

# SÍNTESE DOS RECURSOS MINERAIS DO CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E FAIXAS MARGINAIS EM MINAS GERAIS

Lydia Maria Lobato & Antônio Carlos Pedrosa-Soares

## ABSTRACT

The organization of the main mineral resources of Minas Gerais State, Brazil, in the São Francisco Craton and its marginal belts permits the establishment of mineral provinces, districts and fields. This has been performed, taking into account the types of resources, their distribution in time and space, and the similar geological contexts of their host rocks. The representation of these units at a scale of 1:2 500 000 is overlain on a base map of regional geological environments, and is the result of an extensive bibliographic survey focussing on this past decade.

The Archæan granite-greenstone terrains in the cratonic domain are host to auriferous mineralizations, the subject of controversy regarding their syn- or epigenetic origins in the rocks of the Nova Lima Group, Quadrilátero Ferrífero. Gold- and sulphide-bearing quartz veins occur in rocks correlative to this Group, in the Pitangui-Pará de Minas, Mateus Leme and Conselheiro Lafaiete regions, respectively at the northwest and south of the Quadrilátero Ferrífero. The two former regions comprise agalmatolitic (massive pyrophyllitic) districts, and the latter is manganiferous. Mylonitic metaconglomerates of the Maquiné Group are mineralized in gold near Capanema. Chromitite *boudinage* lenses are associated with peridotites at Piumhi.

The main mineralizations hosted in metasedimentary cover sequences of the Transamazonian cratonic basement are those of the Quadrilátero Ferrífero Itabirite District. It comprises extensive deposits of high-grade hematite, friable itabirites and weathered hematite, in the Minas Supergroup. Gold-bearing quartz and hematite *boudins* occur in shear zones affecting the itabirites. At Mariana, gold is associated with quartz veins along the contact between the Cauê Itabirite and underlying schists.

Gold and uranium are present in palaeoplacer metaconglomerates in the Gandarela and Ouro Fino Synclines. Quartz veins contain topaz near Ouro Preto. Graphitic lodes occur at Itapicirica. Transamazonian tin-tantalum-lithium-niobium-bearing pegmatites crop out near São João del Rei.

The Neoproterozoic cratonic cover hosts lead-zinc mineralizations in the Bambuí Group rocks in the Januária region. Gas wells are present in places in the sediments of the Bambuí Group. In the Alto Paranaíba region, alluvial diamonds are, in part, considered to be derived from Precambrian metasediments.

In the Araçuaí Belt, chrome occurrences of the Serro meta-ultramafic bodies, with subordinate gold, are significant. Manganese is present in gondites of the Dom Silvério Group. Gold-related hydrothermal mineralization in shear zones is hosted in metavolcanosediments in the granite-gneissic Porteira Complex. Oxide-facies banded iron formations constitute iron ore at Morro do Pilar. Graphitic lodes occur in metamorphic rocks at Pedra Azul. Nickel is associated with meta-ultramafic rocks at Ipanema, in the Atlantic Belt.

Diamond is associated with fluvial metaconglomerate units of the Sopa-Brumadinho Formation of the Espinhaço Supergroup, and is recovered from their alluvial deposits. Gold and quartz occur in hydrothermal veins near Diamantina.

Iron is present in glacial-marine hematitic diamictites of the Macaúbas Group in the Rio Vacaria Valley. In southern exposures of this Group, surficial chemical weathering produces manganiferous laterites. Tungsten occurs in contact aureoles around intrusive granites between Coronel Murta and Itinga.

Pegmatites related to the Brasiliano-age magmatism are divided into six districts, in the Araçuaí, Governador Valadares, Santa Maria de Itabira, Caparaó and Juiz de Fora regions. They are exploited for alexandrite, aquamarine, beryl, emerald, tourmaline, lithium, niobium, tantalum, tin and kaolin.

In the Alto Rio Grande Belt, gold and limestone are present in rocks of the São João del Rei Group. Lode gold is related to shear zones truncating metamorphic rocks of the Andrelândia Group at São Gonçalo do Sapucaí. Nickel, south of Liberdade, and kyanite also occur in the Andrelândia Group.

In the Brasília Belt, the Morro do Ferro Greenstone Belt hosts nickel-copper-cobalt and platinum group elements in gossans associated with komatiitic peridotites near Fortaleza de Minas. At Nova Rezende, it hosts nickel-copper-zinc sulphide mineralizations which occur in fault zones in komatiitic ultrabasics and metasediments, and along the contacts between them. Lead-zinc and phosphate respectively comprise deposits in the Vazante and Lagamar regions, in the Vazante Formation. Gold-bearing *boudins* constitute ore in the Paracatu Formation.

During the last decade, the volume of scientific contributions to the field of study is significant. Discussions on hydrothermal, structurally-controlled shear zone-hosted, and granitoid-related mineralizations are highlighted as the most notable. In particular, the syn- and/or epigenetic relations remain the subject of academic debate.

## INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta o "estado da arte" do conhecimento sobre os recursos minerais da região

do Cráton do São Francisco e suas faixas marginais em Minas Gerais. Representa uma versão modificada e atualizada, com enfoque exclusivo para os recursos minerais encaixados em sequências

do Pré-Cambriano, incluindo os aluvionares e residuais diretamente relacionados, do manuscrito inédito (Lobato & Pedrosa-Soares 1992) preparado a convite da Comissão Organizadora da Reunião Preparatória do II Simpósio do Cráton do São Francisco, realizada em Salvador, Bahia, em maio de 1992, que subsidiou o trabalho de Misi *et al.* (1993).

O texto tem caráter descritivo. Procura agrupar os recursos minerais por tipos de substâncias ou associações de substâncias, e relacioná-los a sequências encaixantes de mesma idade, ainda que os dados geocronológicos sejam insuficientes, não só para indicação de idades de rochas como de mineralizações. Simultaneamente à apresentação dos depósitos minerais, os conjuntos de jazidas, ocorrências e indícios minerais são agrupados, de forma bastante genérica no mapa da Figura 1, em províncias, distritos e campos. A leitura do texto deve ser acompanhada pela consulta constante ao mapa. A presente tentativa lança bases para futuras sínteses e estudos metalogenéticos mais precisos.

A hierarquia, Província → Distrito → Campo Mineral, é inspirada naquela definida por Branco (1984), no Texto Explicativo do Mapa Geológico do Brasil (Schobbenhaus *et al.* 1984). A taxonomia do presente trabalho se prende exclusivamente ao contexto geológico e aos tipos de recursos dominantes. Portanto, as subdivisões propostas são tratadas como unidades minerais e não metalogenéticas, em função da insuficiência de dados quantitativos para esta segunda abordagem utilizada por Branco (1984). Em alguns casos, discussões sobre a gênese dos depósitos são detalhadas na literatura científica citada.

Assim, define-se Província Mineral como uma vasta área de plataforma terrestre, da ordem de  $10^4$  -  $10^5$  km<sup>2</sup>, apresentando ocorrências de uma substância ou associação de substâncias, de interesse econômico, que se relacionam a um determinado tipo de terreno com características geológicas distintas. Distrito Mineral busca indicar um agrupamento, em uma área ainda relativamente ampla de  $10^2$  -  $10^3$  km<sup>2</sup>, de tipos de depósitos com quimismo e geologia semelhantes, contendo um ou mais bens minerais. Campo Mineral engloba jazidas adjacentes umas às outras e confinadas a uma área da ordem de uma dezena de quilômetros quadrados.

Considera-se como Cráton do São Francisco (Almeida 1977), a porção da crosta continental, da parte centro-leste do continente sul-americano, que se comportou de modo relativamente estável face à estruturação das Faixas Móveis Araçuaí, Alto Rio Grande e Brasília que o contornam. A individualização do Cráton foi um processo ocorrido, diacronicamente (vide Fuck *et al.* 1993), durante o Evento Tectônico Brasileiro. O conceito de Cráton do São Francisco foi avaliado por Alkmim *et al.* (1993). O traçado adotado, para os limites do Cráton na Fig. 1, é aquele apresentado por estes últimos autores.

O leitor é dirigido a familiarizar-se com as sínteses de Alkmim *et al.* (1993), Dominguez (1993) e Fuck *et al.* (1993), que resumem detalhes e controvérsias acerca dos limites temporais e aspectos tectônicos da evolução das faixas marginais e coberturas do Cráton do São Francisco. No tocante às mineralizações das faixas marginais, são aqui também consideradas aquelas encaixadas em unidades lito-estratigráficas pré-neoproterozóicas.

A representação gráfica e localização de depósitos minerais baseia-se no Mapa Geológico do Brasil (Schobbenhaus *et al.* 1981, 1984) e nos volumes (1, 2, 3 e 4-A) da coleção Principais Depósitos Minerais do Brasil, editada pelo Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM (Schobbenhaus & Coelho 1981, 1986, 1988; Schobbenhaus *et al.* 1991). O trabalho compreende uma rigorosa revisão bibliográfica, ainda que os autores procurem dar ênfase às publicações dos últimos 10 anos. Quase todas as publicações referenciadas contêm listagens bibliográficas abrangentes. O mapa da Fig. 1 tem como fundo uma delimitação de amplos ambientes geológicos, resultante das proposições ou de interpretação de dados, contidas em: Pereira (1992), Pedrosa-Soares *et al.* (1992), Almeida-Abreu (1993), Dominguez (1993), Fuck *et al.* (1993), Noce *et al.* (1993), Paciullo *et al.* (1993) e Schrank & Silva (1993).

Os complexos gnáissicos, gnáissico-granitóides e de alto grau metamórfico, do leste e sul do Estado, têm sua representação simplificada a partir de Schobbenhaus *et al.* (1981, 1984) e Almeida & Hasui (1984), e encontra-se atualizada por Costa *et al.* (1993).

Neste trabalho, não se focalizou rochas ornamentais, que são extremamente abundantes nos embasamentos do Cráton e das faixas marginais, e importante alvo de exploração econômica. Os materiais cerâmicos merecem igualmente maior atenção, que aqui não foi possível dar.

## MINERALIZAÇÕES RELACIONADAS AO EMBASAMENTO DO CRÁTON

São aqui considerados, no Domínio Cratônico, os recursos minerais relacionados à sequências do Arqueano e Paleoproterozóico. Revisão sucinta e abrangente pode ser encontrada em Nishimura *et al.* (1984).

### 1. Terrenos Granito-Greenstone

As principais mineralizações relacionadas ao embasamento do Cráton são as de ouro no Grupo Nova Lima (do Supergupo Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero), a S-SE de Belo Horizonte, consideradas como de idade arqueana. Distribuem-se entre os depósitos de Bela Fama, Bicalho, Brumal, Capão do Gaia, Carrapato, Córrego do Sítio, Cuiabá, Faria, Juca Vieira, Morro Velho, Paciência, Pari, Raposos, Roça Grande. São Bento.

Santa Quitéria, Tinguá, Urubu, entre outros (Ladeira 1991b), constituindo os Distritos Auríferos de Nova Lima-Caeté (ANLC) e de Barão de Cocais (ABC; Fig. 1).

O ouro concentra-se, nos depósitos de Bela Fama, Bicalho, Morro Velho e Urubu, num xisto quartzo-carbonático conhecido como lapa seca, enquanto que, em Cuiabá, Faria, Raposos e São Bento, hospeda-se em formação ferrífera bandada, sempre associado a níveis sulfetados junto com veios de quartzo ou não. Uma origem singenética para o Au (vulcânica exalativa) tem sido defendida por Vial (1980a, b), Bernasconi (1985) e Ladeira (1988). Ladeira (1991b) menciona que, para os depósitos de Bela Fama, Capão do Gaia, Carrapato, Juca Vieira, Paciência e Tinguá, o controle do ouro se dá em zonas de cisalhamento, sem fornecer detalhes acerca desse processo. Por outro lado, estudos como os de Vial (1988), Belo-de-Oliveira *et al.* (1990), Vieira (1991), Souza Filho & Schrank (1991), têm atribuído essas mineralizações a evento hidrotermal/metamórfico, em zonas de cisalhamento dúctil, relacionadas à estruturas de transcorrência ou cavalgamento, dependendo do depósito. Zonas de alteração clássicas, com carbonatação, cloritização, sericitização e silicificação, descritas para depósitos de ouro em *greenstone belts* em outras partes do mundo (vide Ladeira 1991a), são descritas por Vieira (1991), que aponta sua importância no controle da deposição do Au.

Dados geocronológicos de U-Pb (Machado *et al.* 1992; Machado & Carneiro 1992; Machado & Noce 1993) em vulcânicas félsicas (2776-2772 Ma) do Grupo Nova Lima delimitam período de vulcanismo e sedimentação deste Grupo. As idades contemporâneas a tardias de colocação de granitóides (2780-2776; 2721-2703 Ma), nessa sequência vulcano-sedimentar, relatadas pelos mesmos autores, são compatíveis com o modelo de mineralização de Au em *greenstones* em outras partes do mundo (vide Robert *et al.* 1991; Phillip & Powell 1992). Entretanto, as idades das diferentes mineralizações não são conhecidas.

Rochas peraluminosas, a coríndon-cianita-muscovita, dos Distritos Agalmatolíticos de Pitangui-Pará de Minas (APPM) e Mateus Leme-Esmeraldas (AMLE; Fig. 1), são parte da sequência de xistos arqueanos do Grupo Nova Lima. Estudos de detalhe de Romano (1989, 1993) sugerem que o processo que as deu origem seja resultado de extensa alteração hidrotermal ácida de vulcânicas félsicas, originada por atividade exalativa pós-vulcânica, em condições mesotermiais, com formação de zonas de alteração bem definidas. A esse processo se superimporia um metamorfismo para explicar o aparecimento de cianita e andalusita, com reequilíbrio retrometamórfico tardio (formação de pirofilita). Teixeira & Kuyumjian (1991) sugerem modelo semelhante, envolvendo alteração hidrotermal por fumarolas quentes, em condições epitermais, com

metamorfismo posterior. Entretanto, considerando o aspecto nodular concêntrico de tipos alterados (Romano 1993), cuja mineralogia varia do centro para as bordas, um dos autores (LML) sugere que as mudanças mineralógicas sejam resultantes de variações na composição do fluido e nas relações fluido/rocha.

Nessas rochas peraluminosas, na região de Mateus Leme, e em clorita-epidoto-carbonato-biotita xistos associados, sulfetos disseminados contendo Au podem ter constituído a fonte deste metal, outrora recuperado de aluviões (Antônio W. Romano, comunicação oral).

Em Pitangui, a NW de Pará de Minas, Au está em níveis sulfetados em rochas tufáceas, anfíbolitos, formações ferríferas e quartzo-sericitita xistos, ocorrendo nos depósitos de Pontal, Faina, Satinoco e Turmalina, do chamado *Greenstone Belt* Pitangui. Fazem parte do Grupo Pitangui, considerado como pertencente à sequência correlacionável ao Supergrupo Rio das Velhas. Frizzo *et al.* (1991) consideram os três primeiros como de origem hidrotermal epigenética, com controle estrutural, e o último estratiforme singenético.

No Distrito Manganésífero de Conselheiro Lafaiete (MCL; Fig. 1), rochas sílico-carbonáticas (gonditos-queluzitos), intercaladas com grafita e clorita xistos do Grupo Nova Lima, têm controle estratigráfico/litológico (Grossi-Sad *et al.* 1983).

Seixas (1988) descreve quatro ocorrências de ouro ao sul do Quadrilátero Ferrífero, N-NE de Conselheiro Lafaiete, ao longo do que denomina Lineamento Congonhas. São encaixadas em metavulcano-sedimentos, correlacionáveis ao Grupo Nova Lima (Seixas & Baars 1991), no Trondhjemitó Congonhas e ao longo da transição entre esses dois domínios. Tais ocorrências são controladas por cisalhamentos transcorrentes relacionados à formação do Lineamento, cuja idade tranzamazônica é inferida por Nummer *et al.* (1992), através das relações intrusivas de tonalitos sin-tectônicos, e a partir da idade U-Pb de 2124 Ma (Machado & Noce 1993) em zircões dos mesmos.

De acordo com Menezes & Leonardos (1992), metaconglomerados milonitizados do Grupo Maquiné, estratigraficamente acima do Grupo Nova Lima, contêm ouro relacionado a duas fases de mineralização. Os milonitos constituem a Faixa Maquiné, ocorrendo na Quadricula de Capanema, relacionados à deformação associada ao Sistema de Cavalgamento Fundão.

Na zona limítrofe entre o Cráton do São Francisco e a Faixa Brasília, no sudoeste de Minas Gerais, encontra-se o *Greenstone Belt* Piumhi (Schrank 1982; Schrank & Silva 1993). Encerra mineralização de Cr do Distrito Cromífero de Piumhi (CP; Fig. 1), concentrada na base de uma sucessão de peridotitos serpentínicos e tálcos, com restos de cumulos de olivina e piroxênio diferenciados em rochas básicas, estas representadas por tremolita/actinolita xistos. Estudos geoquímicos indicam que os depósitos de cromita em Piumhi são

do tipo estratiforme, de filiação komatiítica, em ambiente *greenstone belt* arqueano (Pinheiro 1988). Evidências de lavra incipiente de ouro, provavelmente do século XVIII, em rochas do *Greenstone Belt* Piumhi, são reportadas por Schrank & Silva (1993).

## 2. Sequências Metassedimentares no Embasamento do Cráton

As principais jazidas de minério de ferro do Distrito Itabirítico do Quadrilátero Ferrífero (IQF; Fig. 1), da Província Itabirítica de Minas Gerais, são representadas por camadas de itabiritos da Formação Cauê e níveis de menor porte da Formação Gandarela, ambas do Grupo Itabira, do Supergrupo Minas. As principais minas, Águas Claras, Alegria, Capanema, Cauê, Chacrinha, Conceição, Dois Córregos, Esmeril, Mutuca, Onça, Periquito, Pico e Timbopeba, são detalhadamente descritas em Schobbenhaus & Coelho (1986). Os minerais de ferro da fácies oxidada são representados por hematita, magnetita ou martita. Os tipos principais de minério são as hematitas intemperizadas. Controladas por dobramentos e falhamentos, as hematitas são de origem hidrotermal, a partir de itabiritos silicosos. Os itabiritos friáveis e as hematitas intemperizadas são o resultado da concentração de ferro devido à lixiviação de sílica. Os depósitos são consensualmente considerados como sedimentares do Paleoproterozóico. A associação com manganês é comum, e este é recuperado economicamente na Mina de Miguel Congo. Rosière *et al.* (1993) discutem a origem dos minérios de ferro, em itabiritos, baseando-se nas relações de recristalização e deformação.

A SW do Quadrilátero Ferrífero, NE da cidade de Lavras, ocorrências de ferro são conhecidas na Serra de Bom Sucesso, em lentes espessas de itabiritos, onde predominam magnetita parcialmente martitizada e hematita (Quéméneur, 1987a).

Outro bem mineral importante, que pode ocorrer associado aos itabiritos, é o ouro. Na região de Itabira, concentra-se em zonas de cisalhamento caracterizadas por enriquecimento em hematita, remobilização de quartzo e associação com turmalina (Polônia & Souza 1988). Os maiores teores de ouro ocorrem em *boudins* de quartzo e hematita, subparalelos e paralelos à foliação milonítica, sendo considerado como de origem hidrotermal epigenética (Olivo *et al.* 1993). O ouro também ocorre em itabiritos nos depósitos de Gongo Soco (SE de Ceté) e Maquiné (em Mariana) (Ladeira 1988). Na mina de ferro de Pitangui, município de Santa Bárbara, ouro ocorre em falhas internas aos itabiritos da Formação Cauê, no contato com xistos ultramáficos subjacentes (do Grupo Quebra Osso, do Supergrupo Rio das Velhas)

e em falhas nestes últimos (Ribeiro-Rodrigues *et al.* 1992).

Mineralizações de Au no Distrito Aurífero de Ouro Preto-Mariana (AOPM; Fig. 1) associam-se a veios de quartzo-carbonato sulfetados e a turmalinitos que os bordejam. Corpos de minério estão encaixados tanto em quartzo-carbonato-biotita-sericita xisto e filito sericítico, como em rocha carbonática e quartzosa, e podem ser tabulares ou cortarem contatos litológicos com baixo ângulo. Turmalinitos alongam-se subparalelamente à xistosidade das rochas. Para a Mina de Passagem de Mariana, Vial (1988) postula uma origem epigenética, relacionada a sistema de falhas de empurrão que colocam o itabirito da Formação Cauê (capa do minério) em contato com diversas unidades: quartzitos da Formação Moeda (Supergrupo Minas - SGM) ou Grupo Maquiné (Supergrupo Rio das Velhas - SGRV), filitos da Formação Batatal (Grupo Caraça, SGM) ou xistos do Grupo Noya Lima (SGRV). Duarte (1992) retoma a proposta de Vial (1988), realizando estudos mineralógicos detalhados. Origem similar é proposta por Heineck *et al.* (1986) para a Mina de Mata Cavalo. Uma origem singenética, proposta há vários anos por Fleischer & Routhier (1973), é reforçada por Ladeira (1991b) que aponta derivação sedimentar para os turmalinitos e metamórfica para os sulfetos.

Ouro e urânio do Distrito Urano-Aurífero do Gandarela (UAG; Fig. 1) ocorrem em metaconglomerados da Formação Moeda, do Paleoproterozóico, na parte sul do Sinclinal de Gandarela e oeste do Sinclinal de Ouro Fino, sendo que em ambos o Au assume maior importância econômica. No Sinclinal de Moeda, no Campo Uranífero da Serra das Gaivotas (USG), somente urânio é reportado. Uma origem *placer*, similar àquela dos depósitos de Witwatersrand na África do Sul, tem sido apontada por diversos autores (Villaja & Moura 1981; Minter *et al.* 1990; Garayp *et al.* 1991).

Pires (1989) discute a ocorrência de topázio na região de Ouro Preto, que encontra-se no contato entre magnetita-sericita xistos da Formação Gandarela (topo do Grupo Itabira, Supergrupo Minas) e quartzito ferruginoso da Formação Cercadinho (base do Grupo Piracicaba), sugerindo origem hidrotermal relacionada a estágio pneumatolítico de baixa temperatura. Ferreira (1991), abordando as principais lavras da região no Grupo Piracicaba, mostra que os veios contendo topázio estão intimamente ligados à rochas dolomíticas, relacionando-os a evento hidrotermal em fase final de atividade vulcânica.

No Distrito Grafítico de Itapeirica (GI; Fig. 1), filões de grafita tipo *flake* acham-se encaixados em quartzitos, xistos e gnaisses do embasamento migmatítico-granulítico do Complexo Basal Indiferenciado (Branco 1984). A grafita ocorre em lentes e camadas em quartzo-sericita xistos

grafitosos ou não e em quartzitos grafitosos, e sua idade é hoje ainda incerta.

### 3. Plutonismo Ácido

No Distrito Estanífero do Rio das Mortes (*ERM*; Fig. 1), na região de São João del Rei, pegmatitos com Sn-Ta-Li-Nb ocorrem cortando tanto granitóides como gnaisses e anfibolitos do embasamento arqueano/paleoproterozóico, do chamado *Greenstone Belt* Barbacena (Quéméneur 1987b; Bittar 1992). São identificadas duas fases de granitogênese, sendo que os pegmatitos residuais mineralizados são relacionados à fase mais nova que, a exemplo do granito Tabuões, de idade  $1932 \pm 21$  Ma, têm idade estimada de 1950 Ma (idades Rb/Sr; Quéméneur & Vidal 1989). Zonas de alteração estaníferas são descritas para os granitóides de Ritópolis (Pires & Porto Jr. 1986) e São Tiago (Quéméneur 1987b).

### MINERALIZAÇÕES RELACIONADAS ÀS COBERTURAS CRATÔNICAS DO NEOPROTEROZÓICO

Depósitos de Pb-Zn, considerados como do tipo Mississippi Valley por Dardenne (1988) e Pericón (1981), são conhecidos na região de Januária-Itacarambi-Montalvânia, constituindo o Distrito Flúor-Plumbo-Zincífero de Januária (*FPZJ*; Fig. 1), norte de Minas Gerais. Lentes e bolsões cársticos interestratificados em rochas dolomíticas rosadas e sacaroidais do Grupo Bambuí (Supergrupo São Francisco) contêm galena, esfalerita e fluorita. Para Dardenne (1988), tanto a sedimentação carbonática epicontinental quanto as mineralizações são nitidamente controladas pela paleogeografia bacial. Nesse contexto, percolação de fluidos ao longo de uma superfície de emersão, após a litificação das encaixantes carbonáticas, daria lugar às concentrações econômicas. Pericón (1981) considera que a combinação de ambiente fechado, em condições redutoras, com ambiente de mar aberto de plataforma, teria criado condições para mudanças laterais de fácies, propiciando a deposição dos sulfetos e da fluorita.

Iyer (1984), investigando dados de isótopos de Pb em galenas desses últimos depósitos de Pb-Zn, conclui que a proveniência do chumbo para as mineralizações brasileiras é o embasamento transamazônico. Dados de isótopos de enxofre (Iyer *et al.* 1993) indicam diferentes fontes desses dois elementos; sulfetos exibindo valores de S isotópico pesados parecem ter sido gerados pela redução de sulfatos de águas marinhas.

A ocorrência de gás natural em sedimentos do Grupo Bambuí, nos municípios de Buritizeiro (a sudoeste de Montes Claros) e Montalvânia, é descrita por Martins *et al.* (1993), que consideram que as emanações de gás sejam controladas por redes de fraturas.

Embora objeto de controvérsia, Tompkins & Gonzaga (1989) e Gonzaga & Tompkins (1991) consideram que pelo menos parte do diamante aluvionar do Alto Paranaíba seja derivada de rochas pré-cretácicas, justificando a inclusão, nesta síntese, da Província Diamantífera do Alto Paranaíba (*DAP*; Fig. 1), onde são comuns intrusões ultramáficas alcalinas (de afinidade quimberlítica e lamproítica) do Cretáceo. Essa Província se estende da área cratônica, no sentido oeste, adentrando a Faixa Brasília.

### MINERALIZAÇÕES RELACIONADAS ÀS FAIXAS MARGINAIS

#### A- FAIXA ARAÇUAÍ/ATLÂNTICA

A distinção entre terrenos de embasamento e sequências supracrustais da Faixa Araçuaí está relativamente bem delimitada no setor externo (ocidental) mas, tanto na curvatura setentrional como no setor interno (oriental) da Faixa, são ainda duvidosas essas limitações (Inda *et al.* 1984; Pedrosa-Soares *et al.* 1992). Sínteses regionais sobre os recursos minerais das Faixas Araçuaí e Atlântica encontram-se em Araújo *et al.* (1981) e Uhlein *et al.* (1986).

#### 1. Embasamento da Faixa

Os depósitos de Cr do Distrito Cromífero do Serro (*CS*; Fig. 1) e da região ao sul, em Alvorada de Minas, são relacionados a uma miríade de pequenos corpos meta-ultramáficos, que apresentam mais de um nível mineralizado. A mineralização de cromita é tida como do tipo estratiforme pré-metamórfica e apresenta algumas características de depósitos alpinos, interpretadas como resultado de alterações metamórficas de fácies xisto verde (Uhlein 1982). Os corpos ultramáficos considerados, a princípio, como uma suíte do tipo alpino (vide Almeida-Abreu 1993), foram caracterizados por Uhlein (1982) como integrantes de uma sequência vulcano-sedimentar correspondente a provável *greenstone belt* arqueano. Não existem, entretanto, dados geocronológicos, nem uma caracterização geoquímica detalhada.

Mineralizações auríferas estão relacionadas às formações ferríferas fácies carbonato e óxido, intercaladas nas rochas meta-ultramáficas da Sequência Vulcano-Sedimentar do Serro (Assis 1982).

O Distrito Manganêsífero de Saúde (*MS*; Fig. 1), conhecido desde o início do século, é explorado desde a 2ª Guerra Mundial. Gonditos e mangano-cumingtonita xistos constituem o protominério de manganês, e gradam para quartzitos e xistos aluminosos da fácies anfibolito, pertencentes ao Grupo Dom Silvério, de idade controversa. Evidências petrográficas e geoquímicas indicam uma origem sedimentar para os protólitos



manganesíferos (Jordt-Evangelista *et al.* 1990). Entretanto, a ocorrência de rochas metavulcânicas associadas aos gnditos sugere mineralização vulcano-sedimentar (Grossi-Sad, comunicação oral).

Importante depósito mineral do Distrito Aurífero de Porteirinha (APO; Fig. 1), a jazida de Ouro Fino, a SW da cidade de Riacho dos Machados, é associada à sequência metavulcano-sedimentar Grupo Riacho dos Machados, encravada no Complexo Gnáissico-Migmatítico de Porteirinha (Fonseca *et al.* 1991). A Sequência Ouro Fino, hospedeira da mineralização, é composta por xistos aluminosos e quartzo-feldspáticos, com paragêneses minerais compatíveis com as da fácies anfíbolito, exibindo marcante alteração hidrotermal, ao longo de zonas de cisalhamento dúcteis que controlam a mineralização (Fonseca & Lobato 1993). Ocorrem metamáficas e meta-ultramáficas, formando uma faixa que contorna a sequência a SW-S-SE, mas sua relação com o restante da sequência não está estabelecida. Fonseca (1993) sugere que a alteração hidrotermal, mineralização e deformação, entre si associadas, estejam relacionadas ao transporte tectônico de E para W dos gnaisses e granitos, a leste, por sobre a sequência do Grupo Riacho dos Machados.

A idade da mineralização de Ouro Fino é incerta. O embasamento é mais antigo que 2,0 Ga e as zonas de cisalhamento que controlam a mineralização aurífera são cortadas pelas estruturas brasileiras (Fonseca 1993). Ocorrências de ouro em granito cisalhado na região de Monte Azul, intrusivo no mesmo Complexo a cerca de 100 km mais a norte, são relacionadas a empurrões de E para W. Esses cavalgamentos são considerados mais jovens que aqueles da área de Ouro Fino, já que o granito acha-se sobreposto a quartzitos do Supergrupo Espinhaço, fortemente milonitizados (Silva *et al.* 1991).

Os depósitos de minério de ferro do Distrito Itabirítico de Morro do Pilar (IMP; Fig. 1) encontram-se em formações ferríferas bandadas, predominantemente de fácies óxido, do tipo itabirito (Vilela *et al.* 1983; Vilela & Santos 1983; Walde 1986). A maioria dos autores considera esses depósitos como *banded iron formation* (BIF) do tipo Lake Superior, produto de sedimentação em bacia epicontinental, sem associação com vulcanismo (Uhlein 1982; Assis 1982; Dossin *et al.* 1987). Entretanto, Vilela *et al.* (1983) e Vilela & Santos (1983) indicam associação do tipo Algoma. Por apresentarem continuidade com os depósitos itabiríticos do Quadrilátero Ferrífero e vizinhanças, são aqui agrupados na Província Itabirítica de Minas Gerais, de idade paleoproterozóica (Fig. 1).

O Distrito Grafítico do Nordeste de Minas Gerais (GNMG; Fig. 1) encerra grandes depósitos, predominantemente de grafita do tipo *flake*, dentre os quais destaca-se a jazida de Pedra Azul (Branco 1984). Próximo a Salto da Divisa aflora, por cerca de 20 km, uma faixa grafítica com dezenas de

metros de espessura média. Um dos autores (ACPS) caracteriza esta mineralização como controlada por zonas de cisalhamento dúcteis, concordantes ao bandamento dos gnaisses kinzigíticos encaixantes. A idade paleoproterozóica é incerta. O controle estrutural dos depósitos segue o *trend* geral da Faixa Araçuaí, o que é um indicio de que os corpos grafíticos sejam remobilizados no evento brasileiro.

Depósitos lateríticos ocorrem sobre pequenos complexos meta-ultramáficos no Campo Niquelífero de Ipanema (NI; Fig. 1), a cerca de 40 km a leste de Caratinga, em terrenos de alto grau do Complexo Juiz de Fora, na Faixa Atlântica (Angeli & Choudhuri 1985).

## 2. Supergrupo Espinhaço (Mesoproterozóico)

Os recursos minerais mais importantes relacionados ao Mesoproterozóico, na borda oriental do Cráton do São Francisco e Faixa Araçuaí, são os depósitos diamantíferos da Serra do Espinhaço e adjacências (Chaves & Uhlein 1991; Dupont 1991; Haralyi *et al.* 1991; Haralyi & Hasui 1991; Haralyi *et al.* 1992; Chaves *et al.* 1993; Fleischer 1993). Os diamantes da Serra do Espinhaço provêm, principalmente, de *paleoplacers* conglomeráticos da Formação Sopa-Brumadinho, depositados em sistema fluvial de rios entrelaçados associado a leques aluviais. Haralyi *et al.* (1992) e Fleischer (1993) sugerem uma evolução tectônica distensiva para a deposição dos sedimentos aluvionares da Formação Sopa-Brumadinho, que se sobrepõem à Formação São João da Chapada, e que é cortada por falhas sin-sedimentares.

Haralyi *et al.* (1991) subdividem a região diamantífera em províncias, com base em diferentes características dos diamantes e da sua distribuição areal. No presente trabalho, em atenção à hierarquia taxionômica adotada, designou-se Província Diamantífera do Espinhaço ao seguinte conjunto de distritos diamantíferos (Haralyi *et al.* 1991; vide Fig. 1): Campo Sampaio-Datas (DCSD); Extração (DE) onde a proporção de diamantes industriais é elevada (15-20%), ocorrendo diamantes de tamanho até maior que 20 quilates; Itacarambi-Rio Macaúbas (DIRM) que apresenta a maior incidência de diamantes amarelos, alguns carbonados e raras pedras acima de 10 quilates; Grão Mogol (DGM) com seus diamantes apresentando-se em grande proporção corroídos; Serra do Cabral (DSC) que apresenta pequenos diamantes na bacia do atual Rio das Velhas. Para este último Distrito, Gonzaga & Tompkins (1991) atribuem a proveniência, de pelo menos parte de seus diamantes, ao Tilito Jequitai.

Nos Distritos acima referidos, a maior parte da exploração é feita em aluviões e terraços recentes. Em todos eles, mas em proporções muito variadas, o diamante se associa a ouro. Estes Distritos (províncias de Haralyi *et al.* 1991), além de abrangerem áreas com ocorrências do conglomerado Sopa-Brumadinho, englobam inúmeros aluviões diamantíferos relacionados ou

não a cursos d'água que drenam esta Formação. Esta divisão pode refletir, também, a dispersão do diamante causada pela Glaciação Jequitai (Gonzaga & Dardenne 1991). No último caso, deve-se lembrar a garimpagem de diamantes em solos residuais de tilitos, nos arredores de Jequitai.

Além de diamantes, ouro e quartzo, este último em lascas ou hialino, são recursos minerais relevantes nas Serras do Espinhaço e do Cabral. O ouro ocorre em veios de quartzo encaixados em horizontes metapelíticos do Supergrupo Espinhaço. O quartzo constitui importantes depósitos relacionados a zonas de falhas que cortam este Supergrupo (Uhlein *et al.* 1986). Tanto ouro como quartzo podem estar relacionados à tectônica brasileira que afetou o Supergrupo Espinhaço. No caso específico do Au, este posicionamento é indicado por Abreu *et al.* (1992), com base em idades U-Pb (620 Ma) em rutilos associados a veios de quartzo mineralizados da Mina de Mil Oitavas, no município de Diamantina. Esses últimos autores caracterizam tais ocorrências como hidrotermais e relacionáveis a processos de desidratação metamórfica, durante os cavalgamentos brasileiros sobre as rochas do Espinhaço.

### 3. Grupo Macaúbas (Neoproterozóico)

Vilela (1986) descreve as jazidas de minério de ferro do Distrito Ferrífero de Rio Vacaria (FVR; Fig. 1). Metadiamictitos hematíticos apresentam intercalações de quartzitos e xistos, também hematíticos, constituindo um pacote estratificado de origem glácio-marinha. A hematita ocorre na matriz dos diamictitos e estes não contêm clastos de formação ferrífera. A exemplo de mineralizações similares no Brasil (Urucum, Estado do Mato Grosso do Sul) e no Canadá (Raptain), estes depósitos podem ser de origem sedimentar-exalativa.

No extremo sul do Grupo Macaúbas depósitos do Distrito Manganífero da Serra do Cipó (MSC; Fig. 1) se desenvolvem a partir da alteração laterítica da unidade pelítica superposta às fácies diamictíticas (Dossin 1982).

Mineralizações de scheelita do Distrito Tungstênio de Rubelita-Itinga (TRI; Fig. 1) foram descritas por Pedrosa-Soares *et al.* (1983), que também reconhecem a existência de wolframita em veios de quartzo scheelitíferos, na região entre Coronel Murta e Itinga. Monteiro *et al.* (1990) descrevem detalhadamente estas mineralizações de tungstênio e as relacionam com o metamorfismo de contato causado por granitos intrusivos tardi-brasileiros sobre níveis cálcio-silicáticos da Formação Salinas.

### 4. Magmatismo Ácido Brasileiro

Estão associados a este magmatismo inúmeros pegmatitos agrupados na Província Pegmatítica Oriental (PO), que se estende pelas Faixas Araçuaí e Atlântica. O trabalho de síntese de Correia-Neves

*et al.* (1986) apresenta a primeira subdivisão sistemática da Província em unidades metalogenéticas menores. Um exemplo de classificação tipológica detalhada, para fins de geologia econômica, de pegmatitos da Província, é dado por Pedrosa-Soares *et al.* (1990). São as seguintes as subdivisões da Província Pegmatítica Oriental e suas características no Estado de Minas Gerais (algumas subdivisões novas, propostas no presente trabalho, estão assinaladas com asterisco):

- Distrito Pegmatítico de Araçuaí (P2). É caracterizado por pegmatitos encaixados na Formação Salinas (Grupo Macaúbas) e em granitos tardi- a pós-tectônicos nela intrusivos. Os pegmatitos são, em sua grande maioria, corpos tardios derivados de granitos alcalinos, de tendência potássica, originados por fusão crustal ao fim do Ciclo Brasileiro. O distrito se subdivide nos Campos Pegmatíticos de Virgem da Lapa-Coronel Murta-Rubelita (P2A, pegmatitos berilífero-turmaliníferos), Itinga (P2B, pegmatitos estanífero-litíníferos), Ribeirão da Folha (P2C, pegmatitos turmaliníferos ricos em rubelita\*) e Capelinha (P2D, pegmatitos berilíferos\*).

- Distrito Pegmatítico de Governador Valadares (P3). Engloba os Campos Pegmatíticos de Galiléia-Conselheiro Pena (P3A) e Marilac (P3C). No primeiro, os pegmatitos são residuais, derivados de granitos brasileiros, sendo que a grande maioria dos corpos economicamente importantes apresenta diversificada mineralogia, e se encaixam em metassedimentos do Grupo Rio Doce. No campo de Marilac (Golconda), os pegmatitos são anatóticos, isto é, não se relacionam a granitos intrusivos. Geralmente apresentam unidades metassomáticas internas de pequeno volume e se encaixam em complexo gnáissico-migmatítico da Faixa Atlântica, ou em metassedimentos do Grupo Rio Doce, sendo produtores de gemas. A região de São João da Safira é produtora de peças-de-coleção.

- Distrito Pegmatítico de Santa Maria de Itabira (P4). Apresenta pegmatitos encaixados em gnaisses e granitos do Complexo Guanhanês. No Campo de Guanhanês-Sabinópolis (P4A), os pegmatitos estão pouco diferenciados e empobrecidos em lítio, estanho, tântalo e boro (Marciano *et al.* 1991). No Campo de Ferros-Antônio Dias (P4B), os pegmatitos têm mineralogia muito simples e mostram muito fraca atividade metassomática. Marciano *et al.* (1993) indicam o período entre 460 a 580 Ma para a geração desses pegmatitos, com base em datações Rb-Sr e K-Ar. As jazidas de esmeralda e alexandrita, que aí ocorrem, podem refletir interação de fluidos pegmatíticos com rochas ultrabásicas. Segundo Souza (1991), a mineralização de esmeralda ocorre, predominantemente, relacionada a cromita-biotita/flogopita xistos associados a veios pegmatóides quartzo-feldspáticos. Este autor sugere uma origem híbrida, pneumatolítica e hidrotermal, para a esmeralda, enquanto Giuliani *et al.* (1990) relacionam estes depósitos a pegmatitos a água-

marinha/berilo e/ou Nb-Ta-cassiterita, de origem incerta.

- Distrito Pegmatítico do Caparaó (P5). Engloba pegmatitos cerâmicos, anatéticos, encaixados em terrenos de alto grau da Faixa Atlântica (Horn & Correia-Neves 1991) e pegmatitos residuais de mineralogia mais complexa, derivados de granitos tardi-brasileiros do Espírito Santo (Adolf H. Horn, comunicação oral).

- Distrito Pegmatítico de Juiz de Fora (P6). Reúne os pegmatitos cerâmicos, anatéticos, produtores de quartzo e caulim, que se encaixam em terrenos de alto grau no Campo Bicas-Mar de Espanha (P6A).

## B- FAIXA ALTO RIO GRANDE

Karfunkel *et al.* (1984) descrevem a mineralização aurífera em veios de quartzo sulfetados, que se encaixam nos quartzitos da Formação Tiradentes (Grupo São João del Rei), nos arredores desta cidade.

Angeli & Choudhuri (1985) descrevem depósitos niquelíferos lateríticos sobre pequenos complexos meta-ultramáficos, próximos à Liberdade (Campo Niquelífero de Liberdade - NL; Fig. 1), logo a sul do município de Andrelândia, tidos como encaixados no Grupo Andrelândia.

As mineralizações do Distrito Aurífero de São Gonçalo do Sapucaí (ASGS; Fig. 1) estão relacionadas a zonas de cisalhamento no Grupo Andrelândia, onde o ouro ocorre em veios de quartzo com pirita, em pegmatitos nas salbandas biotíticas e disseminado nos gnaisses (Silva *et al.* 1988; Grossi-Sad & Lobato 1991).

São ainda de grande importância nessa Faixa as jazidas de calcário do Grupo São João del Rei e jazidas de minerais refratários (cianita) do Grupo Andrelândia, devido à proximidade de grandes centros industriais e urbanos.

## C- FAIXA BRASÍLIA

Cerca de 100 km a SW de Piumhi, no *Greenstone Belt* Morro do Ferro, o Distrito Cromo-Niquelífero de Fortaleza de Minas (CNFM; Fig. 1) encerra o depósito de Ni-Cu-Co e de elementos do grupo da platina (EGP) de O'Toole, com Au subordinado, constituindo depósito de associação komatiítica (Cruz *et al.* 1986; Taufen & Brenner 1987; Soares *et al.* 1991; Schrank & Silva 1993). O depósito é formado por produtos intempéricos (*gossans* verdadeiros; Taufen & Brenner 1987), derivados de minérios sulfetados a pentlandita, pirrotita, calcopirita e cobaltita. Esta mineralização primária, cumulada, encontra-se na base de derrames peridotíticos komatiíticos, de idade arqueana. O depósito de níquel laterítico de Morro do Níquel vem sendo minerado desde 1962, localizado acima de corpos de peridotitos intrusivos.

Ainda no *Greenstone Belt* Morro do Ferro, cromititos próximos à cidade de Nova Rezende, logo a sudeste de Fortaleza de Minas, pertencentes à

porção leste da Faixa metassedimentar/meta-ultramáfica Jacuí-Conceição de Aparecida, são considerados do tipo podiforme por Roig & Schrank (1992). Carvalho *et al.* (1992) identificam mineralizações sulfetadas a Ni, Cu e Zn na região de Alpinópolis (logo a norte de Nova Rezende, leste de Fortaleza de Minas), que alojam-se em zonas de falhas em derrames komatiíticos e metassedimentos, e nos contatos entre eles, atribuindo tais concentrações a eventos relacionados a cisalhamento e metamorfismo. Mincato *et al.* (1992) comparam esses depósitos com os de O'Toole e, com base em estudos mineralógicos, concluem que as condições de fugacidade de O<sub>2</sub> em O'Toole foram mais altas, o que poderia explicar os maiores teores de Ni, Cu, Co e EGP neste último depósito.

Os limites do Cráton do São Francisco, adotados por Alkmim *et al.* (1993), encerram as formações Vazante e Paracatu (em parte) no interior da área cratônica. No presente trabalho, (como em muitos outros encontrados na literatura corrente, vide Fuck *et al.* 1993), estas formações são descritas como intensamente afetadas pela tectônica brasileira e por isto, serão aqui tratadas no âmbito da Faixa Brasília.

Importantes jazidas de chumbo, zinco e fosfato encontram-se na Formação Vazante, do Neoproterozóico/Mesoproterozóico. Jazimentos de fosfato, economicamente importantes, encontram-se no Distrito Fosfático de Lagamar (FL; Fig. 1), tendo se desenvolvido em diferentes ambientes sedimentares (Dardenne *et al.* 1986; Fusaro *et al.* 1987). Em Lagamar, os depósitos encontram-se em fácies transicionais entre águas rasas e profundas. As primeiras estão associadas com altos na bacia, caracterizados por pequenos biohermas estromatolíticos, desenvolvidos em águas claras, oxidantes e relativamente quentes e agitadas. As fácies profundas são representadas por sequências argilosas espessas depositadas em zonas redutoras. O depósito de Rocinha-Patos de Minas, único atualmente sendo minerado, está associado com sequência detrítica fina, argilosa, fosfática, na qual fosforitos finamente laminados, xistos carbonáticos e/ou glauconíticos e brechas tectônicas apatíticas predominam (Rocha-Araújo *et al.* 1992). Em Lagamar, fácies granulares e intraclásticas retrabalhadas são abundantes.

Os depósitos de Pb-Zn da Formação Vazante (Distrito Plumbo-Zincífero de Vazante - PZV; Fig. 1) foram considerados como do tipo Mississippi Valley por Dardenne (1988). Novas interpretações sugerem ambiente tipo sedimentar-exalativo (SEDEX) para os mesmos (Dardenne, comunicação oral). As minas de zinco de Vazante (Rigobello *et al.* 1988) e de chumbo e zinco de Morro Agudo (Romagna & Costa 1988) respondem pela produção destes metais na região. Os três tipos de minério, sulfetos finos disseminados em clastos dolomíticos ou cimentando estes clastos e minério remobilizado em fraturas, indicam processos de precipitação de



sulfetos (esfalerita e galena), em zonas de maior porosidade, concomitantes a um processo de substituição de cimento e clastos dolomíticos, durante o período diagenético, por circulação de fluidos (Romagna & Costa 1988).

Na Mina de Vazante, os corpos mineralizados apresentam minério willemítico (willemita com hematita associada e pouca galena, esfalerita, cerussita e calcosita), ou minério calaminico. A mineralização relaciona-se a brechas de colapso em folhelhos e dolomitos enriquecidos, tipo Mississippi Valley, com posterior brechiação em zona de falha e enriquecimento por oxidação. Pinho (1990) detalha a evolução tectônica da mineralização de Vazante.

A Formação Paracatu, nas proximidades desta cidade, encerra o Distrito Aurífero de Paracatu (AP; Fig. 1). O ouro ocorre em *boudins* de quartzo, ou como inclusão em sulfetos ou em grãos liberados a partir da decomposição de piritita e arsenopiritita (Zini *et al.* 1988). As rochas hospedeiras são filitos carbonosos, que representam importante controle litoestratigráfico para a mineralização. Freitas-Silva (1991) e Freitas-Silva & Dardenne (1992) detalham o controle estrutural, em zonas de cisalhamento, da mineralização aurífera de Morro do Ouro.

## COMENTÁRIOS FINAIS

A distribuição de recursos minerais, agrupados em províncias, distritos e campos minerais, é apresentada em mapa na escala 1:2.500.000 (Fig. 1). Contudo, a delimitação de unidades metalogenéticas demandaria não só informações detalhadas sobre gênese dos depósitos, como também a integração de dados estratigráficos, tectônicos e geocronológicos. A oportunidade apresentada na preparação de artigos de síntese é particularmente propícia à consolidação de bases e diretrizes para tal tarefa (vide Misi *et al.* 1993).

Especificamente no caso de determinações geocronológicas, a maior parte dos dados Rb-Sr e K-Ar disponíveis são em rocha total e, por si só, não permitem precisar idades de mineralização e de suas encaixantes. Ressalta-se a necessidade da utilização de métodos isotópicos complementares em separados minerais, tais como U-Pb, Sm-Nd e Ar-Ar, além daqueles já mencionados.

O conhecimento acerca dos depósitos e ocorrências minerais na região enfocada cresceu, enormemente, nos últimos 10 anos, fazendo com que nos limitássemos a apenas parte da literatura disponível e, na sua análise e síntese, somente aos aspectos essenciais das mineralizações. É, entretanto, ainda notável a incidência limitada de trabalhos oriundos de empresas de mineração, tanto públicas quanto privadas, na literatura corrente.

Durante a preparação do presente trabalho, que representa uma versão modificada e atualizada daquele que foi apresentado em maio de 1992 durante a Reunião Preparatória para o II Simpósio do Cráton do São Francisco (Lobato & Pedrosa-

Soares 1992), a convite da coordenação, ficou claro que, em contraste com as discussões à época do I Simpósio do Cráton do São Francisco, em 1979, quando as atenções voltavam-se para a caracterização dos terrenos tipo *greenstone belt*, a tônica atual nas discussões acerca da gênese e controle de grande parte dos depósitos em terrenos metamórficos, particularmente nos jazimentos auríferos, coloca-se na questão estrutural: singenéticos versus epigenéticos em zonas de cisalhamento (vide por exemplo, todo o volume do Simpósio Brazil Gold '91; Ladeira 1991a).

Outro aspecto em voga é a investigação da potencialidade metalogenética de terrenos graníticos, limitadamente abordada ao longo da última década.

## AGRADECIMENTOS

Os autores manifestam seu profundo agradecimento ao colega geólogo Maurício Gonçalves Ferreira Jr., da Rio Doce Geologia e Mineração S.A. - DOCEGEO (Belo Horizonte), pela revisão criteriosa do manuscrito. A dedicação e ajuda, durante a revisão do texto, do geólogo Franciscus J. Baars (doutorando da University of Cape Town, África do Sul), são profundamente apreciadas. Agradecem ao Prof. Antônio Gilberto Costa, Diretor do Centro de Pesquisa Manoel Teixeira da Costa (CPMTC-IGC-UFMG), pelas muitas facilidades para que este trabalho chegasse a bom termo. O auxílio de colegas do CPMTC e da Universidade de Brasília, durante discussões, sugestões e indicação de referências bibliográficas, é também reconhecido. Agradecem especialmente ao Dr. Antônio Wilson Romano (CPMTC/IGC/UFMG) e à Geóloga Luciana F. Pereira (GEOBASE), e ainda à Frederico Rosa e Silva pelos desenhos finais e ao estudante Leonardo F. de Faria pelo auxílio na confecção das ilustrações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, F.R.; SANTOS, G.G.V. dos; SCHRANK, A. 1992. Estudo das mineralizações auríferas filonianas da região da cidade de Diamantina/MG. In: CONGR. BRAS. GEOL., 37. São Paulo, 1992, *Boletim de Resumos Expandidos...* São Paulo, SBG-SP. v. 1, p. 229.
- ALKMIM, F.F.; BRITO-NEVES, B.B. de; CASTRO ALVES, J.A. 1993. Arcabouço Tectônico do Cráton do São Francisco. In: DOMINGUEZ, J.M.L. & MISI, A. eds. *O Cráton do São Francisco*. Salvador, SBG-BA,SE/SGM/CNPq. p. 45-62.
- ALMEIDA-ABREU, P.A. 1993. *A Evolução Geodinâmica da Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, Brasil*. Freiburg, 150p. (Tese de doutoramento. Universidade de Freiburg).
- ALMEIDA, F.F. de. 1977. O cráton do São Francisco. *Rev. Bras. Geoc.*, 7(4):349-364.
- ALMEIDA, F.F. de. 1981. O Cráton do Paramirim e suas relações com o do São Francisco. In: SIMP. SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1. Salvador, 1981, *Anais...* Salvador, SBG-BA,SE/SGM. p. 1-10.
- ALMEIDA, F.F.M. de & HASUI, Y. eds. 1984. *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, SP. Editora Edgar Blücher Ltda. 378 p.
- ANGELI, N. & CHOUDHOURI, A. 1985. Ultramafic complexes and associated mineral deposits in the Precambrian of eastern Minas Gerais, Brazil. *Mineral. Deposita*, 20:309-313.

- ARAÚJO, G.A. de; JOAQUIM, O.A. de L.; MELLO, M.P. de; MARTINS JR. P.P.; LITWINSKI, N. 1981. Síntese dos principais recursos minerais do Vale do Jequitinhonha. *Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo Minas Gerais, Bol. 2*. Belo Horizonte, SBG-MG. p. 25-36.
- ASSIS, L.C. de. 1982. *Estratigrafia, Tectônica e Potencialidade Mineral das Unidades Pré-Cambrianas da Região de Serro (MG), Quadricula de Mato Grosso: Contribuição à Controvérsia Minas x Espinhaço*. Brasília, 149 p. (Tese de mestrado, IG/UnB).
- BELO-DE-OLIVEIRA, O.A.; GRECO, S.M.; VIEIRA, B.H. 1990. Alteração hidrotermal relacionada a zonas de cisalhamento dúctil em depósitos auríferos no Quadrilátero Ferrífero. In: CONGR. BRAS. GEOL., 36. Natal, 1990. *Boletim de Resumos...* Natal, SBG-NE. p. 101.
- BERBERT, C.A. 1988. Geologia do Ouro. In: SCHOBENHAUS, C. & COELHO, C.E. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Metais Básicos Não-Ferrosos, Ouro e Alumínio*. Brasília, DNPM/CVRD. v. 3, p. 83-90.
- BERNASCONI, A. 1985. Archaean gold mineralization in Central Eastern Brazil: A review. *Mineral. Deposita*, 20:277-283.
- BITTAR, S.M.B. 1992. Estratigrafia do Complexo Barbacena na região de Caxambu-MG. In: CONGR. BRAS. GEOL., 37. São Paulo, 1992, *Bol. Resumos Expandidos...* São Paulo, SBG-SP. v. 2, p. 133-135.
- BRANCO, P.C. de A. 1984. Principais depósitos minerais: Conceitos, metodologia e listagem. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS D. de A.; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E. eds. *Geologia do Brasil*. Brasília, DNPM/MME. p. 259-419.
- CARVALHO, S.G. de; SOARES, P.C.; MORESCHI, J.B. 1992. Sequência vulcano-sedimentar de Alpinópolis, MG: Sucessão mineral sulfetada e deformação. In: CONGR. BRAS. GEOL., 37. São Paulo, 1992, *Bol. Resumos Expandidos...* São Paulo, SBG-SP. v. 1, p. 250-252.
- CHAVES, M.L. de S.C. & UHLEIN, A. 1991. Depósitos diamantíferos da região do Alto/Médio Rio Jequitinhonha, Minas Gerais. In: SCHOBENHAUS, C.; QUEIROZ, E.T. de; COELHO, C.E.S. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Gemas e Rochas Ornamentais*. Brasília, DNPM/CPRM. v. 4-A, p. 117-138.
- CHAVES, M.L. de S.C.; DUPONT, H.; KARFUNKEL, J.; SVISERO, D.P. 1993. Depósitos diamantíferos de Minas Gerais: Uma revisão. In: SIMP. BRASIL. DE GEOLOGIA DO DIAMANTE, 1. Cuiabá, 1993. *Anais... Cuiabá, UFMT - Publicação Especial 2/93*, p. 79-100.
- CORREIA-NEVES, J.M.; PEDROSA-SOARES, A.C.; MARCIANO, V.R.P. da R.O. 1986. A província pegmatítica oriental do Brasil à luz dos conhecimentos atuais. *Rev. Bras. Geoc.*, 16(1):106-118.
- COSTA, A.G.; ROSIÈRE, C.A.; LOBATO, L.M.; LAUREANO, F.V. 1993. Evolução petrológica e estrutural da Porção Oriental do Estado de Minas Gerais e suas implicações geotectônicas. *Geonomos*, neste volume.
- CRUZ, F.F. da; BRENNER, T.L.; MOREIRA, A.F. de S.; CUNHA, C.A.B.R.; GALLO, C.B.M.; FRANKE, N.D.; PIMENTEL, R.C. 1986. Jazida de Ni-Cu-Co de Fortaleza de Minas, Minas Gerais. In: SCHOBENHAUS, C. & COELHO, C.E.S. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Ferro e Metais da Indústria do Aço*. Brasília, DNPM/CVRD. v. 2, p. 275-306.
- DARDENNE, M.A. 1988. Geologia do chumbo e zinco. In: SCHOBENHAUS, C. & COELHO, C.E.S. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Metais Básicos Não-Ferrosos, Ouro e Alumínio*. Brasília, DNPM/CVRD. v. 3, p. 83-90.
- DARDENNE, M.A.; TROMPETTE, R.; MAGALHÃES, L.F.; SOARES, L.A. 1986. Proterozoic and Cambrian phosphorites - regional review: Brazil. In: COOK, P.J. & SHERGOLD, J.H. eds. *Proterozoic and Cambrian Phosphorites - Reviews (Phosphate Deposits of the World)*. Cambridge, Cambridge Univ. Press. v. 1, p. 116-131.
- DOMINGUEZ, J.M.L. 1993. As Coberturas do Cráton do São Francisco: Uma Abordagem do Ponto de Vista da Análise de Bacias. In: Dominguez, J.M.L. & Misi, A. eds. *O Cráton do São Francisco*. Salvador, SBG-BA/SE/SGM/CNPq. p. 137-159.
- DOSSIN, I. 1982. *Geologia, gênese e controle dos depósitos de manganês associados ao Grupo Macaúbas, na borda ocidental da Serra do Cipó-MG (Área do Inhamé)*. Brasília, 143p. (Tese de mestrado, IG/UnB).
- DOSSIN, T.M.; DOSSIN, I.A.; DARDENNE, M.A. 1987. Geoquímica dos elementos terras raras das formações ferríferas da Serra da Serpentina, Conceição do Mato Dentro, Minas Gerais. *Geochim. Brasiliensis*, 1(2):151-160.
- DUARTE, B.P. 1991. *Contribuição ao Estudo da Geologia do Corpo de Minério Fundão do Depósito Aurífero de Passagem, Mariana, MG*. Rio de Janeiro. 175p. (Tese de mestrado, IGC/UFRJ).
- DUPONT, H. 1991. Jazida aluvionar de diamante do Rio Jequitinhonha em Minas Gerais. In: SCHOBENHAUS, C.; QUEIROZ, E.T. de; COELHO, C.E.S. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Gemas e Rochas Ornamentais*. Brasília, DNPM/CPRM. v. 4-A, p. 139-148.
- FERREIRA, C.M. 1991. Topázio de Ouro Preto, Minas Gerais. In: SCHOBENHAUS, C.; QUEIROZ, E.T. de; COELHO, C.E.S. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Gemas e Rochas Ornamentais*. Brasília, DNPM/CPRM. v. 4-A, p. 303-308.
- FLEISCHER, R. 1993. Um modelo rift para os depósitos sedimentares de diamante do Brasil. In: SIMP. BRASIL. DE GEOLOGIA DO DIAMANTE, 1. Cuiabá, 1993. *Anais... Cuiabá, UFMT - Publicação Especial 2/93*, p. 165-197.
- FLEISCHER, R. & ROUTHIER, P. 1973. The consanguineous origin of a tourmaline-bearing gold deposit: Passagem de Mariana, Brazil. *Econ. Geol.*, 68:11-22.
- FONSECA, E. 1993. *Depósito Aurífero de Riacho dos Machados, Norte de Minas Gerais: Hidrotermalismo, Deformação e Mineralizações Associadas*. Belo Horizonte, 179p. (Tese de mestrado, IGC/UFMG).
- FONSECA, E. & LOBATO, L.M. 1993. Depósito aurífero em zona de cisalhamento na borda leste do Cráton do São Francisco: Riacho dos Machados, Minas Gerais. In: SIMP. SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1. Salvador, 1981, *Anais...* Salvador, SBG-BA/SE/SGM. p. 331-333.
- FONSECA, E.; GUIMARÃES, P.J.; LEAL, E.D.; SILVA, H.M. 1991. The Ouro Fino gold deposit, Minas Gerais, Brazil. In: LADEIRA, E.A. ed. *BRAZIL GOLD '91. THE ECONOMICS, GEOLOGY, GEOCHEMISTRY AND GENESIS OF GOLD DEPOSITS*. Belo Horizonte, 1991. *Proceedings...* Rotterdam, A.A. Balkema. p. 499-505.
- FREITAS-SILVA, F.H. 1991. *Enquadramento Litoestratigráfico e Estrutural do Depósito de Ouro do Morro do Ouro, Paracatu-MG*. Brasília, 151 p. (Tese de mestrado, IG/UnB).
- FREITAS-SILVA, F.H. & DARDENNE, M.A. 1992. Evolução estrutural das Formações Paracatu e Vazante na região de Paracatu - MG. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 6. Ouro Preto, 1991. *Rev. Esc. Minas de Ouro Preto*, 45(1,2):57-59.
- FRIZZO, C.; TAKAI, V.; SCARPELLI, W. 1991. Auriferous mineralization at Pitangui, Minas Gerais. In: LADEIRA, E.A. ed. *BRAZIL GOLD '91. THE ECONOMICS, GEOLOGY, GEOCHEMISTRY AND GENESIS OF GOLD DEPOSITS*. Belo Horizonte, 1991. *Proceedings...* Rotterdam, A.A. Balkema. p. 579-583.
- FUCK, R.A.; JARDIM DE SÁ, E.F.; PIMENTEL, M.M.; DARDENNE, M.A.; PEDROSA-SOARES, A.C. 1993. As faixas de dobramentos marginais do Cráton do São Francisco: Síntese dos conhecimentos. In: DOMINGUEZ, J.M.L. & MISI, A. eds. *O Cráton do São Francisco*. Salvador, SBG-BA/SE/SGM/CNPq. p. 161-185.
- FUSARO, R.; ALVARENGA, L.C. de; BARROS, L.A.F. de; GROSSI-SAD, J.H.; BARROS, I.V. 1987. Panorama do fosfato em Minas Gerais. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 4. Belo Horizonte, 1987. *Anais...* Belo Horizonte, Bol. 8, SBG-MG. p. 1-31.
- GARAYP, E.; MINTER, W.E.L.; RINGER, F.E.; SIEGERS, A. 1991. Moeda placer gold deposits in the Ouro Fino Syncline, Quadrilátero, Ferrífero, Brazil. In: LADEIRA, E.A. ed. *BRAZIL GOLD '91. THE ECONOMICS, GEOLOGY, GEOCHEMISTRY AND GENESIS OF GOLD DEPOSITS*. Belo Horizonte, 1991. *Proceedings...* Rotterdam, A.A. Balkema. p. 601-608.
- GIULIANI, G.; SILVA, L.J.H.D.; COUTO, P. 1990. Origin of emerald deposits of Brazil. *Mineral. Deposita*, 25:57-64.
- GONZAGA, G.M. & DARDENNE, M.A. 1991. The Jequitai glaciation and the dispersion of diamonds during Upper Proterozoic. In: INTERNATIONAL KIMBERLITE CONFERENCE, 5. Araxá, 1991. *Field Guide Book...* Brasília, CPRM. p. 89-93.

- GONZAGA, G.M. & TOMPKINS, L.A. 1991. Geologia do Diamante. In: SCHOBENHAUS, C.; QUEIROZ, E.T. de; COELHO, C.E.S. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Gemas e Rochas Ornamentais*. Brasília, DNPM/CPRM. v. 4-A, p. 53-116.
- GROSSI-SAD, J.H. & LOBATO, L.M. 1991. Petrology of the Proterozoic host rocks, Andreândia Group, of the gold mineralization of São Gonçalo do Sapucaí, Minas Gerais, Brazil. In: LADEIRA, E.A. ed. *BRAZIL GOLD '91. THE ECONOMICS, GEOLOGY, GEOCHEMISTRY AND GENESIS OF GOLD DEPOSITS*. Belo Horizonte, 1991. *Proceedings...* Rotterdam, A.A. Balkema. p. 427-429.
- GROSSI-SAD, J.H.; PIVA-PINTO, C.; DUARTE, C.L. 1983. Geologia do Distrito Manganêsfero de Conselheiro Lafaiete. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 2. Belo Horizonte, 1983. *Anais...* Belo Horizonte, Bol. 3, SBG-MG. p. 219-234.
- HARALYI, N.L.E. & HASUI, Y. 1991. The Sopa conglomerate in the Diamantina region, Minas Gerais. In: INTERNATIONAL KIMBERLITE CONFERENCE, 5. Araxá, 1991. *Field Guide Book...* Brasília, CPRM. p. 95-100.
- HARALYI, N.L.E.; HASUI, Y.; MORALES, N. 1991. O diamante pré-cambriano da Serra do Espinhaço, Minas Gerais. In: SCHOBENHAUS, C.; QUEIROZ, E.T. de; COELHO, C.E.S. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Gemas e Rochas Ornamentais*. Brasília, DNPM/CPRM. v. 4-A, p. 209-222.
- HARALYI, N.L.E.; MORALES, N.; EBERT, H.D.; HASUI, Y. 1992. O Supergupo Espinhaço na região de São João da Chapada (MG) e seu significado evolutivo. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 6. Ouro Preto, 1991. *Rev. Esc. Minas de Ouro Preto*, 45(1,2):68-70.
- HEINECK, C.A.; RIBEIRO, J.H.; FRANCISCATO, J.A.; SILVA, E.S. da. 1986. As mineralizações auríferas de Mata Cavalo, Minas da Passagem - Mariana- MG. In: CONGR. BRAS. GEOL., 34. Goiânia, 1986. *Anais...* Brasília, SBG-Brasília. v. 5, p. 1932-1937.
- HORN, A.H. & CORREIA-NEVES, J.M. 1992. Campo pegmatítico de Manhauçu-Espera Feliz (porção centro-sul da Província Pegmatítica Oriental, Minas Gerais - Brasil). Enquadramento geológico, mineralogia e geoquímica. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 6. Ouro Preto, 1991. *Rev. Esc. Minas de Ouro Preto*, 45(1,2):196-198.
- INDA, H.A.V.; SCHORSCHER, H.D.; DARDENNE, M.A.; SCHOBENHAUS, C.; HARALYI, N.L.E.; BRANCO, P.C. de A.; RAMALHO, R. 1984. O Cráton do São Francisco e a faixa de dobramentos Araçuaí. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. de A.; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E. eds. *Geologia do Brasil*. Brasília, DNPM/MME. p. 193-248.
- IYER, S.S. 1984. A discussion on the lead isotope geochemistry of galenas from Bambuí Group, Minas Gerais-Brazil. *Mineral. Deposita*, 19:132-137.
- IYER, S.S.; KROUSE, H.R.; BABINSKY, M. 1993. Isotope investigations on carbonate rocks hosted lead-zinc deposits from Bambuí Group, Minas Gerais - Brazil: Implications for ore genesis and prospect evaluation. In: SIMP. SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO: SUA EVOLUÇÃO TECTÔNICA E METALOGENÉTICA, 2. Salvador, 1981, *Anais...* Salvador, SBG-BA/SE/SGM. p. 338-339.
- JORDT-EVANGELISTA, H.; ROESER, H.; CARMO, V.E.F. do. 1990. Sobre o manganês do Distrito de Saúde e suas rochas encaixantes (Grupo Dom Silvério), Minas Gerais. *Rev. da Esc. de Minas de Ouro Preto*, 43(4):36-43.
- KARFUNKEL, J.; NOCE, C.M.; MONTEIRO, A.M.F. 1984. Nota sobre as ocorrências auríferas da região de São João del Rei, MG. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33. Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG-RJ. v. 7. p. 3997-4005.
- LADEIRA, E.A. 1988. Metalogenia dos depósitos de ouro do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: SCHOBENHAUS, C. & COELHO, C.E. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Metais Básicos Não-Ferrosos, Ouro e Alumínio*. Brasília, DNPM/CVRD. v. 3, p. 301-375.
- LADEIRA, E.A. ed. 1991a. *Brazil Gold '91: The Economics, Geology, Geochemistry and Genesis of Gold Deposits*. Belo Horizonte, 1991. *Proceedings...* Rotterdam, A.A. Balkema. 823 p.
- LADEIRA, E.A. 1991b. Genesis of gold in Quadrilátero Ferrífero: a remarkable case of permanency, recycling and inheritance - a tribute to Djalma Guimarães, Pierre Routhier and Hans Ramberg. In: LADEIRA, E.A. ed. *BRAZIL GOLD '91. THE ECONOMICS, GEOLOGY, GEOCHEMISTRY AND GENESIS OF GOLD DEPOSITS*. Belo Horizonte, 1991. *Proceedings...* Rotterdam, A.A. Balkema. p. 11-30.
- LOBATO, L.M. & PEDROSA-SOARES, A.C. 1992. Esboço metalogenético do Cráton do São Francisco e faixas marginais nos Estados de Minas Gerais, Goiás, Espírito Santo e Rio de Janeiro. REUNIÃO PREPARATÓRIA DO II SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO. Salvador, maio 1992. SBG-BA/SE, inédito. 18 p.
- MACHADO, N. & CARNEIRO, M.A. 1992. U-Pb evidence of Late Archean tectonothermal activity in the southern São Francisco Shield, Brazil. *Can. Jour. Earth Sciences*, 29:2341-2346.
- MACHADO, N.; NOCE, C.M.; LADEIRA, E.A.; BELO-DE-OLIVEIRA, O.A. 1992. U-Pb geochronology of Archean magmatism and Proterozoic metamorphism in the Quadrilátero Ferrífero, southern São Francisco Cráton, Brazil. *Geol. Soc. America Bull.*, 104:1221-1227.
- MACHADO, N. & NOCE, C.M. 1993. A evolução do setor sul do Cráton do São Francisco entre 3,1 e 0,5 Ga baseada em geocronologia U-Pb. In: SIMP. SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO: SUA EVOLUÇÃO TECTÔNICA E METALOGENÉTICA, 2. Salvador, 1981, *Anais...* Salvador, SBG-BA/SE/SGM. p. 100-102.
- MARCIANO, V.R.P. da R.O.; CORREIA-NEVES, J.M.; SVISERO, D.P.; QUINTÃO, N.H.; SILVA, L.C.T. 1991. Pegmatitos do bordo sudeste do Cráton do São Francisco, em Minas Gerais: localização, características morfo-estruturais e mineralogia. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 6. Ouro Preto, 1991. *Rev. Esc. Minas de Ouro Preto*, 45(1,2):199-201.
- MARCIANO, V.R.P. da R.O.; SVISERO, D.P.; CORREIA-NEVES, J.M. 1993. Dados geocronológicos de pegmatitos da borda oriental do Cráton do São Francisco. In: SIMP. SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO: SUA EVOLUÇÃO TECTÔNICA E METALOGENÉTICA, 2. Salvador, 1981, *Anais...* Salvador, SBG-BA/SE/SGM. p. 362-365.
- MARTINS, M.; TEIXEIRA, L.B.; BRAUN, O.P.G.; OLIVEIRA, W.J. de. 1993. Bacia do São Francisco: Uma fronteira exploratória na pesquisa de petróleo do Brasil. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 7. Belo Horizonte, 1993. *Anais...* Belo Horizonte, SBG-MG. No prelo.
- MENEZES, M.G. de & LEONARDOS, O.H. 1992. A ocorrência aurífera no Grupo Maquiné - Quadrilátero Ferrífero - MG. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 6. Ouro Preto, 1991. *Rev. Esc. Minas de Ouro Preto*, 45(1,2):128-130.
- MINCATO, R.L.; CARVALHO, S.G. de; FIGUEIREDO, B.R. 1992. Comparação entre as mineralizações sulfetadas de Fortaleza de Minas (Depósito O'Toole) e Alpinópolis, greenstone belt Morro do Ferro, MG. In: CONGR. BRAS. GEOL., 37. São Paulo, 1992, *Bol. Resumos Expandidos...* São Paulo, SBG-SP. v. 1, p. 252-253.
- MINTER, W.E.L.; RINGER, F.E.; SIEGERS, A. 1990. Early Proterozoic gold placers of the Moeda Formation within the Gandarela Syncline, Minas Gerais. *Econ. Geol.* 85(5):943-951.
- MISI, A.; VIVEIROS-SÁ, P.V.S.; LOBATO, L.M.; PEDROSA-SOARES, A.C. 1993. Os recursos minerais do Cráton do São Francisco e seu contexto geotectônico. In: DOMINGUEZ, J.M.L. & MISI, A. eds. *O Cráton do São Francisco*. Salvador, SBG-BA/SE/SGM/CNPq. p. 187-215.
- MONTEIRO, R.L.B.P.; LEONARDOS, O.H.; CORREIA-NEVES, J.M. 1990. An epigenetic origin for the new scheelite and wolframite occurrences in the Middle Jequitinhonha Valley, Minas Gerais, Brazil. *Rev. Bras. Geoc.*, 20(1-4):68-74.
- NISHIMURA, M.Y.; TANNUS, M.B.; ARAÚJO, A.G. 1984. Síntese dos recursos minerais da Bacia do Alto São Francisco, Minas Gerais. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33. Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG-RJ. v. 8, p. 3562-3575.
- NOCE, C.M.; GROSSI-SAD, J.H.; PEDROSA-SOARES, A.C.; GUIMARÃES, M.L.V.; MOURÃO, M.A.A.; OLIVEIRA, M.J.R.; ROQUE, N.C. 1993. Litoestratigrafia do Grupo Macaúbas na Faixa Araçuaí, Minas Gerais. *Geonomos*, neste volume.
- NUMMER, A.R.; SEIXAS, L.A.R.; BAARS, F.J.; ALMEIDA, M.E.; FERREIRA, A.L.; MARTINS, A.P.S.; MONTEIRO, M.A.S. PAIXÃO, M.A.P.; SIROTTHAU, G.J.C.; TASSO, M.A.L. 1992. Geologia estrutural e petrologia do lineamento Congonhas. microescala do ouro do minério de ferro de Itabira-

- MG. In: CONGR. BRAS. GEOL., 37. São Paulo, 1992. *Bol. Resumos Expandidos...* São Paulo, SBG-SP. v. 2, 353-355.
- OLIVEIRA, G.R.; GAUTHIER, M.; BARDOUX, M.; LEÃO-DE-SÁ, E.; FONSECA, J.T.F.; SANTANA F.C. 1993. A Mina do Cauê: deformação e controle estrutural da mineralização aurífera. In: II Simp. sobre o Cráton do São Francisco, Evolução tectônica e Metalogenética do Cráton do São Francisco. Salvador, 1993. *Anais...* SBG/Bahia-Sergipe/Superintendência de Geologia e Recursos Minerais. 359-361.
- PACIULLO, F.V.P.; RIBEIRO, A.; ANDREIS, R.R. 1993. Reconstrução de uma bacia fragmentada: O caso do ciclo deposicional Andrelândia. In: SIMP. SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO: SUA EVOLUÇÃO TECTÔNICA E METALOGÊNICA, 2. Salvador, 1981, *Anais...* Salvador, SBG-BA/SE/SGM. p. 224-226.
- PEDROSA-SOARES, A.C.; CORREIA-NEVES, J.M.; LEONARDOS, O.H. 1990. Tipologia dos pegmatitos de Coronel Murta-Virgem da Lapa, Médio Jequitinhonha, Minas Gerais. *Rev. Escola de Minas de Ouro Preto*, 43(4):44-54.
- PEDROSA-SOARES, A.C.; COSTA, A.G.; CORREIA-NEVES, J.M. 1983. A mineralização de scheelita nas rochas calcossilicáticas do Médio Jequitinhonha-MG. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 2. Belo Horizonte, 1983. *Anais...* Belo Horizonte, SBG-MG, Bol. 3. p. 297-305.
- PEDROSA-SOARES, A.C.; NOCE, C.M.; VIDAL, P.; MONTEIRO, R.L.B.P.; LEONARDOS, O.H. 1992. Towards a new tectonic model for the Upper Proterozoic Araçuaí (SE Brazil)-west Congollian (SW Africa) belt. *Jour. of South Amer. Earth Sciences*, 6(1,2):33-47.
- PEREIRA, L.F. 1992. *Relações Tectono-Estratigráficas entre as Unidades Canastra e Ibiá na Região de Coromandel, MG*. Brasília, 73 p. (Tese de mestrado, IG/UnB).
- PERICÓN, H.Z. 1981. A paleogeografia do Bambuí Central - Sua relação com as concentrações de Pb-Zn do tipo Mississippi Valley. *Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo Minas Gerais*, Bol. 2. Belo Horizonte, SBG-MG. p. 47-70.
- PINHEIRO, S.O. 1988. *Geologia e Petrologia dos Depósitos de Cromita de Piumhi, MG*. Brasília, 207 p. (Tese de mestrado, IG/UnB).
- PINHO, J.M.M. 1990. *Evolução Tectônica da Mineralização de Zinco de Vazante, MG*. Brasília, 115 p. (Tese de mestrado, IG/UnB).
- PIRES, F.R.M. 1989. Equilíbrio no sistema  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$  aplicado aos depósitos de topázio e cianita de Ouro Preto. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS/ SIMP. GEOL. BRASÍLIA, 5/1. Belo Horizonte, 1989. *Anais...* Belo Horizonte, SBG-MG, Bol. 10. p. 36-40.
- PIRES, F.R.M. & PORTO Jr., R. 1986. A mineralização de Sn-Ta-Nb-Li e o granito Santa Rita, São João del Rei, Minas Gerais. In: CONGR. BRAS. GEOL., 34. Goiânia, 1986. *Anais...* Brasília, SBG-Brasília. v. 5, p. 2023-2034.
- PHILLIPS, G.N. & POWELL, R. 1992. Gold Only Provinces and their Common Features. Canberra, James Cook University of North Queensland, 30p. (Contributions of the Economic Geology Research Unit 43).
- POLÔNIA, J.C. & SOUZA, A.M.S. 1988. O comportamento em microescala do ouro do minério de ferro de Itabira-MG. In: CONGR. BRAS. GEOL., 35. Belém, 1988. *Anais...* Belém, SBG-NE. v. 1, p. 44-57.
- QUEIROZ, E.T. de. 1986. Geologia do cromo. In: SCHOBENHAUS, C. & COELHO, C.E.S. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Ferro e Metais da Indústria do Aço*. Brasília, DNPM/CVRD. v. 2, p. 189-206.
- QUÊMÊNEUR, J.J.G. 1987a. Esboço estratigráfico, estrutural e metamórfico da Serra de Bom Sucesso, MG. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS/ SIMP. GEOL. BRASÍLIA, 5/1. Belo Horizonte, 1989. *Anais...* Belo Horizonte, SBG-MG, Bol. 10. p. 135-148.
- QUÊMÊNEUR, J.J.G. 1987b. Petrography of the pegmatites from Rio das Mortes Valley, southeast Minas Gerais, Brazil. *Rev. Bras. Geoc.* 17(4):595-600.
- QUÊMÊNEUR, J.J.G. & VIDAL, P. 1989. Primeiras datações radiométricas dos granitos da região de São João del Rei (Minas Gerais). In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS/ SIMP. GEOL. BRASÍLIA, 5/1. Belo Horizonte, 1989. *Anais...* Belo Horizonte, SBG-MG, Bol. 10. p. 50-54.
- RIBEIRO-RODRIGUES, L.C.; SILVA, A.M. da; CORGOZINO, D. do V. 1992. A mina de minério de ferro do Pitangui: Exemplo de mineralização de ouro em jacutinga. *Rev. Esc. Minas, Ouro Preto*, 45 (1e 2): 125-127.
- RIGOBELLO, A.E.; BRANQUINHO, J.A.; DANTAS, M.G. da S.; OLIVEIRA, T.F. de; NIEVES FILHO, W. 1988. Mina de zinco de Vazante, Minas Gerais. In: SCHOBENHAUS, C. & COELHO, C.E. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Metais Básicos Não-Ferrosos, Ouro e Alumínio*. Brasília, DNPM/CVRD. v. 3, p. 101-110.
- ROCHA-ARAÚJO, P.R. da; FLICOTEAUX, R.; PARRON, C.; TROMPETTE, R. 1992. Phosphorites of Rocinha Mine-Patos de Minas (Minas Gerais, Brazil): Genesis and evolution of a Middle Proterozoic deposit tectonized by the Brasiliano Orogeny. *Econ. Geol.* 87:332-351.
- ROBERT, F.; SHEAHAN, P.A.; GREEN, S.B. eds. 1991. GREENSTONE GOLD AND CRUSTAL EVOLUTION. Val d'Or, Québec, 1991. *Workshop Proceedings...* St. John's, Newfoundland, Geol. Assoc. Canada, 252p. (NUNA Conference Volume).
- ROIG, H.L. & SCHRANK, A. 1992. Ocorrência de cromititos portadores de PGM da Fazenda Catalão, Nova Resende - MG: Caracterização e classificação. In: CONGR. BRAS. GEOL., 37. São Paulo, 1992. *Bol. de Resumos Expandidos...* São Paulo, SBG-SP. p. 245-246.
- ROMAGNA, G. & COSTA, R.R. 1988. Jazida de zinco e chumbo de Morro Agudo, Paracatu, Minas Gerais. In: SCHOBENHAUS, C. & COELHO, C.E. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Metais Básicos Não-Ferrosos, Ouro e Alumínio*. Brasília, DNPM/CVRD. v. 3, p. 111-121.
- ROMANO, A.W. 1993. O Supergrupo Rio das Velhas da faixa Mateus Leme-Pitangui, parte meridional do Cráton do São Francisco - MG e seu sistema de alteração hidrotermal. *Geonomos*, neste volume.
- ROMANO, A.W. 1989. *Évolution tectonique de la région nord-ouest du Quadrilatère Ferrifère - Minas Gerais - Brésil (Géochronologie du socle - Aspects géochimiques et pétrographiques des Supergroupes Rio das Velhas et Minas)*. Nancy, 294p. (Tese de doutoramento, CNRS/Univ. Nancy I).
- ROSIÈRE, C.A.; CHEMALE Jr., F. & VIDIGAL-GUIMARÃES, M.L. 1993. Um modelo para a evolução microestrutural dos minérios de ferro do Quadrilátero Ferrífero. Parte I - Estruturas e recristalização. *Geonomos*, neste volume.
- SCHRANK, A. 1982. *Pétrologie des Komatiites et des Roches Associées de la Cinture Verte du Massif Pré-Cambrien de Piumhi, (Minas Gerais, Brésil)*. Paris, 272p. (Tese de doutoramento, Univ. Paris Sud - Orsay).
- SCHRANK, A. & SILVA, M.G. 1993. Os greenstone-belts do Cráton do São Francisco. In: DOMINGUEZ, J.M.L. & MISI, A. eds. *O Cráton do São Francisco*. Salvador, SBG-BA/SE/SGM/CNPq. p. 85-118.
- SCHOBENHAUS, C. & COELHO, C.E.S. eds. 1981. *Recursos Minerais Energéticos*. Brasília, DNPM/CVRD. 187 p. (Vol. 1, Principais Depósitos Minerais do Brasil).
- SCHOBENHAUS, C. & COELHO, C.E.S. eds. 1986. *Ferro e Metais da Indústria do Aço*. Brasília, DNPM/CVRD. 501 p. (Vol. 2, Principais Depósitos Minerais do Brasil).
- SCHOBENHAUS, C. & COELHO, C.E.S. eds. 1988. *Metais Básicos Não-Ferrosos, Ouro e Alumínio*. Brasília, DNPM/CVRD. 670 p. (Vol. 3, Principais Depósitos Minerais do Brasil).
- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. de A.; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E. eds. 1981. *Mapa Geológico do Brasil e da Área Oceânica Adjacente, Incluindo Depósitos Minerais*. Brasília, DNPM/MME. Escala 1:2.500.000.
- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. de A.; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E. eds. 1984. *Geologia do Brasil: Texto Explicativo do Mapa Geológico do Brasil e da Área Oceânica Adjacente, Incluindo Depósitos Minerais, na Escala 1:2.500.000*. Brasília, DNPM/MME. 501 p.
- SCHOBENHAUS, C.; QUEIROZ, E.T. de; COELHO, C.E.S. eds. 1991. *Gemas e Rochas Ornamentais*. Brasília, DNPM/CPRM. 461 p. (Vol. 4-A, Principais Depósitos Minerais do Brasil).
- SEIXAS, L.A.R. 1988. *Geologia e Metalotectos de Ouro de uma Fração do Lineamento Congonhas, MG*. Brasília, 116 p. (Tese de mestrado, IG/UnB).
- SEIXAS, L.A.R. & BAARS, F.J. 1991. Características geoquímicas das rochas ultramáficas do lineamento Congonhas, Minas Gerais, Brasil. In: Congr. Bras. Geoquímica Congr. de

- Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa, 3/1. São Paulo, 1991, Vol. Resumos, 1, SBGq. 185-190.
- SILVA, J.C.C. da; LADEIRA, E.A.; LOBATO, L.M. 1991. Sistema de cavalgamentos na Serra do Espinhaço do norte de Minas Gerais: Mineralizações auríferas associadas e potencial metalogenético. In: SIMP. NAC. DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 3. Rio Claro, 1991. *Bol. de Resumos Estendidos...* São Paulo, SBG-SP/UNESP. p. 199-200.
- SILVA, S.L. da; BALTAZAR, O.F.; PADILHA, A.V. 1988. *São Gonçalo do Sapucaí - Folha SF-23-V-D-V-4 - Estado de Minas Gerais: Text e Mapas*. Brasília, DNPM/MME. 117 p., escala 1:50.000. (Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil).
- SOARES, P.C.; CARVALHO, S.G.; FIORI, A.P. 1991. Evolução tectônica dos terrenos máfico-ultramáfico na margem sul do Cráton do São Francisco. In: SIMP. NAC. DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 3. Rio Claro, 1991. *Bol. de Resumos Estendidos...* São Paulo, SBG-SP/UNESP. p. 66-68.
- SOUZA, J.L. de. 1991. A jazida de esmeralda de Itabira, Minas Gerais. In: SCHOBENHAUS, C.; QUEIROZ, E.T. de; COELHO, C.E.S. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Gemas e Rochas Ornamentais*. Brasília, DNPM/CPRM. v. 4-A, p. 223-243.
- SOUZA FILHO, C.R. & SCHRANK, A. 1991. Lithostructural control, geometry and geothermometry of Tinguá gold mineralization, Rio das Velhas greenstone belt. In: LADEIRA, E.A. ed. BRAZIL GOLD '91. THE ECONOMICS, GEOLOGY, GEOCHEMISTRY AND GENESIS OF GOLD DEPOSITS. Belo Horizonte, 1991. *Proceedings...* Rotterdam, A.A. Balkema. p. 575-577.
- TAUFEN, P.M. & BRENNER, T.L. 1987. Geochemical orientation survey of the Fortaleza de Minas O'Toole Ni deposit, southwestern Minas Gerais, Brazil. *Geochim. Brasiliensis*, 1(1):1-18.
- TEIXEIRA, N.A. & KUYUMJIAN, R.M. 1991. The Mateus Leme-Pitangui hydrothermal zone: Do they represent a fossil hot spring system in the Rio das Velhas greenstone belt, central Brazil? In: LADEIRA, E.A. ed. BRAZIL GOLD '91. THE ECONOMICS, GEOLOGY, GEOCHEMISTRY AND GENESIS OF GOLD DEPOSITS. Belo Horizonte, 1991. *Proceedings...* Rotterdam, A.A. Balkema. p. 171-177.
- TOMPKINS, L.A. & GONZAGA, G.M. 1989. Diamonds in Brazil and a proposed model for the origin and distribution of diamonds in the Coromandel region, Minas Gerais, Brazil. *Econ. Geol.*, 84:591-602.
- UHLEIN, A. 1982. *Geologia e Mineralização de Cromita e Ilbiritos da Região de Serro, MG*. Brasília, 189 p. (Tese de mestrado, IG/UnB).
- UHLEIN, A.; CHAVES, M.L. de S.C.; DOSSIN, I.A. 1986. Recursos minerais da Serra do Espinhaço Meridional (MG): Uma síntese baseada no contexto litoestratigráfico regional. In: CONGR. BRAS. GEOL., 34. Goiânia, 1986. *Anais...* Brasília, SBG-Brasília. v. 5, p. 2453-2464.
- VIAL, D.S. 1980a. Geologia da mina de ouro de Bicalho. In: CONGR. BRAS. GEOL., 31. Balneário de Camboriú, 1980. *Anais...* Florianópolis, SBG-RS,SC. v. 3. p. 1835-1850.
- VIAL, D.S. 1980b. Geologia da mina de ouro de Raposos. In: CONGR. BRAS. GEOL., 31. Balneário de Camboriú, 1980. *Anais...* Florianópolis, SBG-RS,SC. v. 3. p. 1851-1866.
- VIAL, D.S. 1988. Mina de ouro da Passagem, Mariana, Minas Gerais. In: SCHOBENHAUS, C. & COELHO, C.E. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Metais Básicos Não-Ferrosos, Ouro e Alumínio*. Brasília, DNPM/CVRD. v. 3, p. 421-430.
- VIEIRA, F.W.R. 1991. Textures and processes of hydrothermal alteration and mineralization in the Nova Lima Group, Minas Gerais, Brazil. In: LADEIRA, E.A. ed. BRAZIL GOLD '91. THE ECONOMICS, GEOLOGY, GEOCHEMISTRY AND GENESIS OF GOLD DEPOSITS. Belo Horizonte, 1991. *Proceedings...* Rotterdam, A.A. Balkema. p. 319-325.
- VILELA, O.V. 1986. As jazidas de minério de ferro dos municípios de Porteirinha, Rio Pardo de Minas, Riacho dos Machados e Grão-Mogol, norte de Minas Gerais. In: SCHOBENHAUS, C. & COELHO, C.E.S. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Ferro e Metais da Indústria do Aço*. Brasília, DNPM/CVRD. v. 2, p. 111-120.
- VILELA, O.V. & SANTOS, O. de M. 1983. Dados preliminares sobre o depósito de minério de ferro da Serra da Serpentina - Conceição do Mato Dentro-MG. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 2. Belo Horizonte, 1983. *Anais...* Belo Horizonte, Bol. 3, SBG-MG. p. 333-346.
- VILELA, O.V.; LAGUNA, A.M.G.; SANTOS, O. de M. 1983. Prospecção e geologia da jazida de minério de ferro de Morro do Pilar-MG. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 2. Belo Horizonte, 1983. *Anais...* Belo Horizonte, Bol. 3, SBG-MG. p. 321-332.
- VILLAÇA, J.N. & MOURA, L.A.M. 1981. O urânio e o ouro da Formação Moeda-Minas Gerais. In: SCHOBENHAUS, C. & COELHO, C.E.S. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Recursos Minerais Energéticos*. Brasília, DNPM/CVRD. v. 1, 177-187.
- WALDE, D.H.G. 1986. Geologia do Ferro. In: SCHOBENHAUS, C. & COELHO, C.E.S. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Ferro e Metais da Indústria do Aço*. Brasília, DNPM/CVRD. v. 2, 3-6.
- ZINI, A.; FORLIM, R.; ANDREAZZA, P.; SOUZA, A. de. 1988. Depósito de ouro do Morro do Ouro, Paracatu, Minas Gerais. In: SCHOBENHAUS, C. & COELHO, C.E. eds. *Principais Depósitos Minerais do Brasil: Metais Básicos Não-Ferrosos, Ouro e Alumínio*. Brasília, DNPM/CVRD. v. 3, p. 479-489.



por: **LYDIA M. LOBATO & A.C. PEDROSA SOARES, 1993**  
 O LIMITE DO CRATON SEGUNDO ALMEIDA (1977, 1981) E ALKMIN ET AL. (1993)  
 INTERPRETAÇÕES DE AMBIENTES GEOLÓGICOS (vide autores citados no texto)  
 LANÇADAS A PARTIR DA BASE GEOLÓGICA DE SCHOBENHAUS ET AL. (1981)



desenho e arte final – F. Rosa e Silva