfico-extrusivo, subaquático, dos komatiitos do Gr. Quebra Osso, que evoluiu para o estágio vulcano-sedimentar predominantemente máfico, do Gr. Nova Lima. Este caracteriza a fase principal de abertura e preenchimento da bacia "greenstone belt", ainda sem indicar a existência de continentes siálicos. Somente a sedimentação ortoquartzítica do Gr. Maquiné, na fase final da evolução "greenstone belt", evidencia a existência e erosão de importantes áreas continentais de rochas s.l. graníticas.

Não foram encontradas rochas graníticas intrusivas no "greenstone belt" Rio das Velhas. Os contatos com os domos TTG são tectônicos, milonitizados e, localmente, hidrotermalizados e metassomáticos. Os granitóides Borrachudos de zonas de cisalhamento, ricos em álcalis e elementos incompatíveis, pertencem à fase orogénica do "greenstone belt".

Evidências petrográficas de um metamorfismo da evolução "greenstone belt" não foram encontrados. As rochas Rio das Velhas indicam apenas um processo metamórfico regional compatível com o evento proterozóico Minas/Espinhaço.

Os dados radiométricos (por exemplo, Herz 1970; Thorpe et al., 1984; Machado et al., 1989a) sustentam, de um modo geral, a idade arqueana do "greenstone belt" Rio das Velhas.

Ouro no "greenstone belt" Rio das Velhas

A metalogênese do ouro envolve potencialmente todos os estágios evolutivos e todas as litologias do "greenstone belt" Rio das Velhas, com destaque para o Gr. Nova Lima.

- **Lamprófiros** fanerozóicos a arqueanos foram relacionados com mineralizações de ouro. As rochas deste grupo da região de Santa Bárbara não apresentaram teores (a nível de ppb) de Au e metais nobres. Isto, contudo, não significa excluí-las definitivamente das considerações metalogenéticas.

- **O Gr. Quebra Osso** compreende metakomatiitos e, subordinadamente, bifs e metacherts interderrames. Os komatiitos e, em geral, as lavas ultramáficas como fonte do ouro em "greenstone belts" foram discutidas na literatura mundial. Os metakomatiitos Quebra Osso foram analisados para Au e metais nobres com resultados sempre negativos para Pt, Pd e Ag. O Au mostrou variações fortes entre 0 e 20 ppm (g/t). Os teores esporádicos elevados de Au devem-se a mineralizações hidrotermais secundárias em veios e fraturas finas. São frequentemente associadas com carbonato, e produziram, em raros casos, pepitas de Au até milimétricas. Estes teores não são significativos para a participação dos magmas komatiíticos nos processos de transporte primário e enriquecimento de Au no "greenstone belt".

Dos corpos de bifs e metacherts interderrames, alguns foram alvos de explorações históricas de ouro. Uma investigação mais recente por Luchesi & Schorscher (1990) e Luchesi (1991) detectou anomalias sistemáticas apenas nos bifs e metacherts da zona de contato com o Gr. Nova Lima. Estes resultados tendem a indicar pobreza em Au dos magmas komatíticos Quebra Osso em si e de suas fases fluidas exalativo-hidrotermais.

- O Gr. Nova Lima é o principal produtor de Au do Quadrilátero Ferrífero desde a época colonial, e há cerca de 10 anos revive uma segunda alta de produção e procura do metal. Estudos de jazidas individuais e de aspectos gerais da metalogênese do Au no Gr. Nova Lima foram realizados por Tolbert, 1964; Ladeira, 1980, 1988; Abreu et al., 1988; Vieira & Oliveira, 1988; Vial, 1988; entre outros.

Durante a excursão será visitada a jazida do Pary, na região de Florália (Fig. 3, área 9), e, possivelmente, São Bento (Fig. 3, área 10, Fig. 12). Em São Bento existem vários horizontes e subníveis mineralizados com características próprias (Abreu et al., 1988). De um modo geral, porém, predomina a sedimentação química-distal, a partir de soluções vulcano-exalativas, sem evidências diretas de vulcanismo nos minérios ou em intervalos estratigráficos próximos. Os teores de pirita e calcopirita são, respectivamente, alto e baixo, e a principal parte do ouro é muito fina (5 - 12 micra), incluída nos sulfetos (arsenopirita e pirita, principalmente). A origem da mineralização é de sedimentação química, a partir de soluções vulcano-exalativas distais.

Em Pary, há toda uma seqüência metavulcânica básica a, subordinadamente, intermediária de, no mínimo, 300 m de espessura, que inclui a mineralização. Esta constitui-se num nível (principal) de bif mista e impura, predominando as fácies sulfetada e carbonática, com contribuições metapelíticas e tufficas. Os teores de pirita e calcopirita nos minérios de Pary são, respectivamente, quase ausentes (com exceção da pirita relacionada à alteração da pirrotita) e bastante elevados. O ouro ocorre em menor parte como inclusões finas na arsenopirita, predominando o ouro livre, de granulação grossa (diâmetro: 0,01 - 0,4 mm). Em Pary, concorrem no minério a sedimentação química, vulcanoclástica e terrígena fina. A origem da mineralização é vulcano-exalativa proximal.

Tanto em São Bento como em Pary existem evidências de remobilizações secundárias hidrotermais e/ou metamórficas do ouro/minério. O teor maior de Au livre em Pary originou-se por remobilizações metamórficas. O último metamorfismo regional proterozóico atingiu na região do Pary condições P-T da fácies anfibolito inferior e causou recristalização intensa do minério. Particularmente, as arsenopiritas recristalizaram para idióblastos, expulsando as inclusões de Au. Este, por cristalização acretiva, formou grãos maiores livres ou, ainda, nas bordas dos sulfetos.

- No Gr. Maquiné (Fig. 3, área 11) não foram encontradas evidências de explorações históricas de ouro. Ainda assim, seus níveis conglomeráticos foram mais recentemente alvos de trabalhos de prospecção; os resultados destes não foram publicados. Perfis cintilométricos evidenciaram a inexistência de anomalias radioativas.

Seqüências metassedimentares proterozóicas

Incluem-se aqui os SGr. Minas e Espinhaço e a Seqüência da Serra da Boa Vista, com a mina histórica de ouro Quebra Osso. Os SGr. Minas e Espinhaço serão vistos nos perfis do Sinclinal Gandarela - Serra das Cambotas, da Serra do Caraça e na região de Florália; e a Seqüência da Serra da Boa Vista e a mina Quebra Osso, no local-tipo da borda E do Quadrilátero Ferrífero (Fig. 3).

A problemática destas unidades diz respeito às suas relações genéticas e temporais

de deposição, deformação e metamorfismo, uma vez que não foram encontradas áreas de ocorrência com contatos estratigráficos mútuos.

Perfil sinclinal Gandarela - Serra das Cambotas

O perfil de Barão de Cocais para a Serra das Cambotas (Fig. 3, área 12) pela estrada de terra para Caeté (Anexo 1) expõe as litologias do SGr. Minas num sinclinal de direção NE invertido para NW, em contato tectônico com o SGr. Espinhaço (Simmons, 1968b; Moore, 1969; Dorr, 1969; Schorscher, 1976a, b, 1980a, b; Sichel, 1983; Rodrigues et al., 1989; entre outros). A seqüência Minas compreende as formações Moeda, Batatal, Cauê, Gandarela, Cercadinho e Sabará (Tabela 3), com características sedimentológicas e litologias típicas do Proterozóico Inferior. Citam-se no Gr. Caraça, Fm. Moeda, conglomerados do tipo "quartz-pebble-conglomerate", com pirritas detríticas, ouro e anomalias de urânio (Andrade Ramos & Fraenkel, 1974; Maranhão, 1979; Villaga, 1981; Renger et al., 1988; entre outros); o Gr. Itabira, Fm. Cauê, de itabiritos hematíticos do tipo Superior (Dorr, 1969, 1973), e para a Fm. Sabará, datações radiométricas compatíveis com sedimentação no Proterozóico Inferior (Machado et al., 1989a).

A Serra das Cambotas (SGr. Espinhaço) constitui-se num corpo homoclinal N-S/E, balizado a E por uma falha inversa de alto ângulo. A falha segue para N até as partes contíguas do corpo da Serra do Espinhaço e causou inversões e cortes pela seqüência metassedimentar (Fig. 3).

A Serra das Cambotas e duas outras ocorrências menores de quartzitos e conglomerados do SGr. Espinhaço (situadas, respectivamente, a W e E da serra principal) foram tema de controvérsias na literatura (Simmons & Maxwell, 1961; Simmons, 1968b; Moore, 1969; Dorr, 1969; Kehrler, 1972; Schorscher, 1973a, 1975a; Costa & Romano, 1976). Os trabalhos mais recentes não deixam dúvidas da existência, na Serra das Cambotas, de unidades formalmente definidas do SGr. Espinhaço, tais como as Fms. Sopa Brumadinho e Galho do Miguel (cf. Schorscher, 1979). Os conglomerados intraformacionais (Sopa Brumadinho) contêm seixos de itabiritos hematíticos (da Fm. Cauê) e os quartzitos da Fm. Galho do Miguel, mega-estratificações cruzadas (unidades de alturas métricas, com extensões decamétricas dos planos inclinados). Há de se mencionar também a ocorrência de diamantes nos córregos que drenam a Serra (Gorceix, 1885; Freyberg, 1934).

O Sinclinal Gandarela encontra-se arrastado sobre o homoclinal Cambotas, posteriormente às falhas N-S/E e à erosão parcial que o afetaram. Estas relações foram explicadas por tectônica de nappes (Schorscher, 1975a, 1976a, b, 1980a, b, 1988; Schorscher et al., 1982; Inda et al., 1984).

A tectônica do Sinclinal Gandarela causou o arraste de uma fatia fina de rochas xistosas do SGr. Rio das Velhas (incluindo metaultramáficas com cromititos disseminados) sobre as rochas do SGr. Espinhaço (cf. Rodrigues et al., 1989) e, em parte, sobre o embasamento s.l. granítico a leste da Serra das Cambotas. Estas rochas foram originalmente descritas por Simmons & Maxwell (1961) como "formação superior sem nome" do Grupo Tamanduá.

A idade do transporte alóctone do Sinclinal Gandarela é desconhecida. Os estudos de Lobato et al. (1989) sustentam colocação pré a sintectônica em relação ao metamorfismo regional principal proterozóico (cf. Schorscher, 1988). Os "anfibolitos diabasóides" colocam marcos de idades relativas adicionais: intrudem o SGr. Espinhaço, mas foram afetados conjuntamente pelas falhas N-S/E de alto ângulo; não intrudem as unidades do SGr. Minas do Sinclinal Gandarela antecedendo-as, mas foram afetadas conjuntamente pelo metamorfismo regional principal

(Minas/Espinhaço).

Seqüência da Serra da Boa Vista

Constitui-se numa faixa quartzítica e conglomerática delgada, ao longo da borda leste do Quadrilátero Ferrífero e inclui a mina histórica de ouro Quebra Osso (Fig. 3, área 8). Foi inicialmente mapeada por Maxwell (1972), e atribuída ao Gr. Caraça (cf. Dorr, 1969).

A evolução litoestratigráfica foi detalhada por Luchesi & Schorsch (1990) e Luchesi (1991) (Tabela 5). A Seqüência da Serra da Boa Vista tem contatos por falha inversa a E com o Domo de Santa Bárbara, e sedimentares-tectonizados, a W, com o Gr. Quebra Osso. Na parte basal ocorrem dois níveis conglomeráticos, de continuidade variável, ambos ricos em pirritas detríticas e de composição praticamente monomítica. Os seixos são, com poucas exceções, quartzitos puros de recristalização grossa – metacherts. Os conglomerados encaixam um horizonte descontínuo – filítico a quartzítico, piritoso, localmente grafitoso, fuchsitico e com níveis delgados (centimétricos a decimétricos) de formações ferríferas – das mineralizações de ouro.

As partes superiores da seqüência são quartzíticas, predominando tipos puros de cor branca e granulação fina. Localmente, ocorrem estratificações cruzadas de portes pequenos (unidades centimétricas), finos níveis filíticos e, ainda, raros níveis ferruginosos (de alteração de pirritas).

As mineralizações de ouro foram exploradas na mina Quebra Osso, e em dois garimpos correlatos (Fig. 13), caracterizando corpos descontínuos (Moraes & Barbosa, 1939; Araújo, 1941; Wahle, 1943). O ouro ocorre em xistos e filitos/filonitos grafitosos, piritosos e quartzosos, e na parte basal do nível conglomerático superior, tendo composições isentas de Pd e teores de Ag bastante variáveis (Luchesi, 1991; Luchesi & Schorsch, dados não publicados).

A Seqüência da Serra da Boa Vista apresenta similaridades em relação ao SGr. Minas, nos aspectos litológico-metalogenéticos da parte basal da seqüência, incluindo as abundantes pirritas detríticas e as mineralizações de ouro relacionadas a níveis grafitosos e ferruginosos; no caso do SGr. Espinhaço, citam-se as características litoestratigráficas gerais, principalmente das partes superiores da seqüência e a configuração estrutural.

A Seqüência da Serra da Boa Vista representa uma variação de fácies restrita transicional entre o SGr. Espinhaço e o SGr. Minas.

Relacionado à exploração histórica de ouro na Serra da Boa Vista e em outras "catas altas" da região, foi construído, com trabalho escravo, um aqueduto impressionante, numa distância de cerca de 10 km, cujos restos serão visitados na parte superior do Vale do Quebra Osso.

Perfil da Serra do Caraça

O SGr. Espinhaço, nesta região, jaz em discordância angular e erosiva sobre o Gr. Maquiné. No perfil ao Colégio do Caraça (Fig. 3, área 11), não aflora a discordância; o contato com o Gr. Maquiné está tectonizado e intrudido por um corpo de "anfibolito diabasóide" profundamente intemperizado. A ocorrência sobre a qual foi construído o histórico Colégio é fortemente tectonizada por cavalgamentos múltiplos de direção geral N-S vergentes para W e, tentativamente, atribuída à Fm. Galho do Miguel. Na estruturação regional é importante por representar a continuação do SGr. Espinhaço da Serra das Cambotas ao S do Sinclinal Gandarela (Fig. 3). O SGr. Espinhaço na Serra do Caraça foi mapeado como Fm. Cambotas do Gr. Tamanduá por Maxwell (1972, cf. Dorr, 1969).

O perfil da Serra do Caraça termina no histórico Colégio. Este atualmente é um seminário de padres e lugar turístico. Foi fundado em 1744 com a construção de uma bonita catedral

no estilo gótico, no local oríde, segundo relatos históricos, um padre jesuíta ter-se-ia escondido do banimento, com auxílio da população, na época da expulsão dos jesuítas do Brasil colonial. A função do Colégio foi interrompida por um incêndio da biblioteca, com destruição da maior parte de suas dependências. A reconstrução moderna – como centro de convenções – foi recentemente concluída. Os padres continuam produzindo a maior parte de seus mantimentos, algumas variedades de excelentes vinhos e licores, e incumbiram-se ainda das tarefas de proteção ambiental da natureza e da vida silvestre (cf. Simmons, 1968; Dorr, 1969; Moore, 1969; Maxwell, 1972; Schorscher, 1988).

Região de Florália

Nas imediações a W da vila (Fig. 3, área 9), encontra-se um pequeno resto de erosão do SGr. Espinhaço, com conglomerados intraformacionais da Fm. Sopa Brumadinho (Engesser, 1974). Este contém seixos quase que exclusivamente de metassedimentos químicos: itabiritos e minérios ricos hematíticos, típicos da Fm. Cauê e metacherts idênticos àqueles dos conglomerados da Seqüência da Serra da Boa Vista. A ocorrência, entre outras da parte leste da área do Quadrilátero Ferrífero, tem importância para reconstruções paleogeográficas da bacia deposicional do SGr. Espinhaço. Mostra que a bacia se estendeu continuamente e com largura W-E quase idêntica à do corpo principal da Serra, por toda a região centro-leste e a leste do Quadrilátero Ferrífero (Fig. 3).

Um modelo para a Evolução Proterozóica

Neste modelo são fundamentais as seguintes observações e deduções geológicas:

- a idade proterozóica inferior da sedimentação do SGr. Minas e a ocorrência de retrabalhamento intraformacional no Gr. Itabira;
- a ocorrência regional, no SGr. Espinhaço, Fm. Sopa Brumadinho, de conglomerados intraformacionais diamantíferos, com seixos de itabiritos, minérios hematíticos e de níveis de itabiritos retrabalhados, outrossim conhecidos exclusivamente do Gr. Itabira (Fm. Cauê, SGr. Minas);
- o desenvolvimento estrutural, diferente, como coberturas autóctones e alóctones, e metamórfico, igual, dos SGr. Espinhaço e Minas; o arraste do SGr. Minas sobre os restos de erosão do SGr. Espinhaço no sentido geral de E para W, em nappes de cobertura.

Sob estes aspectos, os SGr. Minas e Espinhaço poderiam ser ou unidades contemporâneas/ penecontemporâneas (por ex.: Harder & Chamberlin, 1915; Pflug, 1965a, b, 1967, 1968) ou consecutivas, na ordem listada (por ex.: Derby, 1906; Almeida, 1977), descartando-se a terceira possibilidade (Simmons & Maxwell, 1961; Loczy & Ladeira, 1976; Costa & Romano, 1976).

Este autor sustenta a penecontemporaneidade sedimentar dos SGr. Espinhaço e Minas, como equivalentes laterais de fácies.

O modelo evolutivo proposto (Schorscher, 1975a, 1976a, b, 1980a, b, 1988; Schorscher & Guimarães, 1976; Schorscher et al., 1982; Inda et al., 1984) inicia-se com a instalação, no Proterozóico Inferior, de um "rift" na plataforma siânica supra-regional, constituída pela evolução arqueana "granito-greenstone belt". O "rift" foi acompanhado de magmatismo kimberlítico, localmente diamantífero. A evolução e abertura do "rift" para uma margem continental passiva e, posteriormente, ativa, engloba e explica de maneira compatível as seqüências sedimentares dos SGr. Espinhaço e Minas, bem como suas variações faciais, a exemplo da Seqüência da Serra da Boa Vista, como equivalentes laterais de fácies. O SGr. Espinhaço compreende depósitos costeiros,

parcialmente mesmo subaéreos, passando para bacia plataformar ("shelf basin"). Ao mesmo tempo, o SGr. Minas foi depositado nas partes da borda interna da plataforma, tectônica e magmaticamente mais ativas. A evolução de taludes continentais, magmatismo e de regimes de águas profundas na parte interna da margem continental caracteriza o final da sedimentação Minas (Fm. Sabará), e foram compensados, na parte externa, por soerguimentos e erosão localmente avançada do SGr. Espinhaço, expondo até rochas do conjunto embasamental arqueano.

O final da evolução proterozóica Minas/Espinhaço teve características alpinotipas, com tectônica de nappes (transporte superficial das unidades do SGr. Minas, do Quadrilátero Ferrífero para a posição atual), obdução crustal, causando espessamento da crosta siálica na faixa da borda leste da Serra do Espinhaço (por exemplo, Glese & Schütte, 1980; Haralyi & Hasui, 1982; Haralyi et al., 1985; entre outros), e metamorfismo regional plurifacial progressivo.

A duração desta evolução iniciada no Proterozóico Inferior é desconhecida e problemática: se incluídos também os cavalgamentos do SGr. Espinhaço sobre o SGr. São Francisco ao longo da borda W da cordilheira (Fig. 3), fica caracterizado um megaciclo de duração superior a 1 Ga.

Trecho Santa Bárbara - Catas Altas - Mariana - Ouro Preto

No trecho final da excursão, segue-se em direção geral para S, ao longo da borda leste do Quadrilátero Ferrífero, numa primeira etapa até a cidade histórica de Catas Altas (Fig. 3). Neste trajeto, avista-se para W uma das paisagens montanhosas de características alpinas mais famosas da região SE do Brasil, formada pela Serra do Caraça, no quadro das demais serras da parte leste do Quadrilátero Ferrífero. Geologicamente, percorre-se o complexo s.l. granítico arqueano, com ocasionais faixas finas vulcano-sedimentares, tectonicamente encaixadas, que representam continuações não detalhadas do "greenstone belt" Rio das Velhas.

Entrando em Catas Altas, para W, em direção às serras da borda do Quadrilátero Ferrífero, encontra-se o garimpo de ouro Água Quente (Fig. 3, área 13). O garimpo opera em tálus no sopé do Morro da Água Quente, que se constitui em zona tectônica entre as continuações meridionais da Seqüência da Serra da Boa Vista e unidades do SGr. Minas/Fm. Cauê. Na área do garimpo, nascem fontes de águas quentes de temperaturas sempre agradáveis que contribuem para o conforto dos garimpeiros, especialmente no período frio do ano quando podem incidir geadas nesta região. As fontes termais são provavelmente relacionadas com as reativações tectônicas e o magmatismo basáltico mesozóico. O ouro do garimpo provém, mais provavelmente, de mineralizações na Seqüência da Serra da Boa Vista, mas inexistem estudos específicos.

Retomando a estrada principal, prossegue-se até Mariana e Ouro Preto, em direção geral S. Até Santa Rita Durão, a estrada continua por rochas do complexo s.l. granítico arqueano, cortando ainda a bacia Fonseca de sedimentos terciários fluviais e lacustres (Gorceix, 1884; Sommer & Lima, 1967; Fonseca et al., 1979). A S desta cidade, encontram-se faixas quartzíticas estreitas do SGr. Espinhaço, tectonicamente inseridas no complexo embasamental, com direções N-S a NNW-SSE e caimentos para E. Na etapa final da viagem para Mariana, Passagem de Mariana (com a mina histórica de ouro aberta a visitas turísticas) e Ouro Preto, adentram-se novamente áreas do "greenstone belt" Rio das Velhas, seguidas de unidades do SGr. Minas (Fig.3). Em direção S, antes da chegada à cidade histórica de Ouro Preto, tem-se a vista para o famoso Pico do Itacolomi, que é uma das localidades clássicas da geologia do Quadrilátero Ferrífero e em geral do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A.S.; DINIZ, H.B.; PRADO, M.G.B.D.; SANTOS, S.P.D. (1988) Mina de ouro de São Bento, Santa Bárbara, Minas Gerais. In: Schobbenhaus, C. & Coelho, C.E.S. (coords.) Principais depósitos minerais do Brasil. DNPM-CVRD e CPRM, Brasília. p. 393-411.
- ALKMIM, F.F.; CHEMALE Jr., F.; BACELLAR, L.A.P.; OLIVEIRA, J.R.P.; MAGALHÃES, P.M. (1989) Arcabouço estrutural da porção sul da Bacia do São Francisco. 5^o Simp. Geol. Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, *Anais*, p.289-293.
- ALMEIDA, F.F.M. (1967) Origem e evolução da plataforma brasileira. DNPM. Dir. Geol. Mineral., Rio de Janeiro, Bol. 241, 36p.
- ALMEIDA, F.F.M. (1977) O cráton do São Francisco. *Rev.Bras.Geoc.*, 7(4):349-364.
- ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. (1984) O Pré-Cambriano do Brasil. Ed. Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 378p.
- ALVES, B.P. (1961) Sumário sobre estratigrafia e estrutura das quadrículas de Caeté e Serra da Piedade. Ouro Preto, MG, SICEG 1:257-260.
- ALVES, M.G.D. (1986) Utilização de sensoriamento remoto na obtenção de dados lito-estruturais em trabalho geológico de detalhe na região do Quadrilátero Ferrífero (MG). Dissertação de Mestrado, INPE, São José dos Campos (inédito).
- ANDRADE RAMOS, J.R. & FRAENKEL, M.O. (1974) Uranium occurrences in Brazil. In: Formation of Uranium Ore Deposits, Proc. Symp. Athens, IAEA-SM-183/24, Vienna, p.637-657.
- ARAÚJO, J.B. (1941) Mina de Ouro de Quebra Osso. *Min.Met.*, 5:227-229.
- BARBOSA, M.P. (1988) Estudo do relacionamento genético das feições geológicas na região do Espinhaço Meridional e adjacências, MG. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 237p.
- BONHOMME, M. (1976) Minéralogie des fractions fines et datations rubidium-strontium dans le groupe Bambuí, Minas Gerais, Brésil. *Rev.Bras.Geoc.*, 6(4):211-222.
- BRAUN, O.P.G. (1982) Algumas correlações na geologia da quadrícula Serra da Piedade, no Quadrilátero Ferrífero. XXXII Cong.Bras.Geol., Salvador, BA, *Anais*, 1:115-125.
- BRITO NEVES, B.B.; KAWASHITA, K.; CORDANI, U.G.; DELHAL, J. (1979) A evolução geocronológica da cordilheira do Espinhaço: dados novos e integração. *Rev.Bras.Geoc.*, 9(1):71-85.
- CVRD (1982) Mapas e seções geológicas das minas Cauê, Dois Córregos, Periquito e Conceição.

CVRD. SUMIN, Itabira/Belo Horizonte.

CARBONARI, F.S.; BORGES, N.R.A.; COLEHO, L.H.; FERREIRA, J.A.; POLÔNIA, J.C.; VALE, C.B.P. (1989) Iron ore deposits of the Itabira District, Brazil. *Econ.Geol.* (no prelo).

CHEMALE Jr., F. (1987) Tektonische, lagerstättenkundliche und petrographische Untersuchungen im Eisenerzrevier Itabira, Minas Gerais, Brasilien. Tese de Doutorado, Inst. Geol. Paläont., T.U. Clausthal, Clausthal-Zellerfeld (inédito), 140p.

CLOUD, P.E. & DARDENNE, M.A. (1973) Proterozoic age of Bambuí Group in Brazil. *Geol.Soc.Amer.Bull. (Boulder)*, **84**(5):1673-1676.

CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; MÜLLER, G.; QUADE, H.; REIMER, V.; ROESER, H. (1980) Interpretação tectônica e petrológica de dados geocronológicos do embasamento no bordo sudeste do Quadrilátero Ferrífero, MG. *An.Acad.bras.Ciênc.*, **52**(4):785-799.

CORDANI, U.G.; TEIXEIRA, W.; PADILHA, A.V.P. (1985) O estado atual do conhecimento geocronológico de Minas Gerais. 3^o Simp. de Geol. de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, *Anais*, p.338-347.

COSTA, M.T. & ROMANO, A.W. (1976) Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, 1:1.000.000. - 1 mapa, IGA (Inst.Geociênc.Aplic.), Belo Horizonte.

DERBY, O.A. (1906) The Serra do Espinhaço, Brazil. *J.Geol.*, **14**:474-401.

DORR, J.V.N. (1964) Supergene iron ores of Minas Gerais, Brazil. *Econ.Geol.*, **59**(7):1203-1240.

DORR, J.V.N. (1965) Nature and origin of the high-grade hematite ores of Minas Gerais, Brazil. *Econ.Geol.*, **60**(1):1-46.

DORR, J.V.N. (1969) Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. USGS Prof. Pap. **641-A**, 110p., Washington.

DORR, J.V.N. (1973) Iron Formation in South America. *Econ.Geol.*, **68**:1005-1022.

DORR, J.V.N. & BARBOSA, A.L.M. (1963) Geology and ore deposits of the Itabira District, Minas Gerais, Brazil. USGS Prof. Pap. **341-C**, 110p., Washington.

DORR, J.V.N.; GAIR, J.E.; POMERENE, J.B.; RYNEARSON, G.A. (1957) Revisão da estratigrafia pré-cambriana do Quadrilátero Ferrífero. DNPM Div.Fom.Prod.Min., Av.81, 31p., Rio de Janeiro.

ENGESSER, W. (1974) Geologie, Petrographie und Altersstellung der Gesteine der südlichen Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasilien). Tese de Doutorado, Univ. de Freiburg i.Br. (inédito).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A.S.; DINIZ, H.B.; PRADO, M.G.B.D.; SANTOS, S.P.D. (1988) Mina de ouro de São Bento, Santa Bárbara, Minas Gerais. In: Schobbenhaus, C. & Coelho, C.E.S. (coords.) Principais depósitos minerais do Brasil. DNPM-CVRD e CPRM, Brasília. p. 393-411.
- ALKMIM, F.F.; CHEMALE Jr., F.; BACELLAR, L.A.P.; OLIVEIRA, J.R.P.; MAGALHÃES, P.M. (1989) Arcabouço estrutural da porção sul da Bacia do São Francisco. 5^o Simp. Geol. Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, *Anais*, p.289-293.
- ALMEIDA, F.F.M. (1967) Origem e evolução da plataforma brasileira. DNPM. Dir. Geol. Mineral., Rio de Janeiro, Bol. 241, 36p.
- ALMEIDA, F.F.M. (1977) O cráton do São Francisco. *Rev.Bras.Geoc.*, 7(4):349-364.
- ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. (1984) O Pré-Cambriano do Brasil. Ed. Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 378p.
- ALVES, B.P. (1961) Sumário sobre estratigrafia e estrutura das quadrículas de Caeté e Serra da Piedade. Ouro Preto, MG, SICEG 1:257-260.
- ALVES, M.G.D. (1986) Utilização de sensoriamento remoto na obtenção de dados lito-estruturais em trabalho geológico de detalhe na região do Quadrilátero Ferrífero (MG). Dissertação de Mestrado, INPE, São José dos Campos (inédito).
- ANDRADE RAMOS, J.R. & FRAENKEL, M.O. (1974) Uranium occurrences in Brazil. In: Formation of Uranium Ore Deposits, Proc. Symp. Athens, IAEA-SM-183/24, Vienna, p.637-657.
- ARAÚJO, J.B. (1941) Mina de Ouro de Quebra Osso. *Min.Met.*, 5:227-229.
- BARBOSA, M.P. (1988) Estudo do relacionamento genético das feições geológicas na região do Espinhaço Meridional e adjacências, MG. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 237p.
- BONHOMME, M. (1976) Minéralogie des fractions fines et datations rubidium-strontium dans le groupe Bambuí, Minas Gerais, Brésil. *Rev.Bras.Geoc.*, 6(4):211-222.
- BRAUN, O.P.G. (1982) Algumas correlações na geologia da quadrícula Serra da Piedade, no Quadrilátero Ferrífero. XXXII Cong.Bras.Geol., Salvador, BA, *Anais*, 1:115-125.
- BRITO NEVES, B.B.; KAWASHITA, K.; CORDANI, U.G.; DELHAL, J. (1979) A evolução geocronológica da cordilheira do Espinhaço: dados novos e integração. *Rev.Bras.Geoc.*, 9(1):71-85.
- CVRD (1982) Mapas e seções geológicas das minas Cauê, Dois Córregos, Periquito e Conceição.

CVRD. SUMIN, Itabira/Belo Horizonte.

CARBONARI, F.S.; BORGES, N.R.A.; COLEHO, L.H.; FERREIRA, J.A.; POLÔNIA, J.C.; VALE, C.B.P. (1989) Iron ore deposits of the Itabira District, Brazil. *Econ.Geol.* (no prelo).

CHEMALE Jr., F. (1987) Tektonische, lagerstättenkundliche und petrographische Untersuchungen im Eisenerzrevier Itabira, Minas Gerais, Brasilien. Tese de Doutorado, Inst. Geol. Paläont., T.U. Clausthal, Clausthal-Zellerfeld (inédito), 140p.

CLOUD, P.E. & DARDENNE, M.A. (1973) Proterozoic age of Bambuí Group in Brazil. *Geol.Soc.Amer.Bull.* (Boulder), **84**(5):1673-1676.

CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; MÜLLER, G.; QUADE, H.; REIMER, V.; ROESER, H. (1980) Interpretação tectônica e petrológica de dados geocronológicos do embasamento no bordo sudeste do Quadrilátero Ferrífero, MG. *An.Acad.bras.Ciênc.*, **52**(4):785-799.

CORDANI, U.G.; TEIXEIRA, W.; PADILHA, A.V.P. (1985) O estado atual do conhecimento geocronológico de Minas Gerais. 3^o Simp. de Geol. de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, *Anais*, p.338-347.

COSTA, M.T. & ROMANO, A.W. (1976) Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, 1:1.000.000. - 1 mapa, IGA (Inst.Geociênc.Aplic.), Belo Horizonte.

DERBY, O.A. (1906) The Serra do Espinhaço, Brazil. *J.Geol.*, **14**:474-401.

DORR, J.V.N. (1964) Supergene iron ores of Minas Gerais, Brazil. *Econ.Geol.*, **59**(7):1203-1240.

DORR, J.V.N. (1965) Nature and origin of the high-grade hematite ores of Minas Gerais, Brazil. *Econ.Geol.*, **60**(1):1-46.

DORR, J.V.N. (1969) Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. USGS Prof. Pap. **641-A**, 110p., Washington.

DORR, J.V.N. (1973) Iron Formation in South America. *Econ.Geol.*, **68**:1005-1022.

DORR, J.V.N. & BARBOSA, A.L.M. (1963) Geology and ore deposits of the Itabira District, Minas Gerais, Brazil. USGS Prof. Pap. **341-C**, 110p., Washington.

DORR, J.V.N.; GAIR, J.E.; POMERENE, J.B.; RYNEARSON, G.A. (1957) Revisão da estratigrafia pré-cambriana do Quadrilátero Ferrífero. DNPM Div.Fom.Prod.Min., Av.**81**, 31p., Rio de Janeiro.

ENGESSER, W. (1974) Geologie, Petrographie und Altersstellung der Gesteine der südlichen Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasilien). Tese de Doutorado, Univ. de Freiburg i.Br. (inédito).

- FOGAÇA, A.C.C.; ALMEIDA ABREU, P.A.; SCHORSCHER, H.D. (1984) Estratigrafia da seqüência supra-crustal arqueana na porção mediana-central da Serra do Espinhaço, Minas Gerais. XXXIII Cong.Bras.Geol., Rio de Janeiro, RJ, *Anais*, 6:2654-2667.
- FREYBERG, B.V. (1934) Die Bodenschätze des Staates Minas Geraes. Ed. Schweizerbart, Stuttgart, 453p.
- GAIR, J.E. (1962) Geology and ore deposits of the Nova Lima and Rio Acima quadrangles, Minas Gerais, Brazil. USGS Prof. Pap. 341-A, 67p., Washington.
- GIESE, P.S. & SCHÜTTE, K.G. (1980) Resultados das medidas de sísmica de refração a leste da Serra do Espinhaço, M.G., Brasil. In: Nuevos resultados de la investigación geocientífica alemana en Latino-America, Deutsche Forschungsgemeinschaft e Instituto de Colaboração Científica, Bonn e Tübingen, Ed. G. Hauser, Metzingen. p.44-50.
- GORCEIX, H. (1884) Bacias terciárias de água doce nos arredores de Ouro Preto (Gandarela e Fonseca), Minas Gerais, Brasil. Escola de Minas de Ouro Preto, *Annaes*, 3:95-114.
- GORCEIX, H. (1885) Estudos sobre a monazita e a xenotima do Brasil. Escola de Minas de Ouro Preto, *Annaes*, 4:29-49.
- GUBA, I. (1982) Tektonik, Texturen und Mineralogie der präkambrischen Eisenerze und Nebengesteinsserien der Lagerstätte Morro Agudo im NE des Quadrilátero Ferrífero/Minas Gerais, Brasilien. Tese de Doutorado, TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld. (inédito), 342p.
- GUIMARÃES, D. (1933) Os anfíbolitos da região diamantífera do norte de Minas Geraes. *An.Acad.bras.Ciênc.*, 5(4):237-258.
- HÄNNI, A.H.; SCHWARZ, D.; FISCHER, M. (1987) The emeralds of the Belmont mine, Minas Gerais, Brazil. *J.Gemmol.* 20(7/8):446-456.
- 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):160-166.
- HARALYI, N.L.E.; HASUI, Y.; MIOTO, J.A.; HAMZA, V.M.; RODRIGUES, C.R.V. (1985) Ensaio sobre a estruturação crustal do Estado de Minas Gerais com base na informação geofísica e geológica. In: Contribuições à geologia e a petrologia, Boletim Especial, SBG, Núcleo Minas Gerais, Belo Horizonte, p.71-93.
- HARDER, E.C. & CHAMBERLIN, R.T. (1915) The Geology of central Minas Geraes, Brazil. *J.Geol.*, 23:341-378 e 385-424.
- HARGRAVES, R.B. (1976) Precambrian geologic history. *Science* 193(4251):363-371.

- HETTICH, M. (1977) A glaciação proterozóica no centro-norte de Minas Gerais. *Rev.Bras.Geoc.*, 7:87-101.
- HERZ, N. (1970) Gneissic and igneous rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. USGS Prof.Pap., 641-B, 58p., Washington.
- HERZ, N. (1978) Metamorphic rocks of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. USGS Prof.Pap., 641-C, 81p., Washington.
- HOEFS, J.; MÜLLER, G.; SCHUSTER, A.K. (1980) Sauerstoff-Isotopen-Thermometrie zur Genese präkambrischer Eisenreicherze des Eisernen Vierecks in Minas Gerais, Brasilien. *Fortschr.Mineral.*, 58, Beih. 1:55-56.
- INDA, H.A.V.; SCHORSCHER, H.D.; DARDENNE, M.A.; SCHOBENHAUS, C.; HARALYI, N.C.E.; BRANCO, P.C.A.; RAMALHO, R. (1984) O cráton do São Francisco e a faixa de dobramentos Araçuaí. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.D.A.; Derze, G.R.; Asmus, H.E. (coords.) *Geologia do Brasil*, DNPM, Div. Geol. Mineral., Brasília, p.193-248.
- KARFUNKEL, J.; PEDROSA SOARES, A.C.; DOSSIN, I.A. (1985) O Grupo Macaúbas, Minas Gerais, e revisão dos conhecimentos. 3^o Simp. de Geol.de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, *Anais*, p.45-59.
- KARFUNKEL, H. & HOPPE, A. (1987) Late proterozoic glaciation in central-eastern Brazil: synthesis and model. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 65:1-21.
- KEHRER, P. (1972) Zur Geologie der Itabirite in der südlichen Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasilien). *Geol.Rundsch.* 61(1):216-249.
- KNEIDL, V. & SCHORSCHER, H.D. (1972) Faziesübergänge der Minas-Serie im Raum zwischen Itabira und Altamira (Minas Gerais, Brasilien). *N.Jb.Geol.Paläont. Mh.*, Jg. p.224-235.
- LADEIRA, E.A. (1980) Metallogenesis of gold at the Morro Velho mine and in the Nova Lima district, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Tese de Doutorado, Univ. of Western Ontario (inédito), 272p.
- LADEIRA, E.A. (1988) Metalogenia dos depósitos de ouro do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: Schobbenhaus, C. & Coelho, C.E.S. (coords.): *Principais depósitos minerais do Brasil*, DNPM-CVRD e CPRM, Brasília, p.301-375.
- LADEIRA, E.A. & VIVEIROS, J.F.M. (1984) Hipótese sobre a estruturação do Quadrilátero Ferrífero com base nos dados disponíveis. *SBG Núcleo Minas Gerais, Bol.* 4, Belo Horizonte, 19p.
- LOBATO, L.M.; ROSIERE, C.A.; RIFFEL, B.F. (1989) Metamorfismo em zonas de cisalhamento na Fm. Moeda: implicações metalogenéticas e deformacionais. 5^o Simp. de Geol.de Minas Gerais, Belo

Horizonte. MG, *Anais*, p.11-15.

LOCZY, L. & LADEIRA, E.A. (1976) Geologia estrutural e introdução à geotectônica. Ed. Edgard Blücher, CNPq, São Paulo, 528p.

LUCESI, I. (1991) Evolução petrogenética e metalogenética da Serra da Boa Vista, Quadrilátero Ferrífero, MG. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 134p.

LUCESI, I. & SCHORSCHER, H.D. (1990) Evolução petrogenética e metalogenética da Serra da Boa Vista, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. 2º Relatório Científico (relat. final), FAPESP. Nº 88/0806-1, São Paulo.

MACHADO, N.; NOCE, C.M.; OLIVEIRA, O.A.B.; LADEIRA, E.A. (1989a) Evolução geológica do Quadrilátero Ferrífero no Arqueano e Proterozóico Inferior com base em geocronologia U/Pb. 5º Simp. de Geol.de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, *Anais*, p.1-5.

MACHADO, N.; SCHRANK, A.; ABREU, F.R.; KNAUER, L.G.; ALMEIDA ABREU, P.A. (1989b) Resultados preliminares da geocronologia U/Pb na Serra do Espinhaço meridional. 5º Simp. de Geol.de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, *Anais*, p.171-174.

MARANHÃO, C.M.L. (1979) Sobre a ocorrência de pirita detrítica nos metaconglomerados uraníferos da Formação Moeda - Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. 9º Simp.Geol.Nordeste, Natal, RN, *Resumos*, p.75.

MAXWELL, C.H. (1972) Geology and ore deposits of the Alegria District, Minas Gerais, Brazil. USGS Prof.Pap., 341-J, 72p., Washington.

MOERI, E. (1972) On a columnar stromatolite in the precambrian Bambuí Group of central Brazil. *Eclog.Geol.Helv.*, 65(1):185-195.

MOORE, S.L. (1969) Geology and ore deposits of the Antônio dos Santos, Gongo Sôco and Conceição do Rio Acima quadrangles, Minas Gerais, Brazil. USGS Prof.Pap., 341-I, 50p., Washington.

MORAES, L.J. & BARBOSA, O. (1939) Ouro no Centro de Minas Gerais. DNPM. Dir. Fom. Prod. Miner., Rio de Janeiro, Bol. 38, 185p.

MÜLLER, G.; SCHUSTER, A.; HOEFS, J. (1982) Oxygen isotope variations in polymetamorphic iron ores from the Quadrilátero Ferrífero, Brazil. *Rev.Bras.Geoc.*, 12(1-3):348-355.

PARENTI COUTO, J.G.; TEIXEIRA, W.; CORDANI, U.G. (1983) Considerações sobre as principais épocas de fraturamento do Cráton do São Francisco, com base em datações K-Ar em rochas básicas. 2º Simp. de Geol.de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, *Anais*, p.38-49.

- PERICON, M.Z. & QUEMENEUR, J.J. (1982) Tectônica de nappes e séries transgressivas no Quadrilátero Ferrífero. XXXII Cong.Bras.Geol., Salvador, BA, *Anais*, 1:153-167.
- PFLUG, R. (1965a) A geologia da parte meridional da Serra do Espinhaço e zonas adjacentes, Minas Gerais. DNPM. Div.Geol.Mineral., Rio de Janeiro, Bol. **226**, 55p.
- PFLUG, R. (1965b) Zur Geologie der Südlichen Espinhaço-Zone und ihrer präkambrischen Diamantvorkommen, Minas Gerais, Brasilien. Z.Deutsch.Geol.Ges., **115**:177-215.
- PFLUG, R. (1967) Die präkambrische Miogeosynklinale der Espinhaço Kordillere, Minas Gerais, Brasilien. Geol.Rdsch., **56**:825-844.
- PFLUG, R. (1968) Observações sobre a estratigrafia da Série Minas na região de Diamantina, Minas Gerais. DNPM Div.Geol.Mineral, Rio de Janeiro, Notas Prelim. e Est. **142**, 20p.
- PFLUG, R. & RENGGER, F. (1973) A evolução geológica da margem SE do Craton Sanfranciscano. XXVII Cong.Bras.Geol., Aracaju, SE, *Anais*, 2:5-19.
- PIRES, F.R.M. (1977) Geologia do distrito manganífero de Conselheiro Lafaiete. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 344p.
- PIRES, F.R.M. (1979) Structural geology and stratigraphy at the junction of the Curral Anticline and the Moeda Syncline, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Tese de Doutorado, Michigan Technol. Univ., Michigan (inédito), 220p.
- POMERENE, J.B. (1964) Geology and ore deposits of the Belo Horizonte, Ibirité and Macacos quadrangles, Minas Gerais, Brazil. USGS Prof.Pap. **341-D**, 84p., Washington.
- REEVES, R.G. (1966) Geology and mineral resources of the Monlevade and Rio Piracicaba quadrangles, Minas Gerais, Brazil. USGS Prof.Pap., **341-E**, 58p., Washington.
- RENGER, F.; SILVA, R.M.P.; SUCKAN, V.E. (1988) Ouro nos conglomerados da Formação Moeda, Sinclinal Gandarela, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. XXXV Cong.Bras.Geol., Belém, PA, *Anais*, 1:44-57.
- RODRIGUES, F.A.C.; COSTA, A.F.; SOUZA, R.A.C.; ROSIERE, C.A. (1989) Sistemas de cavalgamento do nordeste do Quadrilátero Ferrífero, MG. 5º Simp.de Geol. de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, *Anais*, p.6-10.
- ROESER, H. (1977) Petrographisch-geochemische Untersuchungen der metamorphen Gesteinsserien im südlichen Grenzbereich des Eisernen Vierecks, Minas Gerais, Brasilien. Tese de Doutorado, Univ.Clausthal (inédito).
- ROESER, H.; SCHÜRMANN, K.; TOBSCHALL, H.J. (1989) Ouro Preto - ouro paladiado? 5º Simp.de

Geol.de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, **Anais**, p.41-44.

SCHOBENHAUS, C. & CAMPOS, D.A. (1984) A evolução da plataforma sul-americana no Brasil e suas principais concentrações minerais. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.D.A.; Derze, G.R.; Asmus, H.E. (coords.) Geologia do Brasil, DNPM, Div. Geol. Mineral., Brasília, p.9-53.

SCHÖLL, W.U. (1972) Der südwestliche Randbereich der Espinhaço-Zone, Minas Gerais, Brasilien. Geol.Rundsch., **61**(1):201-216.

SCHÖLL, W.U. (1973a) Sedimentologie und Geochemie der Bambuí-Gruppe am SE-Rand des São Francisco Beckens, Minas Gerais, Brasilien. Tese de Doutorado, Univ.de Heidelberg (inédito), 301p.

SCHÖLL, W.U. (1973b) Sedimentologie der Bambuí-Gruppe im SE-Teil des São Francisco Beckens (Minas Gerais, Brasilien). Münster. Forsch. Geol. Paläont., H. **31/32**:71-91.

SCHÖLL, W.U. (1976) Sedimentologia e geoquímica do Grupo Bambuí na parte sudeste da Bacia do São Francisco. XXIX Cong.Bras.Geol., Ouro Preto, MG, **Anais**, 2:207-232.

SCHORSCHER, H.D. (1973a) A geologia da região de Itabira. Relatório de mapeamento 1:20.000, CVRD (inédito).

SCHORSCHER, H.D. (1973b) Zur liegenden Abgrenzung der präkambrischen Minas-Gruppe, am Beispiel des Raumes Itabira, Minas Gerais, Brasilien. Münster.Forsch.Geol.Paläont., **31/32**:29-53.

SCHORSCHER, H.D. (1975a) Entwicklung des polymetamorphen präkambrischen Raumes Itabira, Minas Gerais, Brasilien. Tese de Doutorado, Univ. Heidelberg (inédito), 304p.

SCHORSCHER, H.D. (1975b) Zur Bildung der metamorphen, itabiritischen Reicherze im Raum Itabira, Minas Gerais, Brasilien. Fortschr.Mineral., **53**, Beih., 1:73.

SCHORSCHER, H.D. (1976a) Polimetamorfismo do Pré-Cambriano na região de Itabira, Minas Gerais, Brasil. XXIX Cong.Bras.Geol., Ouro Preto, MG, **Resumos**, p.194-195.

SCHORSCHER, H.D. (1976b) Alpinotype Deckentektonik im Präkambrium des Eisernen Vierecks, Minas Gerais, Brasilien. 5. Geowiss. Lateinamerika-Kolloquium, Tagungsunterl. (Resumos), p.33-35, Clausthal-Zellerfeld.

SCHORSCHER, H.D. (1978) Komatiitos na estrutura "Greenstone Belt" Série Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. XXX Cong.Bras.Geol., Recife, PE, **Resumos**, p.292-293.

SCHORSCHER, H.D. (1979) Evolução geotectônica e petrogenética do embasamento arqueano do Quadrilátero Ferrífero. An.Acad.bras.Ciênc., **51**(4):767-768.

- SCHORSCHER, H.D. (1980a) Contribuição à estratigrafia proterozóica do Quadrilátero Ferrífero. *An.Acad.bras.Ciênc.*, 52(1):195.
- SCHORSCHER, H.D. (1980b) Geotectonic evolution of the Quadrilátero Ferrífero, Brazil. 26th. Inter.Geol.Cong., Paris, **Abstracts**, 2:613.
- SCHORSCHER, H.D. (1980c) Zinc - a useful element for the prospection of pre-cambrian chromitites? 8th. Inter.Geochem.Explor.Symp., Hannover, **Abstracts**, p.47.
- SCHORSCHER, H.D. (1988) NE Quadrilátero Ferrífero and adjacent areas. Inter.Conference: Geochemical Evolution of the Continental Crust, Poços de Caldas, MG, Guidebook, 96p.
- SCHORSCHER, H.D. & GUIMARÃES, P.F. (1976) Estratigrafia e tectônica do Supergrupo Minas e geologia do Distrito Ferrífero de Itabira. XXIX Cong.Bras.Geol., Ouro Preto, MG, Roteiro das Excursões, p.75-86.
- SCHORSCHER, H.D. & LETERRIER, J. (1980) Metasomatic formation of granitic rocks: Petrology and Chemistry. 26th. Inter.Geol.Cong., Paris, **Abstracts**, 1:87.
- SCHORSCHER, H.D. & MÜLLER, G. (1977) Granitisation tiefrustaler Mylonite durch metasomatische Feldspatisierung im Präkambrium E-Brasilien. *Fortschr. Miner.* 55, Beih. 1:123-124.
- SCHORSCHER, H.D.; SANTANA, F.C.; POLONIA, J.C.; MOREIRA, J.M.P. (1982) Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais State: Rio das Velhas greenstone belt and Proterozoic rocks. ISAP, SME/BA, Salvador, BA, Excursions Annex, 46 p.
- SCHORSCHER, H.D.; SVISERO, D.P.; SOUZA, J.L. (1990) Aspectos genéticos da jazida de esmeralda de Itabira, Minas Gerais. XXXVI Cong.Bras.Geol., Natal, RN, **Resumos**, p.126-127.
- SICHEL, S.E. (1983) Geologia das rochas pré-cambrianas da região de Barão de Cocais e geoquímica preliminar dos komatilitos do Supergrupo Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 232p.
- SIGA Jr., O. (1986) A evolução geotectônica da porção nordeste de Minas Gerais, com base em interpretações geocronológicas. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 140p.
- SIGA Jr., O.; CORDANI, U.G.; BASEI, M.A.S.; TEIXEIRA, W.; KAWASHITA, K.; VAN SCHMUS, R.W. (1987) Contribuição ao estudo geológico-geocronológico da porção nordeste de Minas Gerais. 4º Simp.de Geol.de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, **Anais**, p.29-44.
- SIMMONS, G.C. (1968a) Geology and iron deposits of the western Serra do Curral, Minas Gerais, Brazil. USGS Prof.Pap., 341-G, 57p., Washington.

- SIMMONS, G.C. (1968b) Geology and mineral resources of the Barão de Cocais area, Minas Gerais, Brazil. USGS Prof.Pap., 341-H, 46p., Washington.
- SIMMONS, G.C. & MAXWELL, C.H. (1961) Grupo Tamanduá da Série Rio das Velhas. DNPM. Div.Geol.Mineral. Bol. 211, 30p., Rio de Janeiro.
- SOMMER, F.W. & LIMA, C.D. (1967) Contribuição à paleoflora de Fonseca, Minas Gerais. An.Acad.bras.Ciênc., 39(3-4):537-538.
- SOUZA FILHO, C.R.; RODRIGUES, L.C.R.; CHEMALE Jr., F.; ALKMIM, F.F. (1989) Aspectos deformacionais e relações litoestratigráficas na mina de Conceição, Distrito Ferrífero de Itabira, Minas Gerais. 5^o Simp.de Geol.de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, *Anais*, p.16-20.
- SOUZA, J.L. (1988) Geologia e mineralogia da esmeralda da jazida de Itabira, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 192p.
- SOUZA, J.L.; MENDES, J.C.; GARIBALDI, E.; SVISERO, D.P. (1989) Aspectos geológicos da área do garimpo de Capoeirana, Nova Era: uma nova ocorrência de esmeralda em Minas Gerais. 5^o Simp.de Geol.de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, *Anais*, p.94-98.
- SPERBER, M.v. (1975) Geologie des Präkambriums am Süd-West-Rand der Serra do Cipó (Serra do Espinhaço - Minas Gerais - Brasilien). Tese de Doutorado, Univ. de Freiburg i.Br. (inédito), 76p.
- SPERBER, M.v. (1977) Geologie des Präkambriums am Südwestrand der Serra do Cipó, Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasilien. Geol.Jahrb. Reihe B, 24:93-148, Hannover.
- TEIXEIRA, W. (1982) Geochronology of the southern part of the São Francisco Craton. Rev.Bras.Geoc., 12(1-3):268-277.
- TEIXEIRA, W. (1985) A evolução geotectônica da porção meridional do Cráton do São Francisco, com base em interpretações geocronológicas. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 207p.
- TEIXEIRA, W.; FONSECA, A.C.; POUPEAU, G.; PADILHA, A.V.; ZAPPARELLI, L.H.; KAWASHITA, K.; KHOURY, M.C. (1985) Esboço da evolução tectônica da parte sul do Cráton do São Francisco: uma interpretação com base nos dados Rb-Sr, K-Ar, Pb-Pb e traços de fissão. 3^o Simp.de Geol.de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, *Anais*, p.28-44.
- TEIXEIRA, W.; JORDT EVANGELISTA, H.; KAWASHITA, K.; TAYLOR, P.N. (1987) Complexo granulítico de Acaiaca, MG: idade, petrogênese e implicações tectônicas. 4^o Simp.de Geol.de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, *Anais*, p.58-71.
- THORPE, R.I.; CUMMING, G.L.; KRSTIC, D. (1984) Lead isotope evidence regarding age of gold deposits in the Nova Lima District, Minas Gerais, Brazil. Rev.Bras.Geoc., 14(3):147-152.

- TOLBERT, G.E. (1964) Géology of the Raposos gold mine, Minas Gerais, Brazil. *Econ.Geol.*, 59(5):775-798.
- UHLEIN, A. (1982) Geologia e mineralizações de cromita e itabiritos da região de Serro, MG. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 189p.
- UHLEIN, A.; ASSIS, L.C.; DARDENNE, M.A. (1983) As mineralizações de ouro e cromita da sequência vulcano-sedimentar do Serro, MG. 2º Simp.de Geol.de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, *Anais*, p.306-320.
- VARAJÃO, C.A.C.; BOULANGÉ, B.; CARVALHO, A. (1989) A jazida de Macaquinho e a questão da idade das jazidas de bauxita do Quadrilátero Ferrífero, MG. 5º Simp.de Geol.de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, *Anais*, p.21-25.
- VAZ DE MELO, M.T.; BORBA, R.R.; COELHO, W.A. (1986) O Distrito Ferrífero de Itabira: minas do Cauê, Concelção, Dois Córregos, Periquito, Onça, Chacrinha e Esmeril. In: Schobbenhaus, C. & Coelho, C.E.S. (coords.) Principais depósitos minerais do Brasil, DNPM-CVRD e CPRM, Brasília, p.7-28.
- VIAL, D.S. (1988) Mina de ouro da Passagem, Mariana, Minas Gerais. In: Schobbenhaus, C. & Coelho, C.E.S. (coords.) Principais depósitos minerais do Brasil, DNPM-CVRD e CPRM, Brasília, p.421-430.
- VIAL, D.S. (1988) Mina de ouro de Culabá, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: Schobbenhaus, C. & Coelho, C.E.S. (coords.) Principais depósitos minerais do Brasil, DNPM-CVRD e CPRM, Brasília, p.413-419.
- VIEIRA, F.W.R. & OLIVEIRA, G.A.J. (1988) Geologia do Distrito Ferrífero de Nova Lima, Minas Gerais. In: Schobbenhaus, C. & Coelho, C.E.S. (coords.) Principais depósitos minerais do Brasil, DNPM-CVRD e CPRM, Brasília, p.377-391.
- VILLAÇA, J.N. (1981) Alguns aspectos sedimentares da Formação Moeda. SBG, Núcleo Minas Gerais, Belo Horizonte, Bol., 2:93-137.
- WAHLE, C.W. (1943) Estudos de alguns minérios de ouro dos municípios de Santa Bárbara, Caeté e Mariana, Minas Gerais. Lab. Prod. Min., Rio de Janeiro, Bol., 8:71-82.
- WIEDEMANN, C. & SCHORSCHER, H.D. (1978) Zinco nas rochas ultrabásicas e nos cromititos da região de Itabira, Minas Gerais, Brasil. XXX Cong.Bras.Geol., Recife, PE, *Resumos*, p.211-212.
- WYMAN, D.A. & KERRICH, R. (1989) Noble metal and Au-related trace element abundances of Archean shoshonitic lamprophyres: significance for gold mineralization. GAC-MAC, Ann. Meeting, Vol. 14 (Program with Abstracts), p. A46, Geol. & Mineral. Assocs., Canada, Montreal.

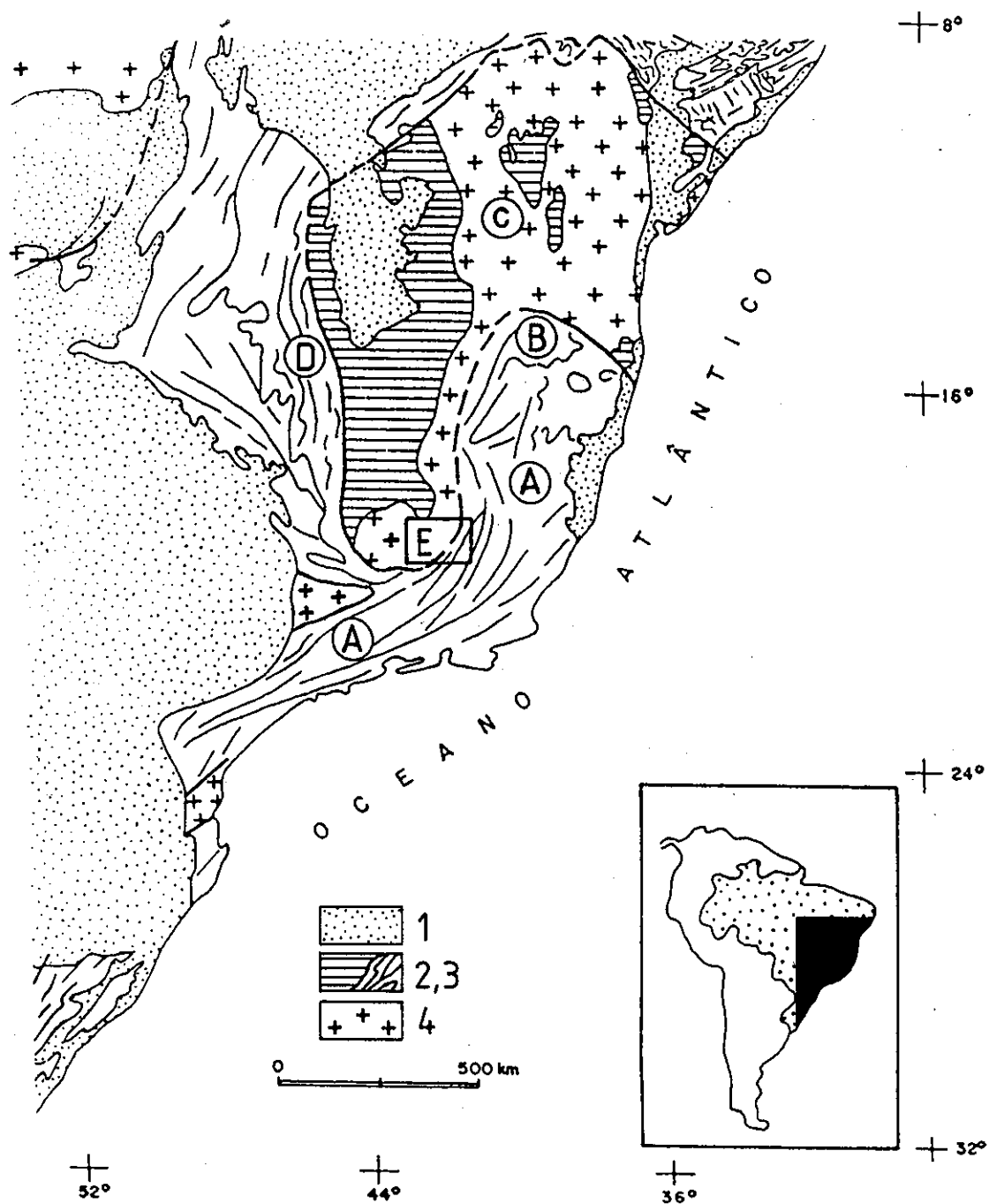


Figura 1 - A área da excursão (E) no quadro geotectônico do Brasil Oriental. 1 - Coberturas fanerozoicas; 2 - Coberturas intracratônicas (SGr. São Francisco) e 3 - faixas móveis: Ribeira (A); Araçuaí (B); Brasília (D), correlacionadas ao Ciclo Brasileiro (Proterozóico Superior); 4 - Crátões pré-Brasileiros: Cráton do São Francisco (C); (modificado de Schobbenhaus e Campos, 1984).

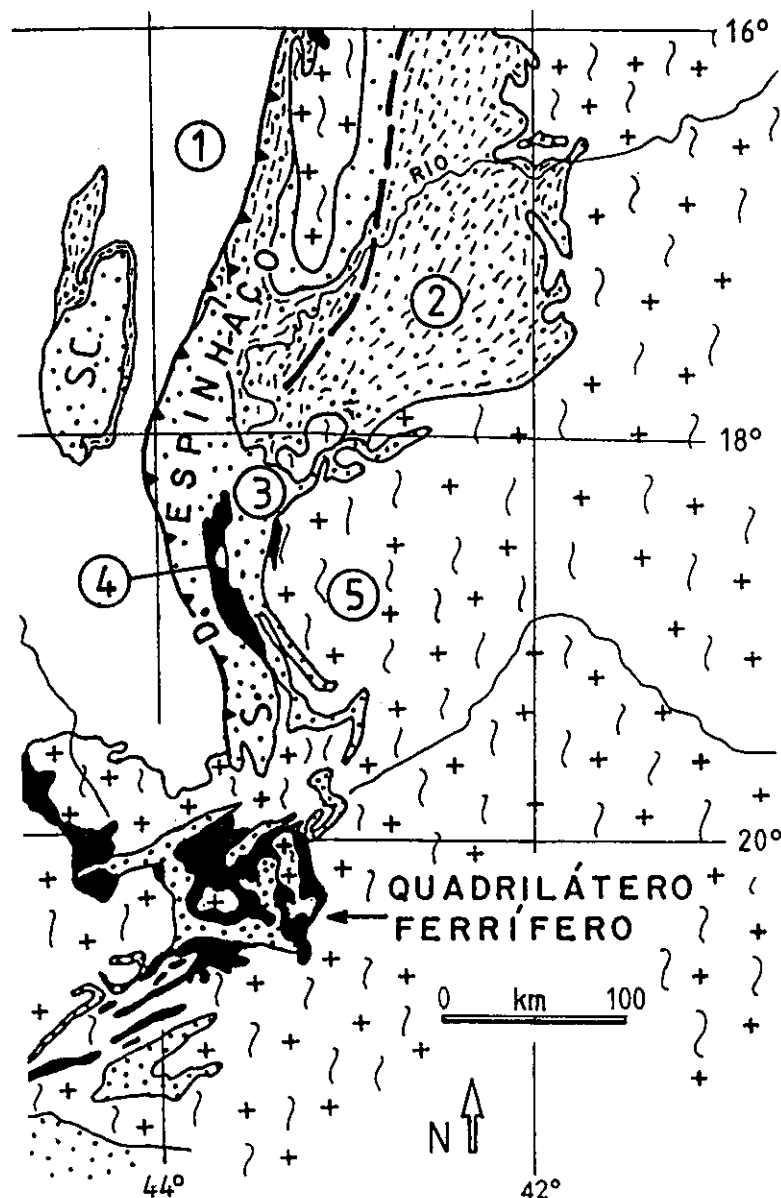


Figura 2 - Esboço geológico da borda SE do Cráton do São Francisco. (1) - Coberturas intracratônicas sedimentares do Proterozóico Superior, Gr. Bambuí/SGr. São Francisco; (2) - Gr. Macaúbas/SGr. São Francisco, a W, e séries metamórficas da faixa Araçuai, na região ENE; (3) - Coberturas metassedimentares do Proterozóico Médio e Inferior: SGr. Espinhaço e Minas nas serras do Cabral (S.C.), Espinhaço e no Quadrilátero Ferrífero, e Grs. São João Del Rei e Andrelândia a S do Quadrilátero Ferrífero; (4) - Seqüências vulcano-sedimentares ("greenstone belts") arqueanas; (5) - Terrenos graníticos-migmatíticos arqueanos e proterozóicos, policíclicos; incluem granulitos e unidades supracrustais, metamórficas (modificado de Inda et al., 1984).

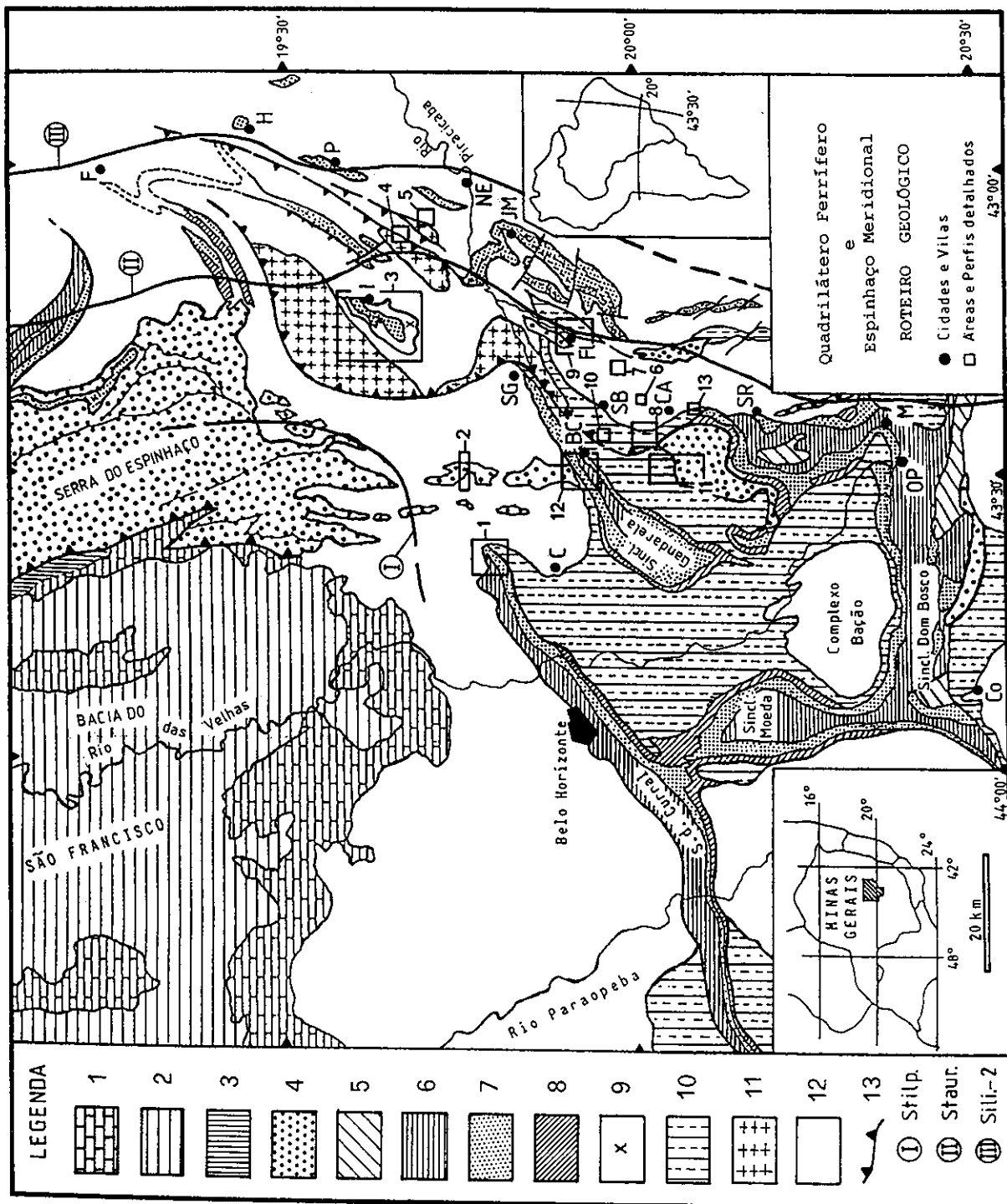


Figura 3 - Mapa geológico esquemático da região da excursão: Serra do Espinhaço meridional, Quadrilátero Ferrífero e regiões adjacentes (modificado de Schorscher, 1988 e Schorscher et al., 1982).

Legenda: 1 - rochas carbonáticas e 2 - pelíticas e metapelíticas, Gr. Bambuí; 3 - metagrauvacas, metasilitos e ritmitos, Gr. Macaúbas (1-3: SGr. São Francisco); 4 - quartzitos e metaconglomerados (SGr. Espinhaço); 5 - quartzitos e metaconglomerados, Gr. Itacolomi; 6 - quartzitos, filitos, metagrauvacas, Gr. Piracicaba; 7 - itabiritos e rochas carbonáticas, Gr. Itabira; 8 - quartzitos, metaconglomerados e xistos, Gr. Carajá; 9 - xistos máficos e pelíticos, Sequência de Xistos Verdes (5-9: SGr. Minas); 10 - sequência vulcano-sedimentar do "greenstone belt" - Rio das Velhas (SGr. Rio das Velhas); 11 - granitóides Borrachudos; 12 - terrenos graníticos-migmatíticos arqueanos e proterozóicos policíclicos; incluem para-gnaisses e restos de seqüências vulcano-sedimentares; 13 - falhas de empurrão; zonas metamórficas: I - limite superior de estabilidade do estiplonmelano; II - aparecimento da estauroilita; III - aparecimento de silimanita + feldspato potássico.

Áreas e perfis detalhados: 1 - Santuário da Piedade; 2 - SGr. Espinhaço; 3 - Distrito Ferrífero de Itabira; 4 - Mina de Esmeraldas Belmont; 5 - Garimpo de Esmeraldas Capoeirana; 6 e 7 - Domo TTG de Santa Bárbara; 8 - Vale do Córrego Quebra Osso e Serra da Boa Vista; 9 - Distrito de Florália; 10 - Mina São Bento; 11 - Perfil da Serra/Colégio do Carajá; 12 - Perfil do Sindical Gandarela - Serra das Cambotas; 13 - Garimpo de ouro do Morro da Água Quente.

Cidades e Vilas: BC - Barão de Cocais; C - Caeté; CA - Catas Altas; Co - Congonhas; F - Ferros; FI - Florália; H - Hematita; I - Itabira; JM - João Monlevade; M - Mariana; NE - Nova Era; OP - Ouro Preto; P - Pícarão; SB - Santa Bárbara; SG - São Gonçalo do Rio Abaixo; SR - Santa Rita Durão.

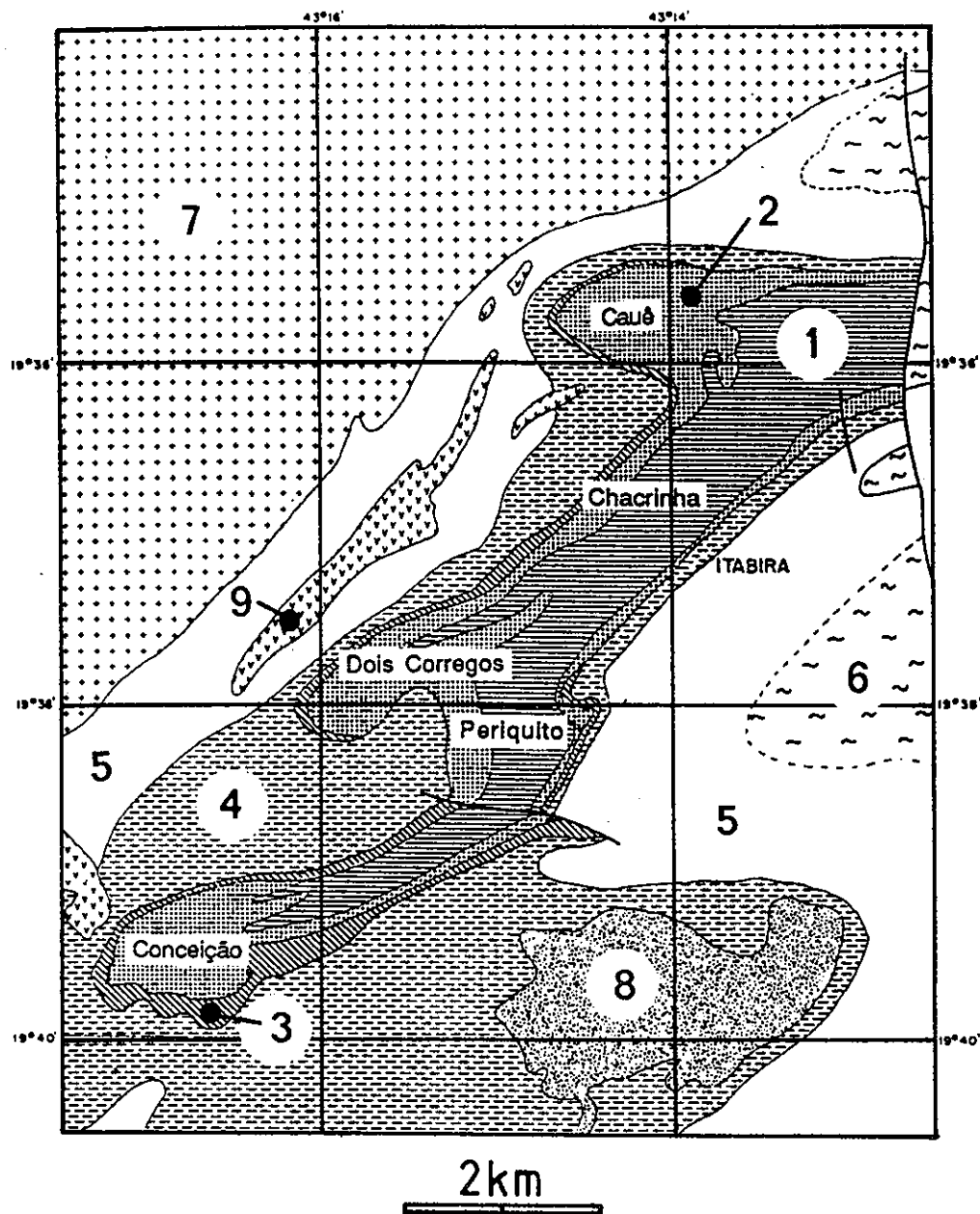


Figura 4 - Mapa geológico esquemático do Distrito Ferrífero de Itabira, seg. Schorscher e Guimarães (1976).
 Legenda: 1 - Gr. Piracicaba; 2 - Gr. Itabira; 3 - Gr. Caraça; 4 - Seqüência de Xistos Verdes; 5 - Seqüência de Paragneisses (1-5; SGr. Minas, vide Tabela 3); 6 - Complexo migmatítico arqueano; 7 - Granitóides Borrachudos; 8 - corpos metaultramáficos; 9 - "anfibolitos diabasóides".

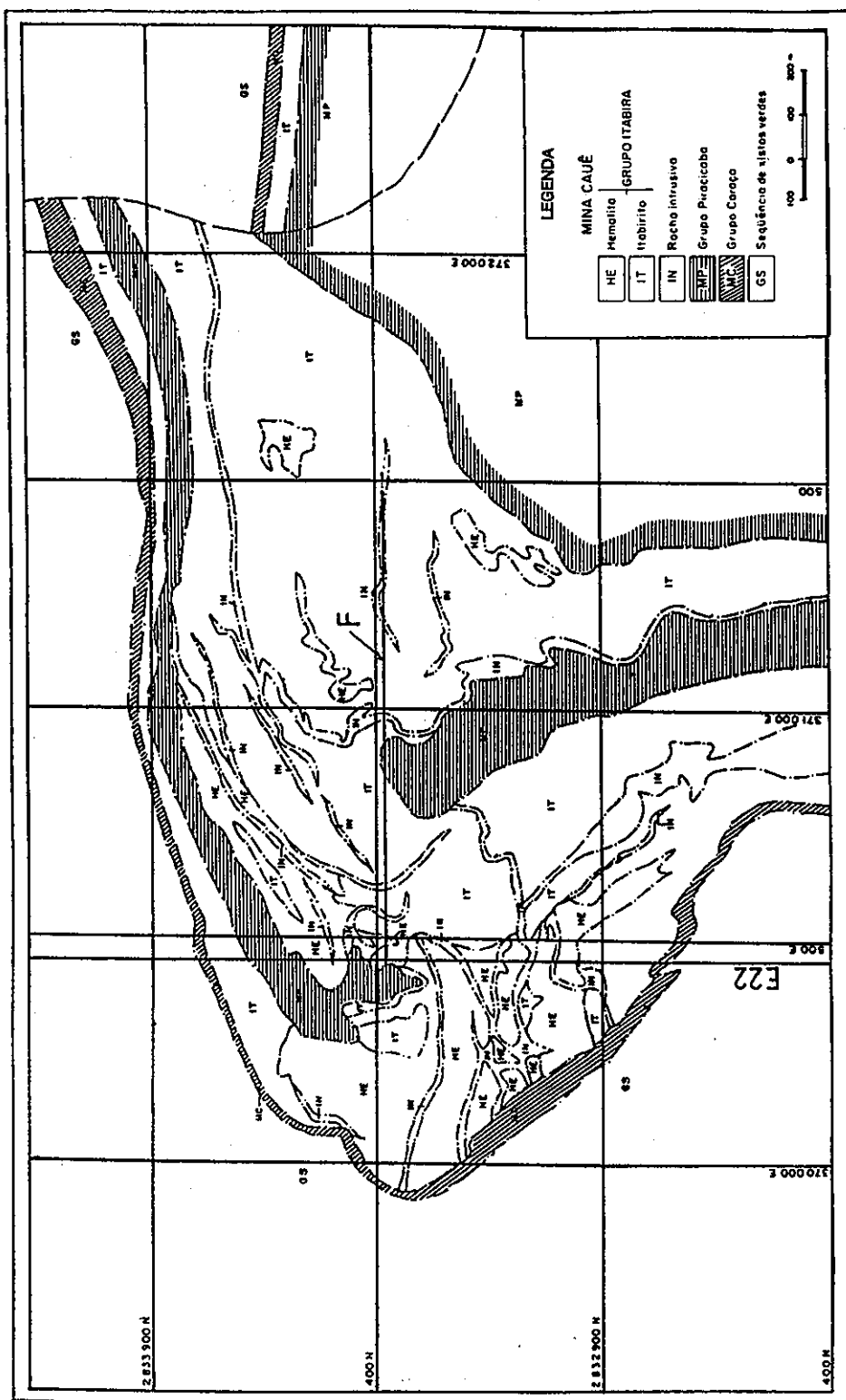


Figura 5 - Mapa geológico esquemático da mina do Cauê, Distrito Ferrífero de Itabira (CVRD, 1982; in: Schorsch et al., 1982; Schorsch, 1988).

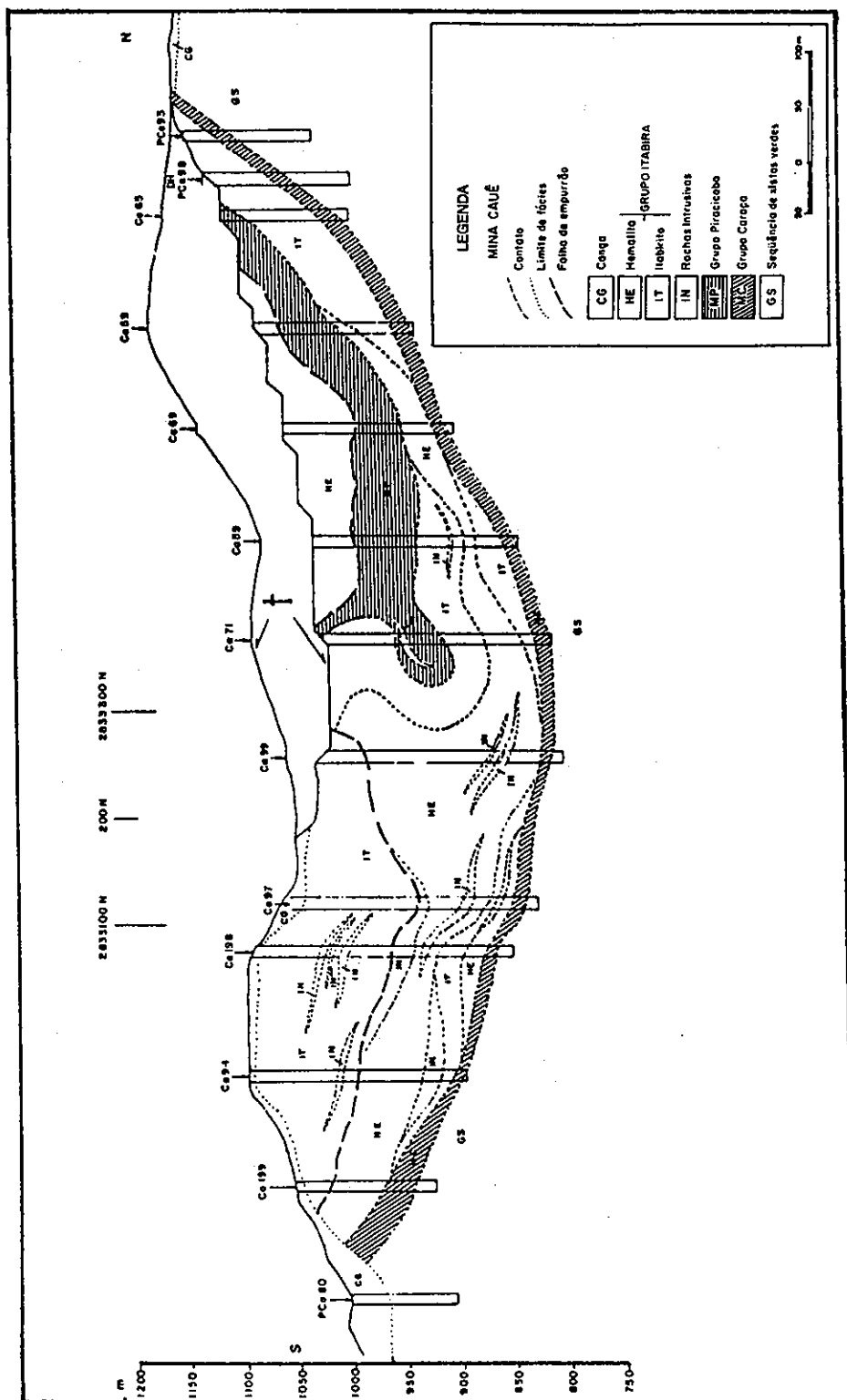


Fig. 6 - Seção geológica transversal (E 22, Fig. 5) da mina do Cauê; t = Topografias: original - natural e artificial - da cava da mina a céu aberto; Distrito Ferífero de Itabira (CVRD, 1982; in: Schorsch et al., 1982; Schorsch, 1988).

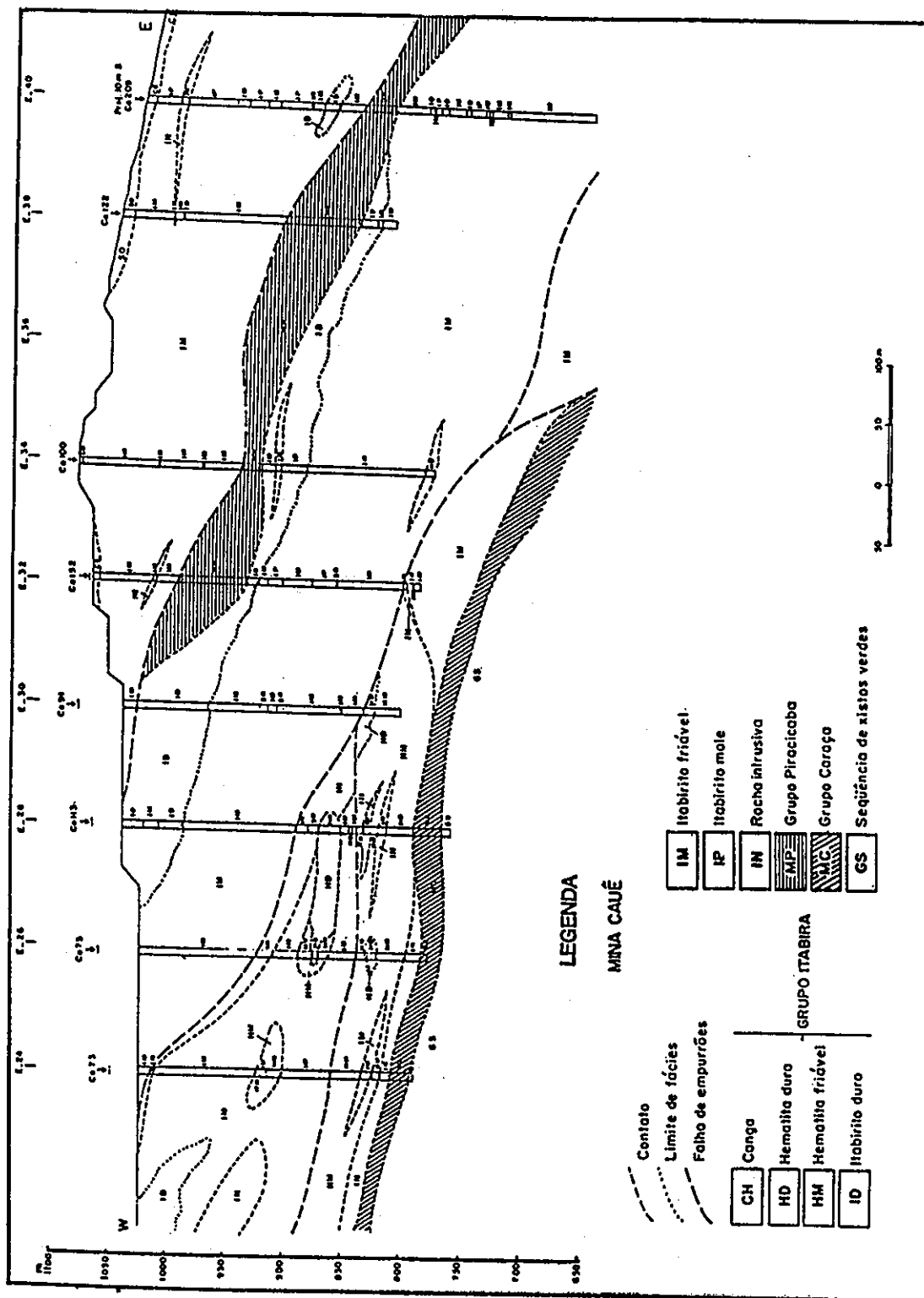


Figura 7 - Seção geológica longitudinal (F, Fig. 5) da mina do Cauê; Distrito Ferrífero de Itabira (CVRD, 1982; in: Schorsch et al., 1982; Schorsch, 1988).

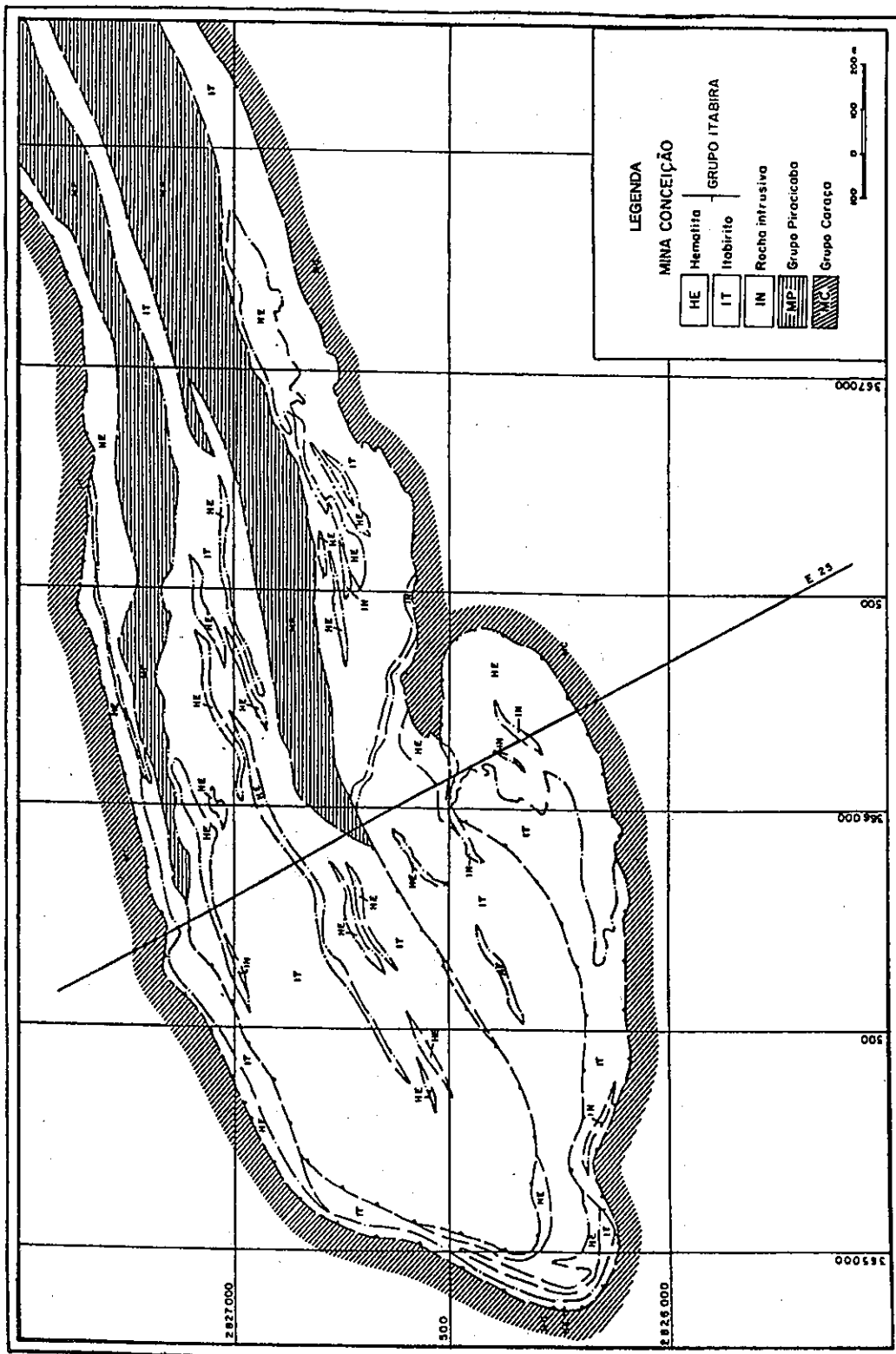


Figura 8 - Mapa geológico esquemático da mina Conceição; Distrito Ferrífero de Itabira (CVRD, 1982; in: Schorsch et al., 1982; Schorsch, 1988).

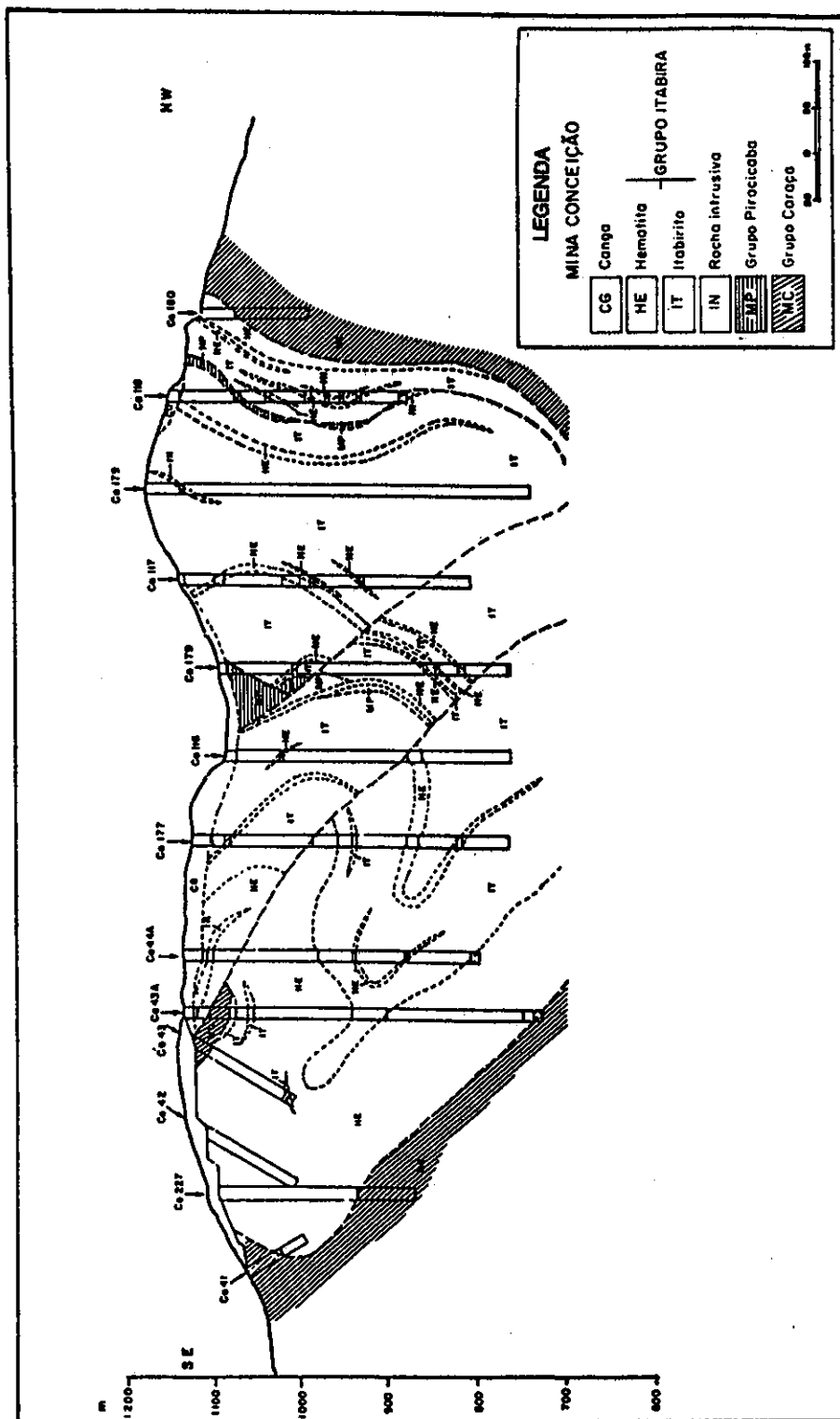


Figura 9 - Seção geológica transversal (E 25, Fig. 8) da mina Conceição; Distrito Ferrífero de Itabira (CVRD, 1982; in: Schorsch et al., 1982; Schorsch, 1988).

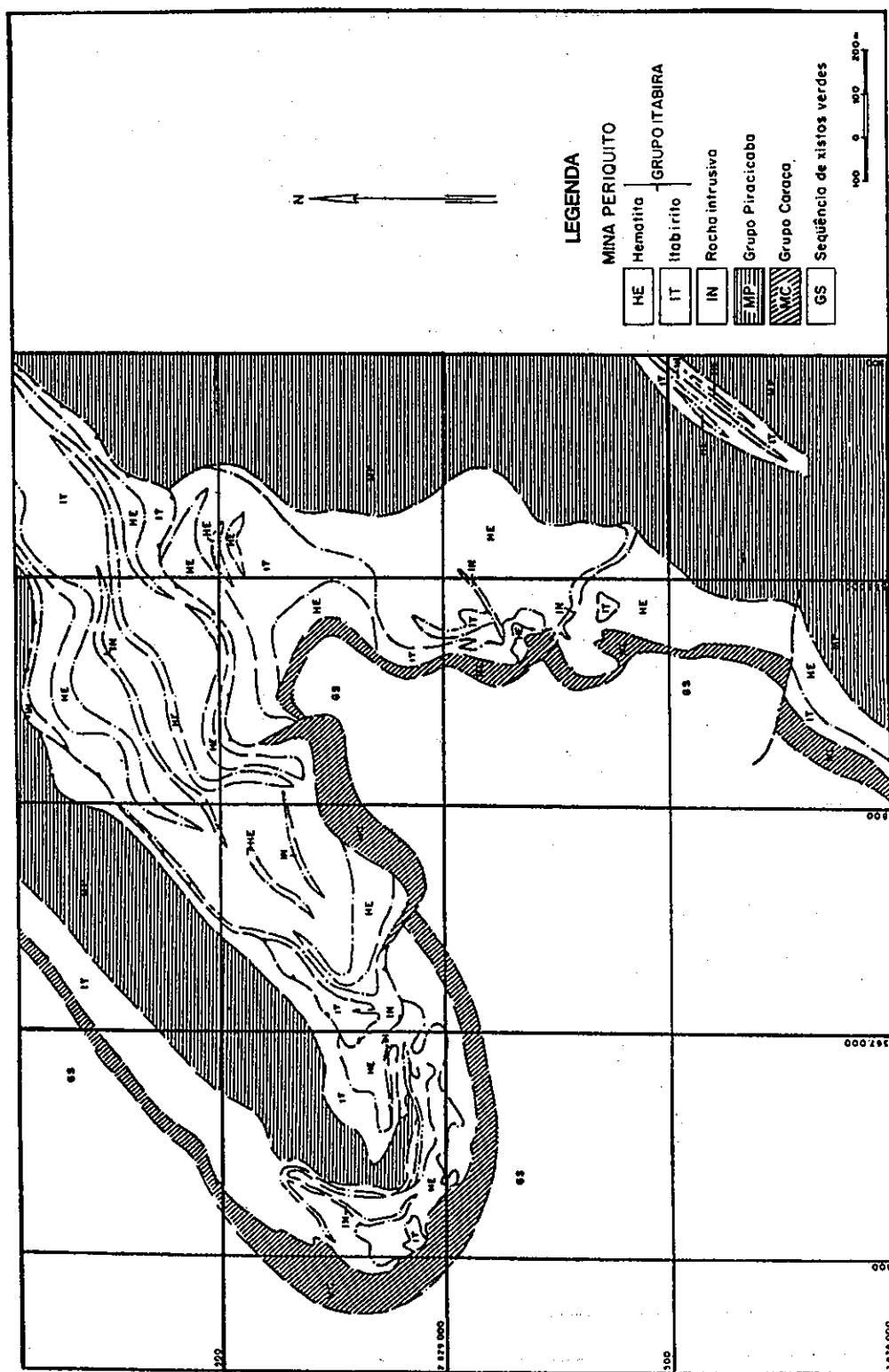


Figura 10 - Mapa geológico esquemático do sinclinal Dois Córregos e da mina Periquito (Fig. 4); Distrito Ferrífero de Itabira (CVRD, 1982; in: Schorsch et al., 1982; Schorsch, 1988).

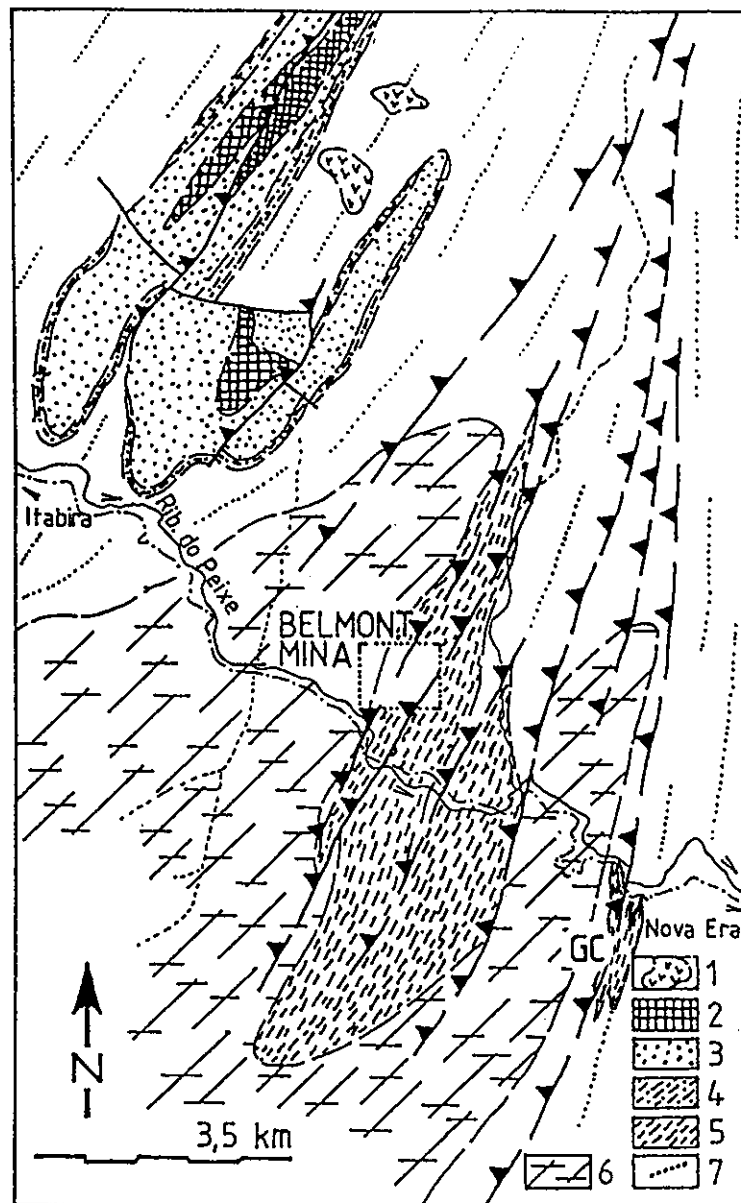


Figura 11 - Mapa geológico regional-esquemático das jazidas de esmeraldas da mina Belmont e do garimpo Capoeirana. Legenda: 1 - basaltos termometamórficos não deformados precambrianos; 2 - itabiritos e metacherts, Fm. Cauê, Gr. Itabira; 3 - quartzitos e quartzo-muscovita xistos com cianita, Fm. Moeda, Gr. Caraça; 4 - xistos metapelíticos com granada +/- estauroлита e grafitosos, Seqüência de Xistos Verdes; 5 - seqüências vulcano-sedimentares de Belmont e Capoeirana; 6 - granitóides Borrachudos; 7 - gnaisses, migmatitos e granitóides leucocráticos, não subdivididos: incluem paragnaisses e rochas polimetamórficas arqueanas. As direções das foliações principais estão indicadas (linhas pontilhadas).

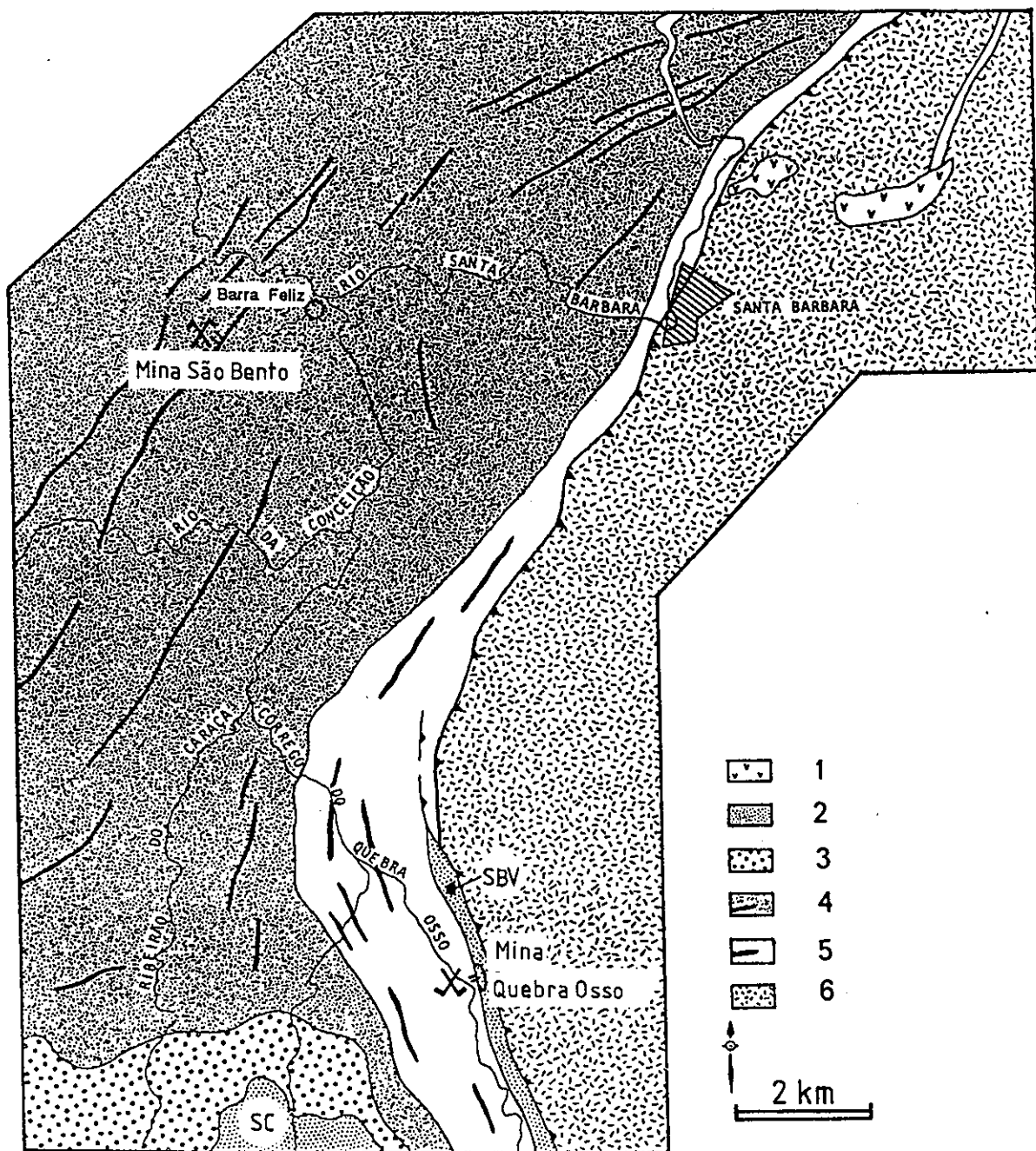


Figura 12 - Mapa geológico esquemático do "greenstone belt" Rio das Velhas na região de Santa Bárbara (seg. Schorscher et al., 1982). Legenda: 1 - "anfíbolitos diabasóides"; 2 - SGr. Espinhaço na Serra do Caraça (SC) e Seqüência da Serra da Boa Vista (SBV); 3 - Gr. Maquiné; 4 - Gr. Nova Lima com níveis de bif.; 5 - Gr. Quebra Osso com níveis de bif.; 6 - Complexo TTG do Domo de Santa Bárbara.

Tabela 1 - Dados geoquímicos de rochas s.i. graníticas arqueanas; elementos maiores (M.E.) em % em peso e elementos traços (T.E.) em ppm, por grupos:

A - rochas TTG típicas; B e C - rochas TTG retrabalhadas com feldspatização potássica progressiva; BG - granitóides Borrachudos.

Número de análises por grupo entre parênteses (...); os dados com * para Li e Cs são médias de 8 análises; n.a. = não analisado (Schorscher, 1988).

M.E.	A (39) Na ₂ O/ K ₂ O > 1,50	B (43) Na ₂ O/ K ₂ O 1,50-0,75	C (15) Na ₂ O/ K ₂ O ≤ 0,75	BG (46)
SiO ₂	72,08	71,99	71,71	75,04
TiO ₂	0,34	0,28	0,32	0,18
Al ₂ O ₃	15,67	14,20	13,86	12,30
Fe ₂ O ₃ Tot.	2,52	1,48	2,61	2,27
MnO	0,04	0,03	0,04	0,03
MgO	0,87	0,68	0,74	0,12
CaO	2,35	1,34	0,92	0,31
Na ₂ O	4,88	3,89	3,00	3,27
K ₂ O	2,13	3,92	5,22	5,23
F	0,09	0,05	0,09	0,16

T.E.(ppm)	A (39)	B (43)	C (15)	BG (46)
Ba	499	827	790	346
Rb	96	161	241	297
Sr	394	256	155	42,6
Pb	24,3	36,2	38	48,3
Th	9,1	23,5	33,1	44,1
U	2,7	7,6	8,3	5,0
Nb	13,9	16,3	18,7	66,4
La	34,3	46,6	49,5	214
Ce	68,3	64,2	97	278
Y	23,7	35	31	156
Zr	154,4	160,5	183	424
V	43,5	30,5	28,7	8,1
Cr	10,6	10,3	13,3	<5
Ni	22,3	15,5	9,9	5,4
Co	60,5	62	48	66,3
Cu	11,3	9,9	7,2	9,2
Li	37 *	41,4 *	25 *	13,7 *
Cs	n.a.	n.a.	n.a.	2,0 *

Ratios				
Na ₂ O/K ₂ O	2,29	0,99	0,57	0,62
K/Rb	184	202	180	146
K/Ba	35	39	55	125
K/Sr	45	127	280	1019
Rb/Sr	0,24	0,63	1,55	6,97

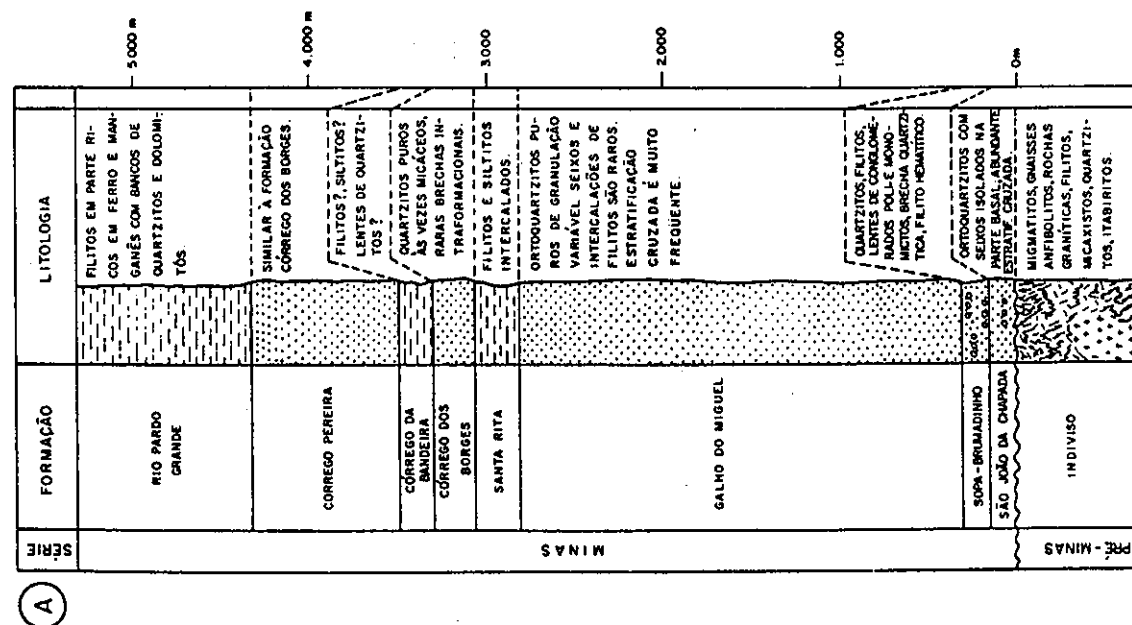
Tabela 2 - Coluna estratigráfica simplificada e litologias principais do SGr. Rio das Velhas seg. Schorschner com dados de Dorr (1969) e Ladeira (1980); (Inda et al., 1984).

SUPER-GRUPO	GRUPO	FORMAÇÃO	LITOLOGIA	AMBIENTE DEPO-SICIONAL	ESPESSURA APROX EM METROS
CINTURÃO DE ROCHAS VERDES (GREENSTONE BELT) RIO DAS VELHAS	MAQUINÉ	CASA FORTE	QUARTZITOS MACIÇOS E XISTOSOS SERICÍTICOS E CLORÍTICOS COM NÍVEIS INTERCALADOS DE SERICITA E CLORITA-XISTOS E FILITOS. QUARTZITOS, EM PARTE CLORÍTICOS E SERICÍTICOS COM LENTES DE CONGLOMERADOS INTRAFORMACIONAIS MONO- E POLIMÍTICOS (SEIXOS DE "METACHERT", BF-FÁCIES CARBONÁTICA, QUARTZO DE VEIO, QUARTZITO, XISTOS, FILITOS, METAMÁFICAS E (?) METAULTRAMÁFICAS) COM PIRITAS DETRÍTICAS E ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE PORTE DECIMÉTRICO.	DEPÓSITOS TIPO MOLASSA	>600
		PALMITAL	SERICITA-QUARTZO-XISTOS E FILITOS COM MICAS VERDES (CROMÍFERAS) ÀS VÉZES GRAFITOSOS E SUBORDINADAMENTE COM PIRITA E MAGNETITA. LENTES DE QUARTZITOS E GRAUVACAS.		~600 A. AUSENTE ~1400 MÁX
	NOVA LIMA	INDIVISO	FILITOS EM GRANDE PARTE CLORÍTICOS, CLORITA-XISTOS, SERICITA-XISTOS, METAPELITOS EM GERAL, METAGRAUVACAS MÁFICAS, METAMÁFICAS DE ORIGEM VULCÂNICA E SUB-VULCÂNICA, METAULTRAMÁFICAS, INTERCALAÇÕES DE FORMAÇÕES FERRÍFERAS (BIF TIPO "ALGOMA") DE FÁCIES CARBONÁTICA, SULFETADA, OXÍDICA E SILICÁTICA, FORMAÇÕES MANGANESÍFERAS, "METACHERT", FERRUGINOSO, XISTOS GRAFITOSOS, DOLOMITOS, QUARTZITOS. RAROS CONGLOMERADOS BMOAIS COM SEIXOS E BLOCOS DE FORMAÇÃO FERRÍFERA EM MATRIZ METAPELÍTICA. ESTRUTURAS DE DEFORMAÇÃO GRAVITACIONAL ("SLUMPING" E "SLIDING").	LOCAL PREDOMINAM CONDIÇÕES DE ÁGUAS PROFUNDAS, DEPÓSITOS TIPO "FLISCH", SEDIMENTOS QUI- MICOS E ATIVIDADES VULCÂNICA E PÓS-VULCÂNICA (HIDROTHERMAL-EXALATIVA) SUBAQUÁTICA.	>4000
	QUEBRA OSSO	INDIVISO	ULTRAMÁFICAS (KOMATIITOS PERIDOTÍTICOS) A MÁFICAS EFUSIVAS E COM TEXTURAS MACIÇAS METAMÓRFICAS (F. XISTOS VERDES MÉDIO A ANFIBOLITO INFERIOR) C/RARAS INTERCALAÇÕES DE FORMAÇÕES FERRÍFERAS (BIF TIPO "ALGOMA") E "METACHERT" PREDOMINAM DERRAMES MACIÇOS COM DISJUNÇÃO POLIEDRAL, "GUERLONDAS" DE "SPINIFEX" E BRECHAÇÃO NAS PARTES BASAL E TOPO, LAVAS BRECHADAS. OCORREM LAVAS ALMOFADADAS, "SPINIFEX", E ROCHAS ULTRAMÁFICAS PIROCLÁSTICAS E AFANÍTICAS (EX-HIALINAS?).	VULCANISMO ULTRAMÁFICO A MÁFICO SUBAQUÁTICO	>600 MÁX.
CONTATO BASAL (?) TECTÔNICO COM AS LITOLOGIAS DO COMPLEXO MIGMATITO GRANULÍTICO DE MINAS GERAIS.					

Tabela 3 - Colunas estratigráficas simplificadas e litologías principais do SGr. Minas: A - no Quadrilátero Ferrífero, seg. Dorr (1969) com modificações; B - no Distrito Ferrífero de Itabira, seg. Schorsch (1975a) e Schorsch & Guimarães (1976); (Inda et al., 1984).

ESPESSURA APROX. EM METROS	AMBIENTE DEPO-SICIONAL	LITOLOGIA	FORMAÇÃO	GRUPO	SUPER-GRUPO
> 1000 ?	"MOLASSE" PARALÍCO ?	ORTOQUARTZITOS, QUARTZITOS, FILITOS QUARTZOSOS, FILITOS, QUARTZITOS C/ SEIXOS, CONGLOMERADOS.	INDIFERENCIADO	ITACOLOMI	MINAS
> 3000	FLYSCH ? EUGEOSSINCLINAL	CLORITA-XISTOS, FILITOS CLORÍTICOS, METATUFOS, GRAUVACAS, CONGLOMERADOS, QUARTZITOS, ITABIRITOS.	SABARA	PIRACICABA	
150 LOCAL-TIPO	SEDIMENTOS DE COBERTURA DE "SHELF" ESTÁVEL	FILITOS E FILITOS GRAFITOSOS	BARREIRO	PIRACICABA	
125 LOCAL-TIPO	//	ORTOQUARTZITO	TABOES	PIRACICABA	
410 LOCAL-TIPO	//	FILITOS QUARTZOSOS, FILITOS DOLOMÍTICOS, DOLOMITOS SLICIFICADOS.	FÉCHO DO FUNIL	PIRACICABA	
~ 600 MÁX. A 150 MÍN.	//	FILITOS, SERICITA - QUARTZITOS, QUARTZITOS E FILITOS FERRUGINOSOS, "METACHERT" CONGLOMERADOS, DOLOMITOS.	CERCA-DINHO	SEQ. DE XISTOS VERDES	
~ 600 MÁX. A AUSENTE	//	DOLOMITOS, CALCÁRIOS, ITABIRITOS DOLOMÍTICOS, XISTOS-DOLOMÍTICOS E ITABIRITOS MANGANESES, FILITOS, ITABIRITOS, XISTOS VERDES.	GANDA-RELA	SEQ. DE XISTOS VERDES	
~ 500 MÁX. A 50 MÍN.	//	ITABIRITOS, ITABIRITOS DOLOMÍTICOS, FILITOS, DOLOMITOS, XISTOS VERDES.	CAUÊ	SEQ. DE XISTOS VERDES	
~ 250 MÁX. A AUSENTE	//	FILITOS, FILITOS GRAFITOSOS, "METACHERT", ITABIRITOS.	BATAIAL	INDIFERENCIADO	
~ 1000 MÁX. A 50 MÍN.	"SHELF" ESTÁVEL	FÁCIAS PARALÍCO: ORTOQUARTZITOS, QUARTZITOS, CONGLOMERADOS; FILITOS FÁCIAS DE BACIA: SERICITA-QUARTZITOS, FILITOS QUARTZOSOS, QUARTZITOS.	MOEDA	INDIFERENCIADO	
COMPLEXO MIGMATITO - GRANULÍTICO DE MG.					MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	PARAGNAISES	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	CLORITA ± QUARTZO ± PLAGIOCLÁSIO ± BIOTITA ± MOSCOVITA ± CARBONATO ± ANFIBÓLIO - XISTOS C/ INTERCALAÇÕES DELGADAS DE QUARTZITOS, TURMALINOS E SULFETOS DISSEMINADOS. TÓPO DA SEQ. GRAFITOSQ; BASE MAIS ARENOSA	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	METAGRAUVACAS, METARCÓSEOS, PARAGNAISES COM INTERCALAÇÕES DE MOSCOVITA-QUARTZO-XISTOS, QUARTZITOS MICÁCEOS, CLORITA E/OU BIOTITA-QUARTZO-XISTOS, CALCOSILICÁTICAS E "WHITE SCHISTS"	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
COMPLEXO MIGMATITO - GRANULÍTICO DE MG.					MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS	INDIFERENCIADO	SEQ. DE XISTOS VERDES	MINAS
INDIFERENCIADO	INDIFERENCIADO	MIGMATITOS, GNAISSES METATÉTICOS, GRANULITOS, ANFIBOLITOS POLIMETAMÓRFICOS E INTRUSIVAS S.L. GRANÍTICAS			

Tabela 4 - Coluna estratigráfica simplificada e litologias principais do SGr. Espinhaço: A - na região de Diamantina, seg. Pflug (1968); B - das extremidades meridionais da Serra do Espinhaço (Serra do Cipó), seg. Schorschner (1975a) (modificado de: Inda et al., 1984).



B

SUPERGRUPO	GRUPO	FORMAÇÃO	LITOLOGIA
ARQUEANO	INDIVISO	—	COMPLEXO MIGMA-TITO GRANULÍTICO DE MINAS GERAIS.
SEQUÊNCIA DE XISTOS VERDES	INDIVISO	—	CLORITA-CLORITA - ALBITA-QUARTZO, QUARTZO-CLORITA, QUARTZO-XISTOS, SERICITA-E SERICITA - QUARTZO-XISTOS / FILITOS DERIVADOS DE TUFO, TUFTOS E VULCANITOS (?) MÁFICOS A ÁCIDOS SUBORDINADAMENTE XISTOS E FILITOS METAPELÍTICOS GRAFÍTICOS E XISTOS METAPELÍTICOS COM CLORITOIDE
ESPINHAÇO	SÃO JOÃO DA CHAPADA	—	QUARTZITOS MICACEOS OU NÃO, AS VEZES CONGLOMERÁTICOS OU COM SEIXOS ESPARSOS NA PARTE BASAL DA SEQUÊNCIA (SEIXOS DE QUARTZO DE VEIO, QUARTZITO, FILITOS / XISTOS) FILITOS E FILITOS HEMATÍTICOS EM NÍVEIS INTERCALADOS
—	SOPA - BRUMADINHO	—	QUARTZITOS, AS VEZES FERRUGINOSOS, GROSSEIROS A FINOS, MICACEOS OU NÃO, COM NÍVEIS DE FILITOS/XISTOS SERICITIZADOS INTERCALADOS E LENTES DE CONGLOMERADOS LOCALMENTE DIAMANTÍFEROS OLIGOMICTOS (FÁCIAS ALTA-MIRA, COM SEIXOS DE QUARTZO DE VEIO E QUARTZITO) E POLIMICTOS (SEIXOS DE ITABIRITOS POBRES E RICOS EM FERRO, MINÉRIOS RICOS EM FERRO, QUARTZITOS, "METACHERT" E MUITO RAROS SEIXOS DE ROCHAS GRANÍTICAS DO EMBASAMENTO).
—	GALHO DO MIGUEL	—	ORTOQUARTZITOS PUROS COM MEGA-ESTRATIFICAÇÕES CRUZADAS (ALTURA ATÉ 100 m E EXTENSÃO ATÉ > 1000 m), LOCALMENTE COM DELGADAS LÂMINAS DE SEM-CITA-XISTOS NOS PLANOS DE ACAMAMENTO

Tabela 5 - Coluna estratigráfica simplificada e litologias principais da Seqüência da Serra da Boa Vista (Proterozóico Inferior) na parte leste do Quadrilátero Ferrífero, seg. Luchesi & Schorsch (1990); Luchesi (1991).

	UNIDADE	LITOLOGIA	AMBIENTE DEPOSICIONAL	ESPESSURA
S E Q U Ê N C I A S E R R A B O A V I S T A	Quartzitos Serra da Boa Vista	Quartzitos puros brancos, quartzitos microconglomeráticos ± sericíticos, quartzitos ferruginosos, quartzo-mica-xistos. Níveis com estratificação cruzada decimétrica. Níveis filíticos mais freqüentes na porção sul da Serra da Boa Vista.	Subaquático Raso	~ 300m
	Metaconglomerados E/W	Metaconglomerado W em lentes descontínuas com estratificação gradacional normal; metaconglomerado E em nível contínuo. Seixos de metachert, matriz quartzo-sericita-moscovita. Pirita localmente abundante, detrítica. Minerais pesados: rutilo e zircão.	Braided Alluvium	W: Ausente a 60m E: 20 a 80m
	Unidade Aurífera da Mina Quebra Osso	Quartzitos micáceos, quartzo-mica-xistos, filitos com intercalações centimétricas de metachert e BIF's pobres; presença de pirita abundante em parte oxidada, grafita e fuchcita; unidade descontínua.	Distal, Redutor	Máximo: 30m
	Metaconglomerado Basal	Metaconglomerado lenticular, descontínuo; seixos de metachert; matriz quartzo-sericita, localmente com fuchcita. Presença de pirita. Aspecto milonítico.	Fan Aluvial	Ausente a ~ 10m
	Quartzito/Filonitos do Contato	Quartzito, quartzito sacaroidal e ferruginoso ± micáceo; descontínuos no contato W; equivalentes a filonitos no contato E.	Proximal e Distal	0,5-8m
Contato tectonizado com Grupo Quebra Osso na porção W e contato tectônico por falha de empurrão inversa, de alto ângulo, na porção E.				

Tabela 6 - Dados geoquímicos comparativos de rochas máficas e ultramáficas: A, B - metalamprófiros; C - metakomatiitos microspinfex (Gr. Quebra Osso); D, E - anfibolitos básicos e intermediários, extrusivos (Gr. Nova Lima); F - anfibolitos "diabasóides"; G - basaltos termometamórficos (não deformados); H - basaltos mesozóicos (Schorscher, 1988 e dados inéditos).

	A	B	C	D	E	F	G	H
Elementos Maiores - % peso								
SiO ₂	48,07	51,39	44,25	51,18	57,02	47,99	48,57	49,11
TiO ₂	3,22	2,19	0,19	1,67	2,26	2,17	1,89	3,49
Al ₂ O ₃	12,89	12,61	5,77	15,21	12,85	13,68	11,69	13,65
Fe ₂ O ₃ tot	14,83	12,41	11,14	13,29	11,29	13,91	15,04	15,16
MnO	0,21	0,20	0,11	0,22	0,19	0,20	0,22	0,20
MgO	4,41	5,00	27,62	5,92	4,35	6,52	9,20	4,56
CaO	9,31	7,15	2,33	9,10	5,96	10,28	10,21	8,21
Na ₂ O	0,10	0,92	0,00	2,26	3,71	1,92	1,94	2,39
K ₂ O	3,64	4,79	0,01	0,27	0,13	0,73	0,47	1,81
P ₂ O ₅	0,43	0,24	0,01	0,18	0,24	0,34	0,36	0,56
PF	2,60	2,75	8,57	0,61	2,00	2,55	0,41	0,86
Elementos Traços - ppm								
Ba	555	202	66	69	393	244	230	748
Rb	183	417	6	1	41	18	17	56
Sr	417	157	10	188	110	355	376	579
Pb	26	20	14	1	6	<2	6	14
Th	16	14	1	10	31	2	7	12
U	12	12	<2	3	0	<2	13	15
Nb	43	27	3	9	6	15	11	27
La	81	69	6	11	0	15	87	142
Ce	98	66	9	6	23	31	211	253
Nd	43	31	n.a.	22	14	n.a.	106	152
Y	40	48	10	19	19	29	28	45
Zr	240	189	13	78	118	139	129	284
V	449	368	123	350	453	345	380	488
Cr	82	141	3.199	122	89	118	238	100
Ni	41	74	1.497	92	115	77	148	60
Co	101	106	54	51	212	54	114	76
Cu	101	20	17	77	45	104	91	146
Zn	146	186	73	115	112	112	107	118
Ga	22	22	n.a.	16	24	20	20	31
Sc	30	51	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	37	27
S	200	70	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	474	1.013

n.a. - não analisado

Anexo 1 - Mapa rodoviário (recorte) com o itinerário da excursão.

