

PROVÍNCIA DIAMANTÍFERA DA SERRA DA CANASTRA E O KIMBERLITO CANASTRA-1: PRIMEIRA FONTE PRIMÁRIA DE DIAMANTES ECONOMICAMENTE VIÁVEL DO PAÍS

Mario Luiz de Sá Carneiro CHAVES ¹, Kerley Wanderson ANDRADE ²,
Leila BENITEZ ², Paulo Roberto Gomes BRANDÃO ³

(1) Centro de Pesquisa Prof. Manoel Teixeira da Costa, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Pampulha. Avenida Antonio Carlos, 6627. CEP 31270-901. Belo Horizonte, MG. Endereço eletrônico: mchaves@ufmg.br

(2) Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Pampulha. Avenida Antonio Carlos, 6627. CEP 31270-901. Belo Horizonte, MG. Endereços eletrônicos: kwandrade@yahoo.com.br; leilabenitez@gmail.com

(3) Departamento de Engenharia de Minas, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Rua Espírito Santo, 35 – Centro. CEP 30160-030. Belo Horizonte, MG. Endereço eletrônico: pbrandao@demin.ufmg.br

Introdução
Síntese Geológica Regional
A Província Diamantífera da Serra da Canastra
Distrito Diamantífero do Alto São Francisco
Depósitos Diamantíferos
Significado Econômico e Mineralogia do Diamante
Distrito Diamantífero do Médio Rio Grande
Depósitos Diamantíferos
Significado Econômico e Mineralogia do Diamante
Discussões a Respeito da Proveniência dos Diamantes
Kimberlito Canastra-1
Localização e Aspectos Geológicos
Mineraloquímica dos Principais Minerais Indicadores
Atributos Econômicos
Considerações Finais
Agradecimentos
Referências Bibliográficas

RESUMO – A Província da Serra da Canastra constitui uma das quatro grandes províncias diamantíferas de Minas Gerais, que foi subdividida em dois distritos minerais, designados de Alto São Francisco e Médio Rio Grande. Rochas kimberlíticas e parentais, com idades estimadas em torno de 120 Ma, intrudem principalmente metassedimentos mesoproterozóicos(?) atribuídos ao Grupo Canastra, no Distrito do Alto São Francisco. No Distrito do Médio Rio Grande, a principal fonte distribuidora do mineral, secundária, está em rochas conglomeráticas do Cretáceo Superior da borda norte da Bacia do Paraná (Grupo Bauru), cuja área-fonte de sedimentação inclui a zona da Canastra. O kimberlito Canastra-1 integra um *cluster* com quase 40 corpos, aflorando a sul do grande escarpamento da Serra da Canastra, na zona de cabeceiras do Rio São Francisco. A intrusão se dá em forma de dois *blows* alinhados segundo NW-SE, direção que define o *trend* estrutural da região, impresso nos metassedimentos do Grupo Canastra. O *blow* menor (NW) possui teores desprezíveis em diamantes, enquanto o outro (SE) é mineralizado a um teor médio de 12-18 ct/100 t de rocha. Variações importantes são verificadas ainda em relação às fácies petrográficas do kimberlito, que é homogênea no *blow* NW, enquanto o *blow* SE é heterogêneo constituindo uma mistura de diversas fácies. A química mineral do piropo, ilmenita e diopsídio, revelou alguma semelhança com determinados kimberlitos diamantíferos da África, principalmente aqueles do Cráton do Oeste Africano. Dados obtidos em lavra experimental efetuada pela SAMSUL Mineração indicaram uma qualidade excelente para os diamantes do corpo, estimando-se um valor médio em torno de US\$ 180-200/ct, o que constitui um dos maiores de todo mundo.

Palavras-chave: diamante, Minas Gerais, província da Serra da Canastra, kimberlito Canastra-1.

ABSTRACT – *M.L. de S.C. Chaves, K.W. Andrade, L. Benitez, P.R.G. Brandão - The Canastra Range Diamondiferous Province and the Canastra-1 kimberlite: first primary economic source of diamonds in the country.* The Serra da Canastra Province integrates one of the four great diamondiferous provinces of Minas Gerais State, and can be divided into two districts, named as Alto São Francisco and Médio Rio Grande districts. Kimberlitic and parental rocks mainly cut mesoproterozoic(?) metasedimentary rocks of the Canastra Group, in the Alto São Francisco District. In the case of the Canastra-1 diamond-bearing intrusion, the ages are around 120 Ma. In the Médio Rio Grande district, the main (secondary) source of the diamonds is the Lower Cretaceous conglomeratic rock occurring in the north side of the Paraná basin (Bauru Group). The sedimentary source area for these sediments included the Canastra Range zone. The Canastra-1 body is part of a cluster with approximately 40 pipes outcropping on the south side of the Canastra Range, near the sources of the São Francisco River. The intrusion is made up of two blows aligned along NE-SE, which is the region's structural trend defined on the metasedimentary rocks of the Canastra Group. The smaller blow has only negligible diamond content, while the SE blow is mineralized with an average content of 12 to 18 ct/100 tonnes of rock. There are also significant differences in the petrographic facies of the two bodies, which is homogeneous in the NW blow while the SE blow is heterogeneous, with the occurrence of a mixture of several facies. The mineral chemistry of the pyrope, ilmenite and diopside showed some resemblance with some diamondiferous African kimberlites, mainly those of the West African Craton. Data from experimental mining activities of SAMSUL Mining Company indicated an excellent quality for this kimberlite's diamonds, with US\$180-200/ct estimated average value; certainly, this is one of the highest values worldwide.

Keywords: diamond, Minas Gerais, Canastra Range province, Canastra-1 kimberlite.

INTRODUÇÃO

O Estado de Minas Gerais constitui um dos mais importantes centros produtores de diamantes do Brasil e onde, notadamente, o maior número de estudos e discussões foi efetuado com relação ao mineral e seus depósitos. No entanto, tais estudos se concentraram de modo principal na faixa de abrangência da Serra do Espinhaço Meridional, onde o mineral foi encontrado no país (século 18), no centro-norte do Estado e, em menor parte, na região do Alto Rio Paranaíba, a oeste do mesmo. Já a região da Serra da Canastra se apresenta como uma das mais recentes zonas produtoras de diamantes de Minas Gerais, sendo descoberta somente na década de 1930 a partir de depósitos aluvionares. Assim como a região diamantífera do Alto Paranaíba, a Serra da Canastra se notabiliza não somente por constituir uma província diamantífera, como também uma província kimberlítica. Desse modo, ambas foram os principais alvos de prospecção e pesquisa de diamantes nos últimos 40 anos. As campanhas prospectoras efetuadas principalmente por empresas multinacionais levaram ao encontro de centenas de corpos intrusivos (kimberlíticos ou não), somente alguns poucos dos quais mineralizados e cujas informações a respeito sempre foram mantidas em sigilo (quase) absoluto.

A Província Diamantífera da Serra da Canastra, ora caracterizada neste trabalho, está localizada no

SSW de Minas Gerais, incorporando ainda pequena porção areal no noroeste do Estado de São Paulo. Tal província obteve maior relevância quando, em finais do século 20, “vazou” para o meio geológico a informação que uma subsidiária grupo De Beers (SAMSUL), estaria em fase de lavra experimental de um kimberlito altamente diamantífero, o *pipe* Canastra-1. Esse período, no entanto, coincidiu com a época que a megaempresa estava desmobilizando, a nível mundial seus trabalhos de pesquisa, prospecção e lavra, tendo em vista uma nova estratégia de ação que visava principalmente os setores finais da linha econômica da indústria do diamante. As suas principais áreas no Brasil foram então negociadas a empresas júniores, principalmente de capitais canadenses e australianos, como foi o caso da canadense Brazilian Diamonds que adquiriu o controle da SAMSUL e, por conseguinte, do kimberlito Canastra-1. Sobre tal contexto, o objetivo do presente trabalho é o de descrever a província diamantífera em seus aspectos geológicos e das características de seus diamantes e, particularmente, focar o principal corpo mineralizado no que tange o seu controle geológico e à mineraloquímica dos minerais indicadores mais importantes (piropo, ilmenita e diopsídio), bem como comparações com outros corpos do Brasil e do exterior.

SÍNTESE GEOLÓGICA REGIONAL

A localização e geologia da região da Serra da Canastra e adjacências, no sul-sudoeste de Minas Gerais, incluindo pequena porção do noroeste de São Paulo, é representada na Figura 1. Nessa região, configura-se um arranjo estrutural complexo, de modo que o comportamento estratigráfico entre as diversas unidades pré-cambrianas presentes ainda não se encontra perfeitamente estabelecido. Relacionam-se a seguir tais unidades com base no mapa geológico de Minas Gerais, efetuado pelo convênio COMIG/CPRM (Heineck et al., 2003), integrado ao setor contíguo de São Paulo (Silva et al., 1978). As rochas mais antigas pertencem ao Grupo Pium-hi, uma seqüência xistosa vulcano-sedimentar arqueana do tipo *greenstone belt* que aflora nas proximidades da cidade homônima, a sudeste da área. Essa seqüência é sobreposta pelos grupos Canastra (Mesoproterozóico?), Ibiá e Araxá (Neoproterozóico?), de idades e relacionamentos alvos de controvérsias, e ainda pelo Grupo Bambuí (Neoproterozóico). Tais unidades representam o arcabouço geológico pré-cambriano regional.

A Serra da Canastra e suas bordas constituem os principais domínios onde ocorreram as intrusões de

kimberlitos. Em sua maior parte, a serra é sustentada por metassedimentos do Grupo Canastra, unidade primeiramente reconhecida por Lamego (1935), que identificou quartzitos estruturados em amplas anticlinais cobrindo “schistos phylladeanos”, ambos relacionados à Série Minas. Barbosa (1955) denominou tal seqüência de Formação Canastra, posteriormente elevando-a à categoria de grupo (Barbosa et al., 1967; 1970). Os quartzitos são predominantes, de coloração branca e granulação fina, com intercalações métricas locais de filitos sericíticos. A presença conspícua de mica (sericita) confere aos quartzitos um aspecto geral placóide, realçado pela erosão diferencial. Os xistos são pouco variados em termos composicionais, incluindo sericita-quartzoxistos, quartzoxistos e, localmente, grafitaxistos. No Grupo Araxá, os xistos são mais variados, constituídos (além de quartzo e mica) de granada, biotita, clorita, estaurolita, hornblenda e feldspato. A faixa de domínio dos grupos Canastra-Araxá tem estrutura marcada por forte tectônica de cavalgamentos com transporte de SW para NE, bem como dobramentos apertados, ambos mostrando vergências para o interior do cráton e justapondo seqüências mais

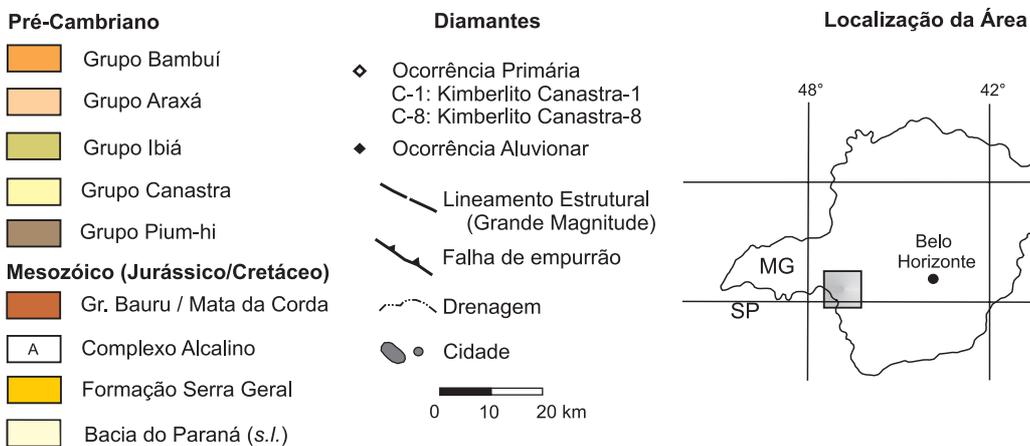
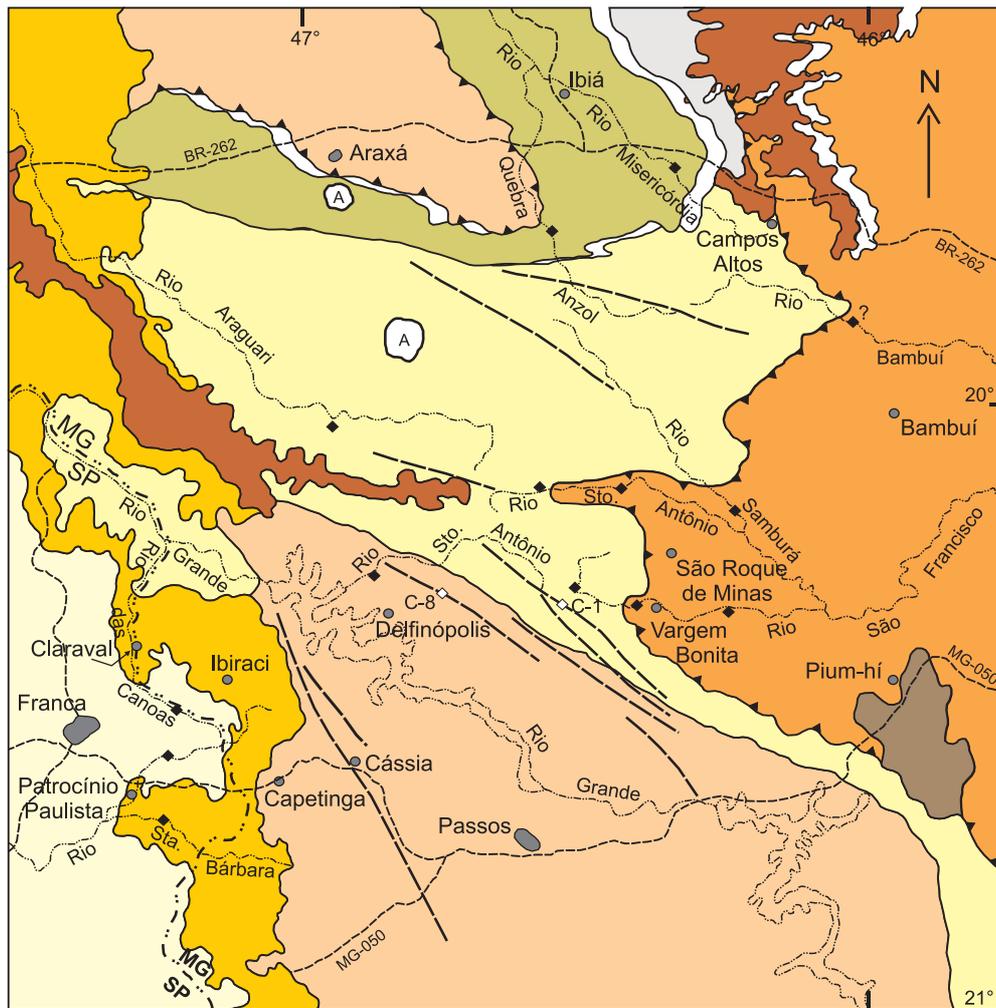


FIGURA 1. Localização geográfica em Minas Gerais e geologia simplificada e integrada da região da Serra da Canastra (parcial e modificado de Heineck et al., 2003, na parte mineira, e Silva et al., 1978, na parte paulista).

jovens sobre as mais antigas. A zona de empurrões possui direção entre N45°-65°W, assinalada por drenagens bem encaixadas e escarpamentos. O Grupo Ibiá é constituído por metadiamicititos na base, sobrepostos por calcifilitos e calcixistos. Metapelitos e rochas carbonáticas do Grupo Bambuí complementam a sucessão regional de rochas pré-cambrianas, afloran-

do notadamente a leste da área. Intrusões kimberlíticas provavelmente ocorreram no Cretáceo Inferior, a julgar pela idade de 120 ± 10 Ma (K/Ar em flogopita) do kimberlito Canastra-1 (Pereira & Fuck, 2005).

O Distrito do Médio Rio Grande tem seu domínio de abrangência a oeste e sudoeste da província (Figura 1). A região onde se verificam as principais

atividades mineradoras de diamantes, entre Franca, Patrocínio Paulista (SP) e Claraval (MG), é abrangida por unidades fanerozóicas da Bacia do Paraná e, em menor extensão, por rochas metassedimentares do embasamento pré-cambriano (grupos Canastra e Araxá, nessa área indivisos) (Silva et al., 1978; Perdoncini, 2003). As unidades da Bacia do Paraná incluem arenitos e diamictitos da Formação Aquidauana (Permiano), arenitos finos da Formação Botucatu (Triássico), basaltos da Formação Serra Geral (Jurássico-Cretáceo Inferior), além de arenitos, arenitos conglomeráticos e conglomerados do Grupo Bauru (Cretáceo Superior); as duas primeiras unidades não são mapeáveis na escala

utilizada. É importante salientar que a sedimentação pós-basáltica relacionada ao Grupo Bauru se processou como decorrência da atuação do Soerguimento do Alto Paranaíba (p. ex., Hasui et al., 1975; Hasui & Haralyi, 1991), em sistemas de rios anastomosados com direção sudoeste originando leques aluviais coalescentes, com raros depósitos interleques, e ainda leques individuais localizados em porções mais distais. O Grupo Bauru se apresenta como a mais provável fonte dos diamantes para os sedimentos recentes e subrecentes em lavra nesse distrito, não descartando-se porém outras proveniências, ou mesmo fontes múltiplas (discussões a respeito no próximo item).

A PROVÍNCIA DIAMANTÍFERA DA SERRA DA CANASTRA

O conceito de província mineral em termos de metalogenia envolve regiões extensas, em geral da ordem de dezenas de milhares de quilômetros quadrados, onde um determinado bem mineral pode ser encontrado, tendo em vista que seus depósitos possuam afinidades geográficas, temporais e de ambiência tectônica (Kun, 1963; Petrascheck, 1965; Clifford, 1966). No caso do diamante, outra característica fundamental para a constituição geográfica de uma província, é a que relaciona os aspectos mineralógicos ou a “assinatura mineralógica” (conforme Chaves & Benitez, 2006) das populações de diamantes, integralmente ou em parte, encontradas sobre tal contexto. Uma província mineral comporta ainda subdivisões em partes menores, constituindo os distritos minerais, com extensões da ordem de milhares de quilômetros quadrados, e os campos minerais, com extensões de centenas de quilômetros quadrados. Em Minas Gerais são reconhecidas quatro províncias diamantíferas, a saber: (1) Serra do Espinhaço, (2) Oeste São Francisco, (3) Alto Paranaíba e (4) Serra da Canastra (Figura 2). A subdivisão dessas províncias em distritos e campos diamantíferos resulta do conhecimento geológico acumulado sobre uma determinada região, devendo ser ressaltado que tal conhecimento ainda é deficiente para todas as províncias à exceção da Província da Serra do Espinhaço.

A Província Diamantífera da Serra da Canastra abrange a porção terminal sul da Faixa de Dobramento Brasília, circundante a oeste e sudoeste o Cráton do São Francisco, nas proximidades da sua junção com a Faixa de Dobramento Alto Rio Grande, que baliza o cráton a sul e sudeste (conforme limites admitidos em Alkmim et al., 1993). Essa terminologia vem substituir a definida por Penha et al. (2000), quando foram reconhecidas duas províncias distintas na região, “Serra da Canastra” e “Franca”, por estas serem consideradas

de dimensões muito reduzidas e extremamente próximas, além de situarem-se em contexto geológico-geotectônico similar, não justificando assim suas existências com significado metalogenético. Entretanto, propõe-se que a Província da Serra da Canastra seja integrada por dois distritos diamantíferos, designados de Alto São Francisco e Médio Rio Grande, com significados geográficos semelhantes aos das províncias de Penha et al. (2000). A região foi palco, no Cretáceo Inferior, de importante evento magmático alcalino-ultrabásico, ao qual se associam numerosas intrusões kimberlíticas e de rochas parentais, formando um *cluster* com cerca de 40 corpos. Tal província se ressalta ainda no contexto geoeconômico do diamante no Brasil, por abranger a primeira reserva comprovadamente dimensionada em uma rocha-fonte primária, no kimberlito Canastra-1 (município de São Roque de Minas), bem como um outro corpo próximo, o kimberlito Canastra-8 (município de Delfinópolis), com grande potencial de aproveitamento econômico imediato, ambos no Distrito do Alto São Francisco. Essa importância tem estimulado diversos novos estudos, efetuados no presente século depois do anúncio de tais descobertas (eg., Garcia, 2004; Cookembo, 2005; Pereira & Fuck, 2005; Bologna et al., 2006; Benitez & Chaves, 2007; Chaves & Benitez, 2007; Menezes & Garcia, 2007).

DISTRITO DIAMANTÍFERO DO ALTO SÃO FRANCISCO

O Distrito Diamantífero do Alto São Francisco equivale, quase sem restrições, à “Região Diamantífera Serra da Canastra” conforme designação de Penha et al. (2000), que a reconheceram com significado geográfico-geológico de uma província metalogenética. A designação “Alto São Francisco” já havia sido anteriormente alcunhada, embora somente com uma conotação geográfica, por Barbosa et al. (1970), ao

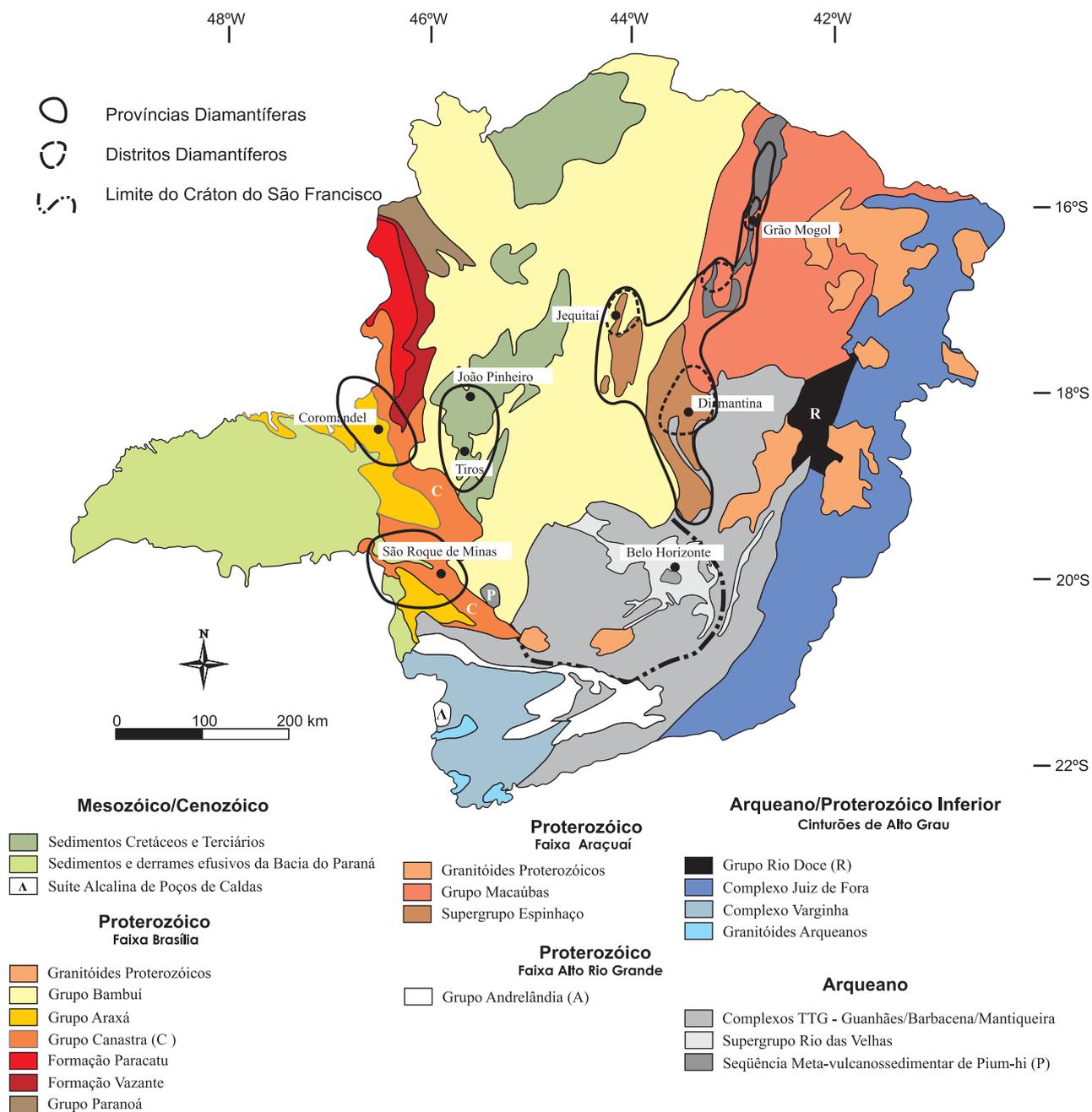


FIGURA 2. As províncias diamantíferas de Minas Gerais (modificado de Penha et al., 2000).

descrever os depósitos diamantíferos da região. Nesse distrito, são identificadas diversas áreas diamantíferas onde a produção foi sempre baseada em depósitos aluvionares, destacando-se as de Vargem Bonita, do Rio Santo Antônio e do Rio Samburá (São Roque de Minas), na própria bacia do São Francisco, bem como três outras, no Rio Santo Antônio de Delfinópolis, bacia do Rio Grande, no alto Rio Quebra-Anzol e seus afluentes rios Misericórdia e Santa Tereza e no alto Rio Araguari, pertencente à bacia do Rio Paranaíba. Essas três, embora não situem-se fisicamente na bacia do Rio São Francisco, são diretamente relacionadas

ao conjunto serrano da Canastra, daí suas inclusões no contexto do distrito (Figura 1).

O Rio São Francisco nasce em cotas próximas a 1.350 m de altitude, na Serra da Canastra, formando uma extensa bacia hidrográfica que abrange grande parte do oeste do Estado de Minas Gerais. No local denominado Casca d'Anta, a cerca de 20 km de sua nascente, uma cachoeira com 200 m de altura constitui o maior desnível do rio, que a partir de tal ponto desenvolve o seu curso médio (Prancha 1-A). A existência de diamantes nessa área foi assinalada em 1920 por um garimpeiro baiano (conforme Miranda,

1953), atribuindo-se a Oliveira (1936) a informação mais antiga sobre a ocorrência. Miranda (1953, 1955, 1956) efetuou os primeiros estudos de campo no local, descrevendo os serviços de Vargem Bonita, Garimpo dos Bentos e Boqueirão, além do Conglomerado Samburá (Grupo Bambuí) no leito do rio homônimo (Figura 1). Branco (1956) descreveu com maior detalhe tal conglomerado, e o relacionou à fonte dos diamantes naquela localidade (Prancha 1-B).

Depósitos Diamantíferos

Existem depósitos aluvionares com diamantes no Alto São Francisco sobre uma extensão de pelo menos 60 km. Embora em menor escala, ocorreram também atividades de garimpagem acima da cachoeira da Casca d'Anta, o que foi depois impossibilitado com a implantação do Parque Nacional da Serra da Canastra, em 1972. De modo característico, porém, foi a jusante

dessa cachoeira onde ocorreram serviços regulares, como os documentados pelo primeiro autor em 1999 nas vizinhanças de São José do Barreiro (Chaves, 1999) (Pranchas 1-C e 1-D). No entanto, a partir de inícios do século atual, inclusive garimpos ou pequenas mineradoras localizadas nos entornos da área do parque têm sido fortemente restringidos pelos órgãos de licenciamento ambiental. As atividades de mineração mais importantes visaram sempre os terraços aluvionares altos, conhecidos na área como "monchões". Segundo Nishimura et al. (1984), existem pelo menos três níveis distintos desses terraços no Alto São Francisco e praticamente todos eles têm fornecido diamantes. Os terraços se situam entre 5 a 30 m acima do nível atual do rio, tornando-se gradativamente menos elevados conforme se aproximam da Casca d'Anta. A lavra desses depósitos compreende na retirada de pelo menos 5 m de solo estéril e, sob este,



PRANCHA 1. (A) Cachoeira da Casca d'Anta na zona limítrofe entre o alto e o médio curso do Rio São Francisco, devendo-se observar que foi abaixo desse ponto onde ocorreram os mais importantes serviços de mineração de diamantes; (B) Conglomerado Samburá, atribuído ao Grupo Bambuí, aflorando no leito do rio homônimo e considerado a fonte dos diamantes nessa localidade; (C/D) Serviços de mineração executados nos terraços do Rio São Francisco entre a cidade de Vargem Bonita e a localidade de São José do Barreiro (São Roque de Minas), presenciados pelo primeiro autor em 1999.

ocorre o cascalho diamantífero com espessuras variáveis entre 1,5 e 3,0 m. O cascalho é formado por seixos, blocos e matacões, notadamente de quartzitos milonitizados e quartzoxistos do Grupo Canastra, originados da serra homônima e, em menor parte, de seixos de quartzo de veio.

Significado Econômico e Mineralogia do Diamante

A prospecção e lavra do diamante sempre constituiu uma das principais fontes econômicas do Distrito do Alto São Francisco. Com o desenvolvimento de tais atividades a partir de 1936-37, chegaram a trabalhar cerca de 5.000 garimpeiros nesse distrito (Barbosa et al., 1970), levando à formação das localidades de Vargem Bonita, alçada à categoria de município em 1953, e São José do Barreiro, pertencente a São Roque de Minas (na época Guia Lopes). Segundo os últimos autores, a queda constante nos preços do diamante fez com que na década de 1950 apenas uns poucos garimpeiros resistissem na área. A produção anual, no final da década de 1960, girava em torno de 800 ct, quando ali trabalhavam cerca de 200 garimpeiros e, no início da década de 1980, haveria na região aproximadamente 100 garimpeiros, com uma produção anual da ordem de 400-500 ct (Barbosa, 1991). Em 1999, diversos garimpos com maquinários pesados ainda empregavam cerca de 150 pessoas, e uma produção de pelo menos 1.000 ct/ano foi então estimada (Chaves, 1999). Depois disso, com o embargo determinado pelos órgãos ambientais, o mercado tem a expectativa de entrada em atividade das minas sobre os corpos kimberlíticos Canastra-1 (São Roque de Minas) e Canastra-8 (Delfinópolis) pela SAMSUL Mineração, detentora de seus direitos minerários, para que a produção deste distrito volte a representar significância econômica, bem como passe a ter destaque no cenário geoeconômico nacional.

Os minerais acompanhantes do diamante no Alto São Francisco são: turmalina, cianita, hematita, limonita, rutilo, almandina, “favas” fosfatadas e quartzo jaspe (Barbosa et al., 1970; Chaves, 1999), sendo característica uma aparente ausência de minerais indicadores kimberlíticos (Chaves, 1999). Barbosa et al. (1970) fazem menção de que o maior diamante nesses depósitos foi encontrado 3 km abaixo da Casca d’Anta, pesando 110 ct, e a cerca de 12 km rio abaixo foi achada outra pedra significativa com 76 ct. Esses autores referenciam também diamantes com 40 ct e 23 ct nos arredores de Vargem Bonita e determinaram uma classificação comercial aproximada em 20% de “primeira”, quase sempre octaedros e de excelente qualidade, 20% de “segunda” e 60% “industriais”. Reis (1959) descreve o achado de uma pedra invulgar, com 28,22 ct, pura, límpida e absolutamente incolor (*extra*

absolutely white), com *habitus* octaédrico bastante deformado pelo excessivo desenvolvimento em paralelo de duas de suas faces (Prancha 2-A).

Os teores em geral são baixos, conforme estimativas feitas nos garimpos de Vargem Bonita por Barbosa et al. (1970), e apresentaram valores entre 0,04 e 0,10 ct/m³ de cascalho. Estudos mais detalhados efetuados por pequenas mineradoras em dois locais distintos demonstraram números algo semelhantes. A montante, nas proximidades de São José do Barreiro, calculou-se um teor médio de 0,013 ct/m³ no leito do Rio São Francisco (Castro Filho, 1984). No outro local, nas imediações de Vargem Bonita (a jusante), obteve-se dados do leito do rio e do terraço alçado (Barros, 1993): no primeiro, 0,057 ct/m³ com 73,45% de diamantes gemológicos contra 26,55% de industriais (valor médio de 224,97 US\$/ct) e nos terraços um teor quase idêntico de 0,060 ct/m³, porém uma relação gema/indústria bastante distinta, de ~37%/63% respectivamente (valor médio de 78,39 US\$/ct), deixando transparecer que os dados de Barbosa et al. (1970) provavelmente se referiam aos depósitos de terraços.

Atualmente, está sendo conduzida pelos autores uma análise mineralógica detalhada e sistemática geral das pedras produzidas no campo de Vargem Bonita e os resultados até então disponíveis indicam valores semelhantes às médias dos anteriores (e diferentes dos de Barbosa et al., 1970), com 60% de diamantes gemológicos (Prancha 2-B e 2-C), 24% de industriais e 16% de *chips*, além das seguintes formas: octaedros (48%), irregulares, 26%, agregados cristalinos e *borts* (10%), rombododecaedros (6%), geminados (6%) e transições octa-rombododecaedros (1%). Diamantes coloridos (*fancies*) nunca foram observados. Embora não se conte com dados estatísticos a respeito (somente observações visuais rápidas), o predomínio de cristais octaédricos e a forte semelhança em outros aspectos como tamanho e cor também caracterizam as populações que ocorrem nos rios Misericórdia e Santa Tereza (Ibiá), e no Rio Santo Antônio (Delfinópolis), sugerindo assim uma possível rocha fonte comum. De modo distinto, os diamantes do Rio Samburá são pequenos (<0,20 ct) e com forte presença de rombododecaedros; no Rio Santo Antônio (de São Roque de Minas) ocorrem diamantes coloridos e, no Rio Quebra-Anzol, a maior parte dos diamantes são rombododecaedros irregulares, com alto grau de dissolução, semelhantes aos que predominam na região de Coromandel.

DISTRITO DIAMANTÍFERO DO MÉDIO RIO GRANDE

Segundo Oliveira (1936), os primeiros achados de diamantes na região de Franca (São Paulo), aqui relacionados ao Distrito do Médio Rio Grande, ocorre-



PRANCHA 2. (A) Um dos grandes diamantes extraídos no Distrito do Alto São Francisco, pesando 28,22 ct, que adquiriu a rara classificação gemológica comercial de cor *extra absolutely white* (reproduzida de Reis, 1959); (B/C) Lotes de diamantes recentemente observados na mesma região, o primeiro (B) com pedras de peso médio ~3 ct (totalizando 81 ct), e o outro (C) com pedras entre 0,50-1,00 ct, onde se ressaltam suas excelentes qualidades e a predominância do *habitus* octaédrico.

ram em 1884, informando ainda esse autor que os terrenos diamantíferos se estendiam continuamente desde essa cidade até a divisa com o Estado de Minas Gerais. Embora seja um dos centros produtores mais antigos do Brasil, são poucas as referências feitas ao distrito na literatura. Não obstante, a cidade de Franca consolidou-se ao longo do século 20 como um importante pólo de lapidação e de comércio de diamantes, que chegam a tal centro provenientes de muitas outras áreas produtoras do país. Em Minas Gerais, em sua faixa fronteira com o Estado de São Paulo, são também conhecidas diversas ocorrências diamantíferas relacionadas ao mesmo distrito (Figura 1).

Depósitos Diamantíferos

Em São Paulo, Etchbehere et al. (1991) descreveram os trabalhos de garimpagem de diamantes no distrito se estendendo por 11 municípios no total, destacando-se Patrocínio Paulista, Franca e Cristais Paulista e, em menor monta, Pedregulho, Jeriquara e Restinga. Nesse estudo, tais autores cadastraram através de fotointerpretação de detalhe seguida de trabalhos de campo, cerca de 400 ocorrências ou vestígios de garimpagem. Os principais trechos trabalhados compreendem o Rio das Canoas, próximo a Claraval (MG), e os rios Sapucaizinho e Santa Bárbara, esses ao longo de todo os seus cursos. Embora em menor número, ocorrem também vestígios de serviços de garimpagem no reverso do Planalto de Franca (a oeste), inclusive dentro do sítio urbano da cidade homônima. Já em Minas Gerais, os depósitos, aparentemente mais escassos e menos conhecidos, distribuem-se principalmente por pequenos córregos nos municípios de Claraval, Capetinga, Ibiraci, São Tomaz de Aquino e Cássia.

Na parte mineira, inexistem quaisquer dados a respeito da tipologia dos depósitos ou dados de produção, embora grandes diamantes tenham já sido

reportados, como o “Estrela da Capetinga” com 27,2 ct, descrito em detalhes por Haralyi & Svisero (1984). Na parte paulista, Etchbehere et al. (1991) constataram que os garimpos de maior porte estão situados nas várzeas, valendo destacar dois aspectos no que se refere à intensidade de exploração, a saber: i) as amplas várzeas do Rio Santa Bárbara mostram numerosas lagoas de contornos angulosos, provavelmente derivadas de antigos garimpos; ii) as planícies aluvionares do Rio das Canoas, a jusante de Claraval, mostram-se por sua vez pouco trabalhadas, predominando as catas em terraços; iii) o Rio Sapucaizinho apresenta pequenos bolsões que vêm sendo intensamente garimpados. Além disso, no que se refere aos terraços, constata-se um domínio de cavas nos depósitos mais próximos das drenagens, balizados, tanto na região de Patrocínio Paulista quanto na de Claraval, pela cota aproximada de 710 m. Acima dessa cota, mais distante dos cursos d’água, a garimpagem praticamente inexistente.

Significado Econômico e Mineralogia do Diamante

Através de cadastramento de campo, Etchbehere et al. (1991) presenciaram algumas dezenas de garimpeiros em atividade na região. A produção anual de diamantes em território paulista foi então estimada da ordem de 1.000 ct. Entretanto, a se considerar a produção garimpeira do lado mineiro (não incluída no estudo), este número poderia, ainda segundo tais autores, ascender a 3.000 ct/ano, valor que se considerado médio para toda a produção histórica da área, permite admitir um montante extraído superior a 400.000 ct. Entretanto, visita recente ao local encontrou as atividades garimpeiras praticamente paralisadas. Existem poucas informações acerca das características dos diamantes de Franca, embora pareça ocorrer um domínio de diamantes pequenos e de boa qualidade gemológica geral (Etchbehere et al., 1991). Conforme esses autores, a fração gemológica é composta por cerca

de 40% de pedras com média de ~0,10 ct, 30% de pedras de ~0,30 ct e 30% de pedras com porte maior. Entre a fração industrial, Perdoncini (2003) descreve ainda a presença de cubos, carbonados e *borts*, os dois primeiros presentes, em toda província, somente nesse local.

De acordo com Etchbehere et al. (1991) e Perdoncini (2003), entre os principais minerais acompanhantes do diamante nos depósitos da região de Franca, destacam-se minerais típicos de rochas xistosas e graníticas, como almandina, anatásio, calcedônia (e sílex), cianita, coríndon (incluindo suas variedades gemológicas rubi e safira), crisoberilo, epídoto, estaurolita, goethita (com quartzo), gorceixita, granada, ilmenita, limonita, magnetita, monazita, rutilo, turmalina (e turmalinito) e zircão. Esses dados indicam que minerais indicadores de fontes primárias parecem estar ausentes. Entretanto, considerando-se que longos trechos de terraços e aluviões recentes permanecem intactos, com teores entre 0,02-0,18 ct/m³ e relação média gema/indústria oscilando em torno de 70%/30% (Etchbehere et al., 1991), a prospecção e pesquisa de diamantes na região não deve ser subestimada, o que permitiria também agregar a mão-de-obra de garimpeiros e ex-garimpeiros locais.

Discussões a Respeito da Proveniência dos Diamantes

Se existem poucas dúvidas quanto à fonte primária dos diamantes no Distrito do Alto São Francisco, tendo em vista as inúmeras intrusões kimberlíticas conhecidas e onde duas delas possuem mineralização já comprovada, o mesmo não acontece quanto ao Distrito do Médio Rio Grande. Nesse último, não há qualquer consenso entre os diversos autores que trabalharam na região quanto à origem dos diamantes presentes nos depósitos aluvionares.

Arid & Barcha (1974) consideraram tais fontes como já secundárias, a partir das unidades eocretácicas Bauru (SP) e Uberaba (MG), defendendo uma correlação entre as mesmas. De outro modo, Svisero et al. (1983) assumiram que “diversas informações de natu-

reza geológica sugerem a existência de kimberlitos na região de Franca”. Uma terceira linha de pensamentos (Leite et al., 1984), ainda que admitindo os conglomerados Bauru como diamantíferos, relacionou sua(s) fonte(s) primária(s) a um evento anterior aos diamictitos da Formação Aquidauana (que também seriam diamantíferos), ou “ainda mais antigos, que forneceriam os diamantes para os metassedimentos do Grupo Araxá”, isto é, para esses autores, os kimberlitos provavelmente seriam de idade pré-cambriana.

Os projetos desenvolvidos pelo IPT de São Paulo especificamente para o diamante da região de Franca no final da década de 1980, conforme resultados em Etchbehere et al. (1991) e Ponçano et al. (1992), também não chegaram a resultados inteiramente conclusivos. De tal modo, foi sugerido que os diamantes aluviais foram concentrados a partir do Grupo Bauru, “embora outras fontes localizadas não possam ser descartadas (diamictitos da Formação Aquidauana e o conglomerado basal da Formação Botucatu)” e que, além disso, “o contexto tectônico é favorável à existência de kimberlitos na área pesquisada, bem como nas áreas-fontes das formações previamente mencionadas” (Ponçano et al., 1992).

Recentemente, Perdoncini (2003) objetivou em seu estudo não só a geologia e os depósitos diamantíferos da região, como também a mineralogia dos diamantes, sugerindo sua procedência a partir de diferentes origens. As fontes secundárias do mineral foram relacionadas ao Grupo Bauru e à Formação Franca (Pleistoceno) e a principal área de suprimento estaria na faixa do Soerguimento do Alto Paranaíba, a nordeste, em Minas Gerais. Esse modelo concorda com os principais estudos de proveniência dos sedimentos Bauru a partir da mencionada região (Figura 3) e, mesmo se aceitando a possibilidade de fontes distintas alimentadoras dos sedimentos Bauru/Franca, a existência de pelo menos uma população de diamantes originada da região da Canastra coaduna com a inserção do Distrito do Médio Rio Grande na Província Diamantífera da Serra da Canastra.

KIMBERLITO CANASTRA-1

No final da década de 1960, com a criação da SOPEMI pelo ex-órgão estatal francês de mineração, BRGM, iniciou-se a pesquisa sistemática de fontes diamantíferas primárias no país. Em 1969, foram descobertos os primeiros corpos kimberlíticos em Coromandel (MG), e depois disso a SOPEMI, incorporada na década de 1980 ao grupo sul-africano De Beers, descobriu e pesquisou mais de uma centena de corpos na mesma região, nenhum deles, porém,

aparentemente tendo revelado importância econômica. Na região da Serra da Canastra, localizada cerca de 200 km a S-SE de Coromandel, a pesquisa de kimberlitos iniciou-se na mesma época, tendo como alvo principal a zona das cabeceiras do Rio São Francisco, onde eram lavrados depósitos detríticos nos arredores de Vargem Bonita. Prospecção aluvionar com rastreamento de minerais indicadores levou à descoberta, em 1974, do kimberlito Canastra-1 pelo BRGM. Entretanto, a

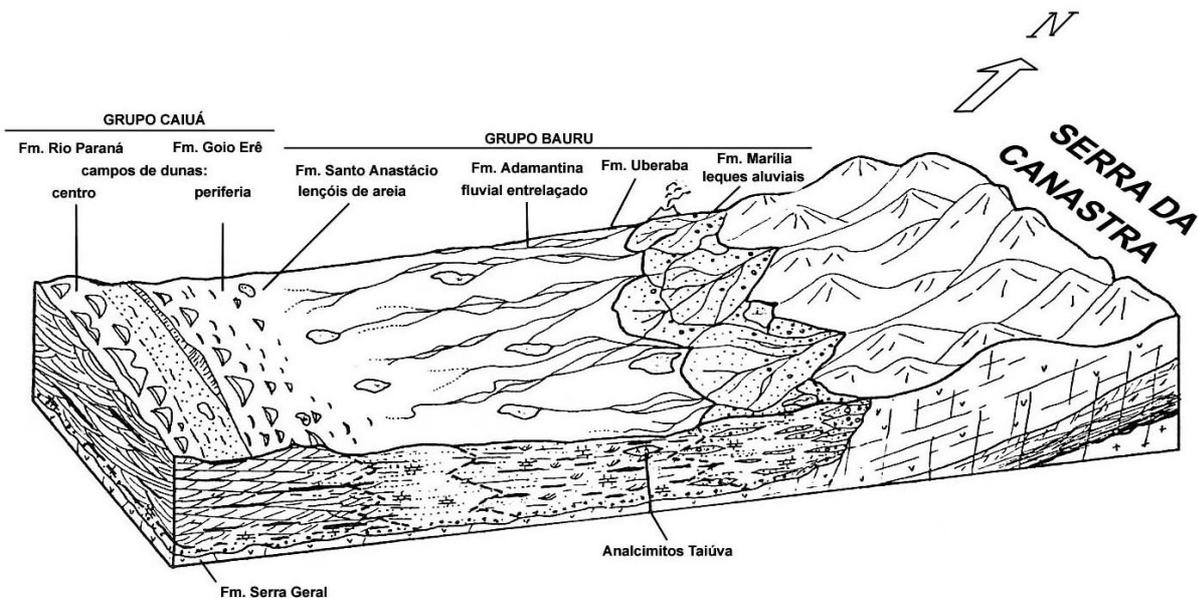


FIGURA 3. Modelo de sedimentação das unidades cretácicas no noroeste do Estado de São Paulo, a partir da região da Serra da Canastra na zona de influência do “Soerguimento do Alto Paranaíba” (conforme Fernandes & Coimbra, 1992).

pesquisa nessa época se limitou a um dos setores do corpo (NW), justamente o que possuía teores insignificantes de diamantes. Passaram-se cerca de quinze anos até que uma nova fase de pesquisas voltasse a ser efetuada, agora pela SAMSUL (subsidiária do grupo De Beers). Assim, em 1989 foram escavados seis poços de pesquisa em ambos os setores do corpo (NW e SE), revelando grande quantidade de microdiamantes no setor SE.

É interessante ressaltar que, por questões de prioridades da citada companhia, a amostragem desses poços somente foi processada dois anos após sua coleta; em consequência a mineralização foi efetivamente reconhecida em 1991. A pesquisa de detalhe efetuada com amostragem de grande volume (*bulk sample*) no período entre 1992-98 permitiu que, em 2001, fosse protocolado no DNPM o Relatório de Pesquisa com a definição das reservas diamantíferas do corpo Canastra-1; tal relatório concluía pela viabilidade técnica e econômica para a lavra de diamantes. No ano seguinte a SAMSUL foi adquirida pelo grupo canadense Black Swan Resources, criando-se então a empresa Brazilian Diamonds (BDY), que atualmente tenta junto aos órgãos nacionais competentes a liberação das atividades de lavra. Durante esse longo período entre prospecção, pesquisa e viabilidade técnica-econômica do depósito, compreensivelmente, todas as informações a respeito foram mantidas sob sigilo pelas empresas detentoras dos direitos minerários. Entretanto, a atual detentora (SAMSUL-BDY) tem procurado facilitar a atuação

de pesquisadores dos departamentos de Geologia e de Engenharia de Minas da UFMG, os quais realizam estudos científicos envolvendo este e outros corpos kimberlíticos nas províncias da Serra da Canastra e do Alto Paranaíba.

LOCALIZAÇÃO E ASPECTOS GEOLÓGICOS

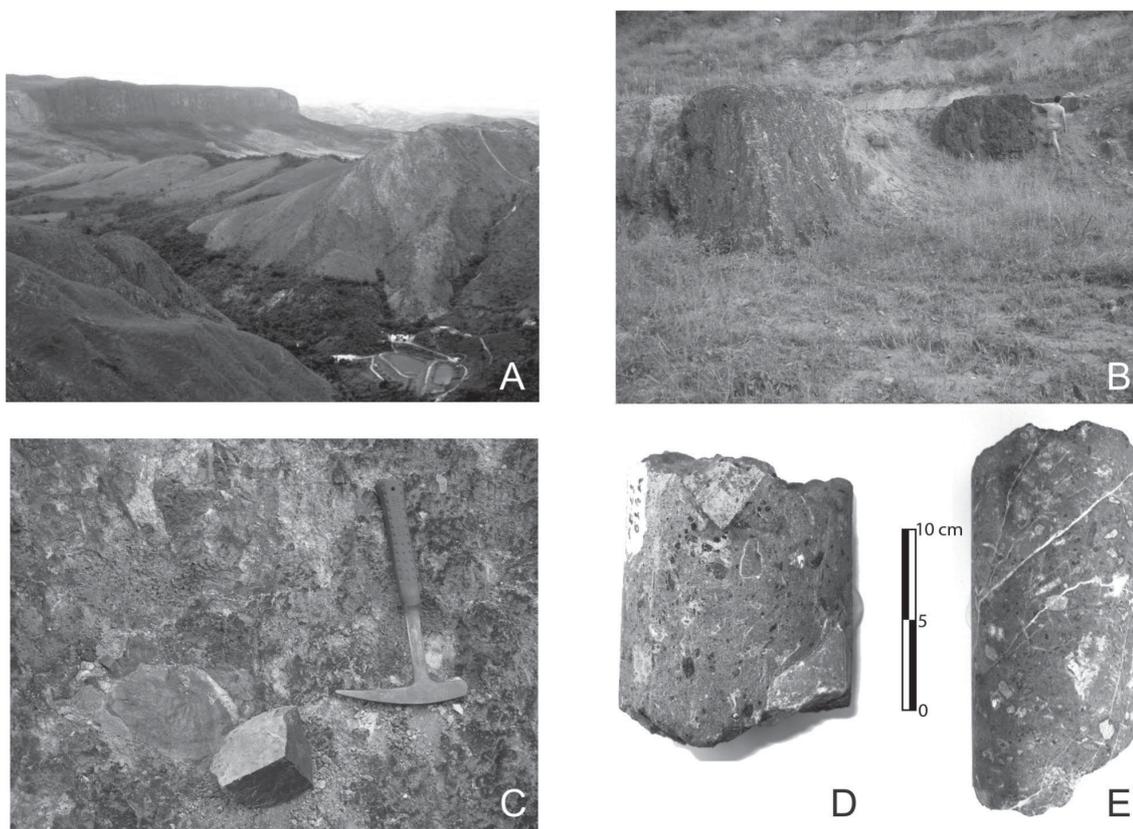
O kimberlito Canastra-1 situa-se na parte externa, próxima ao grande escarpamento da Serra da Canastra, a cerca de 7 km a oeste do vilarejo de São José do Barreiro, município de São Roque de Minas (Prancha 3 A). Esta região serrana, em termos geotectônicos faz parte da porção terminal sul da Faixa de Dobramento Brasília, que limita a oeste e sudoeste o Cráton do São Francisco. Além da tectônica de cavalgamentos com vergências para o interior do cráton (abordada no item sobre a geologia regional), na área da intrusão ocorre uma tectônica de cisalhamento transcorrente que reativou antigas zonas de empurrões, imprimindo a estruturação final dessa faixa, complementada por um fraturamento rúptil que gerou três famílias locais de fraturas e juntas subverticais, com direções principais em N20°-35°E, N100°-115°E e N20°-35°W (SAMSUL, 2007). O kimberlito Canastra-1 é intrusivo no Grupo Canastra segundo o *trend* regional de fraturamento N60°W, compreendendo dois setores (NW e SE), ou *blows* (significa “sopros”, no jargão da geologia de kimberlitos), separados um do outro por cerca de 40 m. O intemperismo fortemente atuante só permite estudos petrográficos/petroológicos de maior

detalhe através dos testemunhos de sondagens, efetuadas na época da SOPEMI-De Beers.

O *blow* NW, com teores desprezíveis em diamantes, possui forma semicircular com área aproximada de 8.000 m², sendo em termos texturais homogêneo e constituído de uma brecha kimberlítica macrocrística. O *blow* SE, diamantífero, é alongado segundo E-W e tem superfície algo superior (10.000 m²). Neste, ocorre uma associação de diferentes fácies petrográficas, destacando-se (a) uma brecha kimberlítica macrocrística de contato, de coloração avermelhada e com macrocristais de ilmenita predominantes, (b) uma brecha kimberlítica macrocrística de coloração verde-escura, com macrocristais de olivina (Prancha 3 B/C/D), e (c) um outro tipo de kimberlito macrocrístico, porém com cristais (ilmenita e olivina) de tamanho menor (Prancha 3-E). A NW, as fácies presentes parecem indicar características abissais à rocha (zona de raiz), enquanto a SE ocorre a mistura de fácies abissais com fácies de zona de diatrema (mais rasas). A curta distância entre os *blows* pressupõe que ambos

possam se juntar em profundidade e constituíriam grandes apófises de um mesmo corpo. A presença de fácies tão distintas e a forma “anormal” do *pipe* permite conjecturar-se que o *blow* NW seja um braço abortado da intrusão que, no seu conduto principal (o *blow* SE), teria atingido porções superiores da crosta (conforme esquema da Figura 4-A). Aliás, modelo semelhante pode ser observado em maior profundidade no kimberlito diamantífero Wesselton, na República Sul-Africana, ilustrado na Figura 4-B (Mitchell, 1986).

Na cava de pesquisa aberta a sudeste, observou-se depósitos superficiais que recobrem praticamente todo o corpo, excluindo um pequeno afloramento natural na margem direita do Córrego Cachoeira. Tal cobertura varia entre 2-4 m de espessura, formada principalmente por seixos, blocos e matações angulosos de quartzitos Canastra, deslocados dos altos serranos. Logo abaixo desta, a zona intemperizada da intrusão, com 16-18 m de espessura, constitui um típico *yellowground* à semelhança da maioria das intrusões kimberlíticas sul-africanas.



PRANCHA 3. (A) Visão geral da área de exposição do kimberlito Canastra-1, onde o laguinho na parte direita inferior corresponde ao ponto de amostragem de grande volume e a mata na parte central se encaixa no alinhamento NW-SE que define o *trend* estrutural da região. Ao fundo, destaca-se a grande escarpa da Serra da Canastra; (B) Afloramentos esparsos de kimberlito hoje expostos como resquícios na área de amostragem; (C) Detalhe do kimberlito em seu *yellowground*, onde se observam xenólitos mais resistentes de quartzitos do Grupo Canastra; (D/E) Testemunhos de sondagem mostrando a brecha kimberlítica fresca com matrizes macrocrísticas grossa (D) e fina (E). Em (D), acima, ressalta-se um macrocristal de diopsídio com ~2 cm de comprimento.

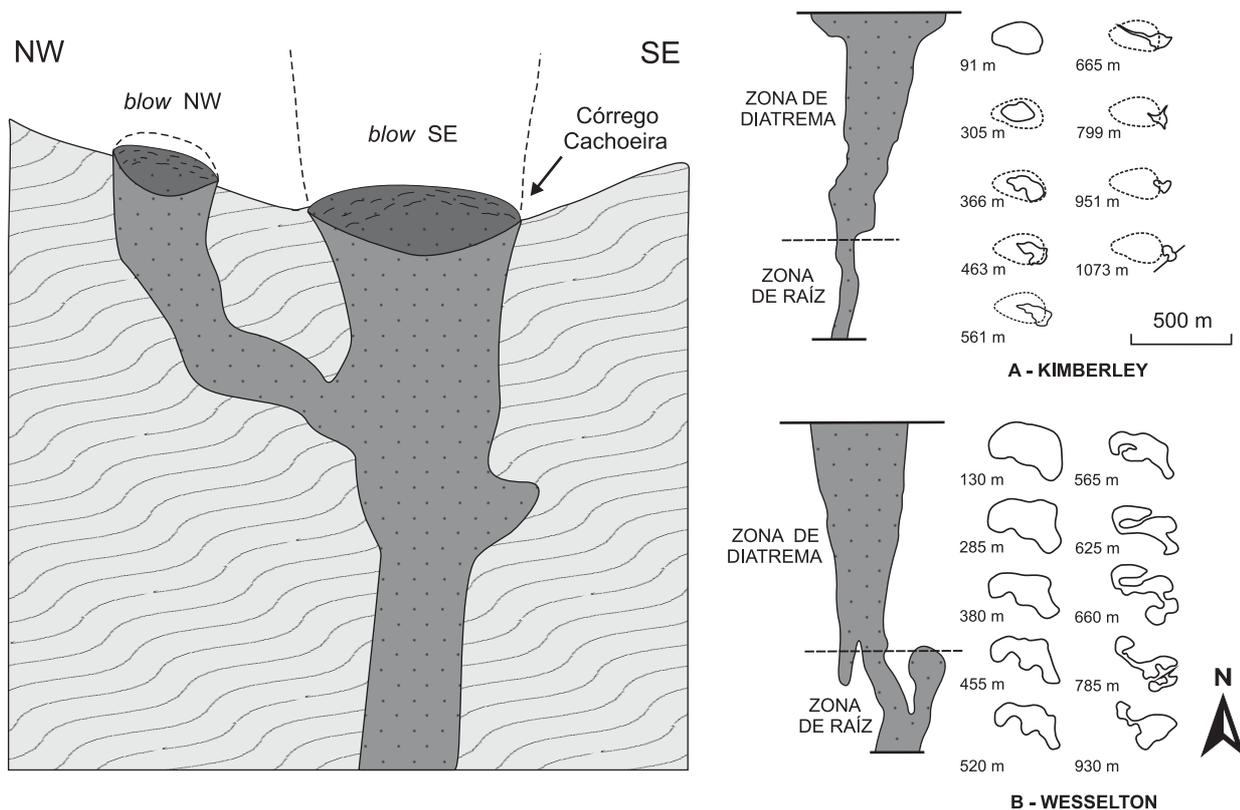


FIGURA 4. Modelo sugerido para explicar a relação entre os *blows* NW e SE da intrusão Canastra-1, tendo ao lado o comportamento em profundidade de dois conhecidos *pipes* sul-africanos, Kimberley e Wesselton (extraído de Mitchell, 1986). No segundo, na zona de raiz, configura-se um conduto abortado de modo muito semelhante ao modelo ora apresentado.

MINERALOQUÍMICA DOS PRINCIPAIS INDICADORES DE DIAMANTE

Em campanhas de prospecção aluvionar para kimberlitos, os principais minerais indicadores do diamante são: piropo $[Mg_3Al_2(SiO_4)_3]$ rico em cromo, ilmenita $[Fe^{2+}TiO_3]$ rica em magnésio ou picroilmenita, e diopsídio $[CaMgSi_2O_6]$, em ordem decrescente de importância em decorrência da respectiva diminuição de resistência desses minerais durante o transporte fluvial. Tratando-se da prospecção de lamproítos, a esses três minerais pode ser acrescido o Cr-espinélio. A partir de material amostrado no perfil de transição entre o *yellowground* e o *blueground*, o qual agora constitui a seção de topo do *blow* mineralizado (SE) depois da fase de lavra experimental, cerca de 30 litros de solo “corrido” (minidrenagens secas deixadas pelas enxurradas) foram coletados na parte central do corpo visando os três citados minerais. Em laboratório, eles foram inicialmente separados em diversas frações granulométricas menores que 2 mm, tendo em vista obter-se a abundância relativa de cada um nas mesmas. Por fim, análises mineraloquímicas preliminares por MEV/EDS foram efetuadas, para certificação do mine-

ral e definição dos principais elementos presentes, depois complementadas com análises por microsonda eletrônica (WDS) para análises quantitativas, tendo como objetivo comparações desses minerais com os que ocorrem em depósitos de outros corpos kimberlíticos do Brasil e do mundo (Tabelas 1 e 2).

Em relação às granadas presentes, exames a olho-nu indicaram a ocorrência de indivíduos com três colorações típicas: laranja, vermelha e violeta. Sob lupa binocular, porém, observações sobre um grande número de grãos demonstraram a existência de todas as variações de matizes entre os tipos vermelhos e os alaranjados, pressupondo que ambos poderiam representar um mesmo tipo mineraloquímico. Em geral, as granadas laranjas são de menor tamanho (e só elas ocorrem nas frações menores que 1 mm), parecendo constituir lascas das bordas de granadas vermelhas, onde a concentração de cor foi menor. Os indivíduos vermelhos se encontram ainda como macrocristais na massa kimberlítica, podendo atingir até 2 cm de diâmetro, sendo quase sempre anédricos ou raramente subédricos apresentando, no *yellowground*, adiantado estado de alteração por oxidação. O terceiro tipo, ao contrário,

TABELA 1. Análises representativas sobre piropos de colorações alaranjadas e vermelhas do kimberlito Canastra-1 (todo ferro contido como FeO).

| N° | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | MgO | FeO | CaO | Cr ₂ O ₃ | MnO | TiO ₂ | Total |
|--------------------|------------------|--------------------------------|--------------|--------------|-------------|--------------------------------|-------------|------------------|---------------|
| Alaranjados | | | | | | | | | |
| Pyr-60 | 40,37 | 22,52 | 19,87 | 11,07 | 4,70 | 0,40 | 0,38 | 0,72 | 100,03 |
| Pyr-61 | 39,94 | 22,79 | 18,77 | 12,13 | 5,04 | 0,11 | 0,41 | 0,51 | 99,69 |
| Pyr-63 | 40,43 | 22,52 | 19,96 | 10,96 | 4,78 | 0,38 | 0,36 | 0,73 | 100,13 |
| Pyr-64 | 39,58 | 22,43 | 19,58 | 11,69 | 4,69 | 0,16 | 0,43 | 0,77 | 99,31 |
| Pyr-65 | 40,45 | 22,57 | 20,24 | 10,86 | 4,53 | 0,44 | 0,40 | 0,68 | 100,17 |
| Pyr-66 | 40,29 | 22,66 | 10,59 | 14,53 | 12,08 | 0,10 | 0,29 | 0,49 | 101,03 |
| Pyr-68 | 40,41 | 22,92 | 19,36 | 9,78 | 6,33 | 0,41 | 0,42 | 0,53 | 100,16 |
| Pyr-69 | 40,52 | 22,52 | 19,63 | 11,31 | 4,79 | 0,26 | 0,39 | 0,73 | 100,13 |
| Pyr-71 | 40,92 | 23,71 | 21,17 | 8,61 | 4,68 | 0,11 | 0,33 | 0,47 | 100,00 |
| Pyr-72 | 40,51 | 22,77 | 20,69 | 9,25 | 4,96 | 0,80 | 0,37 | 0,53 | 99,87 |
| Pyr-73 | 40,47 | 22,74 | 19,50 | 11,96 | 4,69 | 0,13 | 0,42 | 0,66 | 100,56 |
| Pyr-75 | 40,53 | 22,39 | 19,91 | 11,20 | 4,75 | 0,32 | 0,39 | 0,77 | 100,25 |
| Pyr-76 | 40,24 | 22,94 | 19,47 | 9,59 | 6,22 | 0,39 | 0,37 | 0,56 | 99,77 |
| Pyr-77 | 40,13 | 23,23 | 13,87 | 7,07 | 14,73 | 0,17 | 0,22 | 0,33 | 99,76 |
| Pyr-78 | 40,56 | 23,19 | 19,70 | 11,87 | 4,35 | 0,20 | 0,42 | 0,48 | 100,76 |
| Pyr-79 | 40,54 | 22,93 | 19,64 | 11,85 | 4,51 | 0,17 | 0,42 | 0,52 | 100,58 |
| Médias | 40,37 | 22,80 | 18,87 | 10,86 | 5,99 | 0,28 | 0,37 | 0,59 | |
| Vermelhos | | | | | | | | | |
| Pyr-10 | 41,92 | 21,71 | 20,22 | 7,79 | 4,42 | 2,08 | 0,28 | 0,46 | 98,88 |
| Pyr-12 | 40,39 | 21,91 | 21,32 | 8,27 | 4,96 | 2,21 | 0,36 | 0,70 | 100,10 |
| Pyr-14 | 41,72 | 21,77 | 18,10 | 10,78 | 4,99 | 0,74 | 0,39 | 0,88 | 99,37 |
| Pyr-15 | 40,45 | 21,42 | 20,91 | 9,37 | 5,01 | 1,78 | 0,32 | 0,85 | 100,12 |
| Pyr-16 | 41,73 | 21,28 | 18,82 | 9,66 | 5,07 | 1,54 | 0,28 | 0,93 | 99,31 |
| Pyr-17 | 40,47 | 21,68 | 20,82 | 9,65 | 4,91 | 1,45 | 0,30 | 0,83 | 100,11 |
| Pyr-18 | 41,51 | 22,31 | 18,23 | 11,19 | 4,72 | 0,31 | 0,37 | 0,67 | 99,31 |
| Pyr-20 | 40,74 | 22,42 | 20,47 | 10,47 | 4,76 | 0,99 | 0,33 | 0,79 | 100,97 |
| Pyr-21 | 41,25 | 21,08 | 19,60 | 8,01 | 5,23 | 3,33 | 0,29 | 0,76 | 99,55 |
| Pyr-23 | 40,04 | 22,28 | 20,13 | 10,86 | 4,82 | 0,76 | 0,37 | 0,89 | 100,14 |
| Médias | 41,02 | 21,79 | 19,86 | 9,60 | 4,89 | 1,52 | 0,33 | 0,78 | |

está contido quase exclusivamente nas frações menores que 1 mm, e apresenta uma coloração característica violeta com matizes púrpuras, designada na literatura como *grapefruit* (Mitchell, 1986). Além de somente ocorrerem nas frações mais finas, essas granadas aparecem com formas arredondadas (fragmentos de esferas também são comuns), provavelmente constituindo produtos de dissolução de cristais euédricos com forma original hexaoctaédrica, segundo observações detalhadas no microscópio eletrônico de varredura.

Análises com microsonda eletrônica nas três citadas variedades demonstraram que realmente inexistem diferenças significativas entre os piropos vermelhos e os alaranjados (Tabela 1). Os conteúdos mais altos em ferro os aproximam da composição

almandina $[\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3]$ na série isomórfica, enquanto os teores de cromo são muito baixos (menor que 1% de Cr_2O_3 em geral), verificando-se ainda nos alaranjados uma acentuada tendência à depleção nesse óxido (médias de 0,28% nas alaranjadas contra 1,52% nas vermelhas). De outro modo, os piropos de cor violeta são típicos Cr-piropos (média de 5,03% em 30 grãos), e os valores superiores em MgO e menores em FeO indicam a forte concentração da fase piropo na mesma série (Tabela 2). Chaves & Benitez (2007) em análises preliminares com número reduzido de indivíduos, procuraram situar o posicionamento dessas granadas nos esquemas classificatórios de Dawson & Stephens (1975) e Grütter et al. (2004), onde o mineral é quimicamente identificado de G-1 a G-12, bem como

TABELA 2. Análises representativas sobre piropos de cor violeta do kimberlito Canastra-1 (todo ferro contido como FeO).

| N° | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | MgO | FeO | CaO | Cr ₂ O ₃ | MnO | TiO ₂ | Total |
|-------------------|------------------|--------------------------------|--------------|-------------|-------------|--------------------------------|-------------|------------------|---------------|
| <i>Grapefruit</i> | | | | | | | | | |
| Pyr-1 | 42,12 | 21,30 | 19,32 | 8,91 | 4,97 | 1,93 | 0,27 | 0,66 | 99,49 |
| Pyr-2 | 42,24 | 20,92 | 20,26 | 7,21 | 4,88 | 3,14 | 0,25 | 0,34 | 99,24 |
| Pyr-3 | 41,87 | 20,39 | 20,25 | 6,99 | 5,08 | 3,77 | 0,27 | 0,47 | 99,10 |
| Pyr-4 | 41,71 | 21,57 | 19,83 | 7,69 | 4,59 | 3,02 | 0,37 | 0,23 | 99,01 |
| Pyr-5 | 42,42 | 21,10 | 20,36 | 7,58 | 4,81 | 2,61 | 0,25 | 0,46 | 99,59 |
| Pyr-6 | 41,91 | 20,42 | 19,19 | 7,30 | 5,29 | 4,47 | 0,35 | 0,19 | 99,11 |
| Pyr-7 | 42,21 | 21,38 | 19,45 | 8,53 | 4,87 | 2,36 | 0,28 | 0,51 | 99,58 |
| Pyr-8 | 42,24 | 21,18 | 20,21 | 7,30 | 4,80 | 2,50 | 0,27 | 0,48 | 98,99 |
| Pyr-9 | 41,30 | 18,74 | 18,49 | 7,14 | 6,21 | 6,55 | 0,34 | 0,43 | 99,19 |
| Pyr-40 | 40,67 | 21,04 | 21,51 | 6,89 | 4,99 | 4,52 | 0,30 | 0,12 | 100,04 |
| Pyr-41 | 41,24 | 21,96 | 21,45 | 7,69 | 4,52 | 3,02 | 0,30 | 0,14 | 100,33 |
| Pyr-43 | 39,85 | 20,44 | 19,93 | 8,12 | 5,00 | 4,67 | 0,51 | 0,13 | 98,65 |
| Pyr-44 | 41,00 | 20,66 | 21,94 | 6,75 | 4,84 | 4,25 | 0,29 | 0,38 | 100,10 |
| Pyr-45 | 40,47 | 21,09 | 19,16 | 8,45 | 5,29 | 3,54 | 0,57 | 0,05 | 98,63 |
| Pyr-46 | 40,11 | 19,28 | 20,64 | 7,26 | 5,65 | 6,50 | 0,37 | 0,28 | 100,10 |
| Pyr-47 | 39,39 | 18,19 | 20,03 | 7,41 | 6,28 | 7,54 | 0,39 | 0,24 | 99,47 |
| Pyr-48 | 39,83 | 19,76 | 21,47 | 6,49 | 5,50 | 5,96 | 0,36 | 0,46 | 99,82 |
| Pyr-80 | 42,12 | 21,22 | 21,06 | 5,48 | 5,06 | 4,51 | 0,35 | 0,16 | 99,96 |
| Pyr-81 | 42,21 | 22,32 | 21,28 | 6,23 | 4,60 | 3,06 | 0,31 | 0,22 | 100,25 |
| Pyr-82 | 41,45 | 21,00 | 19,62 | 6,81 | 5,29 | 4,97 | 0,48 | 0,11 | 99,73 |
| Pyr-83 | 40,80 | 17,87 | 19,09 | 5,77 | 7,01 | 8,55 | 0,37 | 0,17 | 99,64 |
| Pyr-84 | 41,99 | 20,79 | 21,47 | 5,44 | 5,08 | 4,40 | 0,29 | 0,37 | 99,83 |
| Pyr-85 | 41,15 | 19,41 | 20,00 | 5,78 | 5,93 | 6,76 | 0,39 | 0,25 | 99,68 |
| Pyr-86 | 40,43 | 18,72 | 19,19 | 5,15 | 6,55 | 8,86 | 0,36 | 0,51 | 99,77 |
| Pyr-87 | 41,50 | 21,70 | 18,71 | 7,34 | 5,79 | 3,82 | 0,54 | 0,02 | 99,41 |
| Pyr-88 | 41,00 | 19,96 | 20,67 | 4,81 | 5,61 | 5,82 | 0,35 | 0,52 | 98,74 |
| Pyr-89 | 40,59 | 18,50 | 19,37 | 5,64 | 6,51 | 7,39 | 0,38 | 0,29 | 98,67 |
| Pyr-93 | 39,93 | 19,11 | 17,69 | 6,91 | 6,82 | 9,05 | 0,29 | 0,22 | 100,02 |
| Pyr-94 | 40,80 | 19,90 | 20,97 | 6,60 | 5,70 | 6,25 | 0,30 | 0,18 | 100,70 |
| Pyr-95 | 41,19 | 18,35 | 19,29 | 7,42 | 6,01 | 6,96 | 0,38 | 0,47 | 100,07 |
| Médias | 41,19 | 20,28 | 20,06 | 6,90 | 5,45 | 5,03 | 0,35 | 0,30 | |

se determinam suas importâncias em relação à prospecção diamantífera. De acordo com esses dados, as granadas estudadas se posicionaram respectivamente nos campos G-1 (as vermelhas e alaranjadas) e G-9 (as violetas) de tais autores (Chaves & Benitez, 2007); nenhuma delas porém situando-se no campo das G-10, com alto Cr₂O₃ e baixo CaO, as quais são estreitamente ligadas a kimberlitos férteis. As análises ora fornecidas, basearam-se em amostragem abrangendo número maior de indivíduos (Tabela 2), e caracterizaram uma população de Cr-piropos dominada por um *trend* fortemente lherzolítico, e novamente não revelou nenhum

piropo no campo G-10. De fato, tais granadas devem ser muito raras no kimberlito Canastra-1. Em Cookembo (2005), apresenta-se um gráfico onde aparece somente uma reduzidíssima parcela de piropos G-10 neste corpo, mas deve ser ressaltado que tal estudo, baseado no banco de dados da De Beers, provavelmente relacionou análises de alguns milhares de indivíduos.

A ilmenita ocorre como indivíduos irregulares, desde megacristais com cerca de 3 cm de diâmetro até grãos submilimétricos, sendo largamente o mineral indicador mais comum no kimberlito. Muitas vezes esse mineral apresenta-se encapado por uma crosta verde

clara, heterogênea, resultado de sua alteração para perovskita conforme demonstrado em análises por MEV/EDS. Em termos químicos (Tabela 3), o mineral pode ser considerado como uma ilmenita magnésiana (picroilmenita), apresentando duas tendências nítidas na concentração de MgO: uma (mais comum) em torno de 9% e outra (rara) levemente superior a 14%. Embora a maioria dos espécimes seja relativamente depletado em MgO em relação a diversos kimberlitos diamantíferos sul-africanos, onde esse óxido pode alcançar médias próximas de 20% (Mitchell, 1986), são valores que se assemelham às ilmenitas de outras localidades de Minas Gerais, como o kimberlito Vargem (Coromandel) e o conglomerado tufáceo de Romaria (Svisero et al., 1977; Svisero & Meyer, 1981). Entretanto, os dados de Cr₂O₃ são inferiores aos desses últimos locais, onde alcançam até mais que 2%, e bem mais próximos dos kimberlitos diamantíferos africanos, onde tais valores em geral também não são superiores a 1% (Mitchell, 1986).

O diopsídio rico em cromo é um dos minerais indicadores do diamante, porém ocorre preferencialmente no sedimento eluvionar ou nas proximidades de suas fontes primárias (Mitchell, 1986). No concentrado, ele apresenta cor verde-oliva típica, reconhecendo-se macrocristais prismáticos de até 1 cm de comprimento, embora mais comumente apareça na fração inferior a 1 mm. Comparando-se com o kimberlito Vargem, as análises revelaram médias relativamente superiores de magnésio e cálcio (Tabela 3). Entretanto, a principal característica química desse mineral é a depleção em Cr₂O₃ (cerca de 1% nas amostras analisadas), já que tal valor pode alcançar mais que 2% no *pipe* Vargem (Svisero et al., 1977). Interessante observar que valores baixos em Cr₂O₃ são também encontrados em diopsídios inclusos em diamantes brasileiros (Svisero, 1983), bem como em diversos outros kimberlitos mundiais, a exemplo dos *pipes* diamantíferos sul-africanos Letseng-la-terae, Kao, Monastery e Koffiefontein (Mitchell, 1986).

ATRIBUTOS ECONÔMICOS

Dos seis poços de pesquisa abertos nas margens do Córrego Cachoeira, que levaram à descoberta da

mineralização em 1991, cinco destes se deram sobre ou nas proximidades do *blow* NW, do lado esquerdo do córrego, onde de um total de 63 m³ de rocha somente 0,012 ct totais de microdiamantes foram extraídos (SAMSUL, 2007). Ainda segundo este trabalho, no sexto poço (que atingiu o *blow* SE), maior e situado do lado direito do córrego, foram escavados 62 m³ de rocha e recuperados 765 pedras, entre micro e macrodiamantes, perfazendo 19,079 ct. Com o prosseguimento da pesquisa neste *blow*, a avaliação do total das reservas em diamante do kimberlito Canastra-1 apoiou-se principalmente em sondagem rotativa diamantada e amostragem de grande volume, bem como modelamento geológico. Na pesquisa detalhada de kimberlitos, considerando-se a distribuição dos diamantes como completamente aleatória, a confiabilidade dos resultados será função do volume de rocha amostrado.

Na planta experimental da lavra operada pela SAMSUL, para processar um grande volume do corpo mineralizado, cerca de 15.000 m³ de kimberlito foram tratados para obtenção da parte principal das reservas. Estas totalizaram 2.300.000 t de rocha a um teor médio de 16 ct/100 t de diamantes até 140 m de profundidade, estimando-se em 260.000 ct contidos (SAMSUL, 2007). Entretanto, na avaliação econômica de um depósito diamantífero um outro fator fundamental é a quantificação do seu valor médio (dado em US\$/ct) e, nesse sentido, o diamante do Distrito do Alto São Francisco é considerado como um dos mais valorizados do Brasil, atingindo cifras da ordem de US\$150-200/ct (Barros, 1993), números que provavelmente também correspondam ao do corpo em questão (C. Plestschette, inf. verbal, 2007). Considerando-se a qualificação comercial aproximada do diamante desse distrito variando em torno de 76% de cristais gemológicos e *chips*, contra 24% de industriais, sendo típicas as pedras de forma octaédrica com elevados graus de pureza e cores altamente gemológicas (D até I, conforme a classificação do Gemmological Institute of America – Gaal, 1977), designadas no mercado como diamantes “tipo-Canastra”. Tais dados fazem, sem dúvida, do kimberlito Canastra-1 um dos mais ricos de toda Terra em termos de valores/peso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo menos cinco populações distintas de diamantes são verificadas na Província da Serra da Canastra. A população mais característica e de maior valor agregado, presente nos kimberlitos Canastra-1, Canastra-8, e na zona do Rio São Francisco até as imediações de Vargem Bonita, bem como nos depósitos dos rios Santo Antônio (Delfinópolis) e Misericórdia-

Santa Tereza (Ibiá), é a que tipifica o diamante do “tipo-Canastra”. No Rio Santo Antônio (São Roque de Minas), no entanto, a ocorrência de diamantes coloridos (*fancies*) como os da região do Rio Abaeté, inexistentes na área anterior, indica que o(s) corpo(s) kimberlítico(s) amostrou(aram) sítios diferenciados do manto superior. No Rio Quebra-Anzol, a norte, a

TABELA 3. Análises representativas sobre ilmenitas magnesianas e diopsídios do kimberlito Canastra-1 (todo ferro contido como FeO).

| N° | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | MgO | FeO | CaO | Cr ₂ O ₃ | MnO | TiO ₂ | Na ₂ O | Total |
|------------------|------------------|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------------|-------------|------------------|-------------------|---------------|
| Ilmenita | | | | | | | | | | |
| Ilm-01 | ND | 0,53 | 10,07 | 37,14 | ND | 0,14 | 0,25 | 51,30 | ND | 99,43 |
| Ilm-05 | ND | 0,47 | 14,11 | 28,94 | ND | 1,60 | 0,31 | 54,61 | ND | 100,04 |
| Ilm-06 | ND | 0,45 | 8,61 | 41,47 | ND | 0,18 | 0,24 | 49,33 | ND | 100,28 |
| Ilm-09 | ND | 0,45 | 8,79 | 41,26 | ND | 0,11 | 0,28 | 47,80 | ND | 98,69 |
| Ilm-11 | ND | 0,44 | 8,63 | 41,48 | ND | 0,15 | 0,25 | 48,21 | ND | 99,16 |
| Ilm-13 | ND | 0,45 | 8,83 | 41,31 | ND | 0,12 | 0,24 | 48,31 | ND | 99,26 |
| Ilm-51 | ND | 0,51 | 9,54 | 40,59 | ND | 0,13 | 0,18 | 48,87 | ND | 99,82 |
| Ilm-53 | ND | 0,47 | 10,74 | 38,44 | ND | 0,11 | 0,16 | 50,45 | ND | 100,37 |
| Ilm-56 | ND | 0,39 | 9,32 | 39,23 | ND | 0,01 | 0,28 | 50,95 | ND | 100,18 |
| Ilm-58 | ND | 0,23 | 14,29 | 27,78 | ND | 0,71 | 0,24 | 56,12 | ND | 99,37 |
| Ilm-59 | ND | 0,29 | 11,07 | 36,75 | ND | 0,10 | 0,34 | 51,20 | ND | 99,75 |
| Ilm-62 | ND | 1,33 | 10,66 | 37,67 | ND | 0,12 | 0,53 | 49,21 | ND | 99,52 |
| Ilm-65 | ND | 0,35 | 8,92 | 42,48 | ND | 0,05 | 0,27 | 47,49 | ND | 99,56 |
| Ilm-66 | ND | 0,36 | 9,61 | 38,80 | ND | 0,03 | 0,18 | 49,38 | ND | 98,45 |
| Ilm-68 | ND | 0,44 | 8,25 | 43,33 | ND | 0,20 | 0,40 | 46,87 | ND | 99,49 |
| Ilm-69 | ND | 0,47 | 14,16 | 28,92 | ND | 0,96 | 0,34 | 54,05 | ND | 98,90 |
| Ilm-70 | ND | 0,43 | 10,91 | 37,11 | ND | 0,19 | 0,23 | 50,86 | ND | 99,73 |
| Ilm-71 | ND | 0,50 | 8,51 | 40,92 | ND | 0,11 | 0,32 | 49,65 | ND | 100,01 |
| Médias | ND | 0,48 | 10,33 | 37,92 | ND | 0,28 | 0,28 | 50,26 | ND | |
| Diopsídio | | | | | | | | | | |
| Dio-20 | 55,09 | 1,49 | 18,47 | 4,36 | 18,45 | 0,38 | 0,13 | 0,25 | 1,14 | 99,76 |
| Dio-21 | 54,72 | 1,24 | 16,97 | 2,86 | 22,22 | 0,20 | 0,06 | 0,25 | 0,93 | 99,45 |
| Dio-22 | 54,49 | 0,92 | 16,48 | 2,79 | 22,62 | 0,53 | 0,10 | 0,20 | 0,91 | 99,04 |
| Dio-23 | 54,20 | 1,62 | 19,10 | 4,40 | 16,81 | 0,59 | 0,12 | 0,22 | 1,26 | 98,32 |
| Dio-24 | 54,66 | 1,16 | 17,09 | 2,99 | 21,62 | 0,35 | 0,08 | 0,27 | 0,97 | 99,19 |
| Dio-25 | 54,56 | 1,38 | 19,04 | 3,84 | 17,50 | 0,62 | 0,10 | 0,18 | 1,07 | 98,29 |
| Dio-26 | 54,75 | 1,20 | 17,21 | 3,26 | 21,08 | 0,26 | 0,09 | 0,28 | 0,99 | 99,12 |
| Dio-28 | 54,41 | 1,22 | 16,88 | 2,81 | 22,16 | 0,19 | 0,07 | 0,26 | 0,95 | 98,95 |
| Dio-29 | 55,01 | 1,56 | 19,45 | 4,05 | 17,14 | 0,70 | 0,10 | 0,21 | 1,13 | 99,35 |
| Dio-30 | 54,77 | 1,42 | 18,34 | 4,20 | 18,34 | 0,39 | 0,12 | 0,26 | 1,12 | 98,96 |
| Dio-31 | 54,55 | 1,44 | 18,76 | 4,17 | 17,98 | 0,46 | 0,12 | 0,23 | 1,11 | 98,82 |
| Dio-62 | 54,26 | 2,07 | 15,63 | 2,50 | 19,13 | 2,70 | 0,12 | 0,08 | 3,06 | 99,55 |
| Dio-63 | 53,78 | 3,45 | 14,63 | 2,69 | 17,59 | 3,16 | 0,07 | 0,09 | 4,80 | 100,06 |
| Dio-65 | 54,24 | 1,44 | 17,29 | 1,70 | 22,29 | 1,61 | 0,07 | 0,05 | 1,64 | 100,33 |
| Dio-67 | 56,86 | 1,82 | 15,72 | 2,46 | 19,62 | 1,08 | 0,03 | 0,06 | 1,82 | 99,75 |
| Dio-69 | 53,75 | 2,43 | 16,10 | 2,10 | 19,72 | 2,70 | 0,05 | 0,13 | 2,64 | 99,62 |
| Dio-70 | 54,04 | 1,48 | 20,53 | 3,48 | 17,42 | 0,83 | 0,18 | 0,16 | 0,89 | 98,81 |
| Dio-72 | 55,31 | 1,46 | 18,51 | 2,96 | 18,87 | 1,53 | 0,12 | 0,24 | 1,12 | 100,12 |
| Dio-75 | 55,72 | 1,45 | 19,06 | 2,78 | 19,06 | 0,86 | 0,14 | 0,17 | 1,16 | 100,40 |
| Médias | 54,68 | 1,59 | 17,65 | 3,18 | 19,45 | 1,01 | 0,10 | 0,18 | 1,51 | |

tipologia dos diamantes é muito semelhante à da região de Coromandel, isto é, diamantes rombododecaédricos altamente dissolvidos constituem mais que 80% dos lotes. Uma quarta população refere-se à do Rio Samburá; nesse local ocorre o predomínio absoluto de diamantes pequenos (<0,20 ct) e de forma rombododecaédrica moderadamente dissolvida, de grande semelhança com a da Serra do Espinhaço, região de Diamantina, no norte de Minas Gerais, onde os diamantes foram reciclados em vários ciclos geológicos (Chaves, 1997). Por fim, a população do Distrito do Médio Rio Grande corresponde a uma grande diversidade de tipos e tamanhos, provavelmente porque se originou dessas (e talvez ainda outras) das regiões anteriormente descritas.

A mudança de *status* da Província Diamantífera da Serra da Canastra, de uma pequena e localizada área produtora de diamantes para um pólo de alto potencial prospectivo ao encontro de fontes primárias, revela-se sem dúvida como um novo marco na história da mineração desse mineral no país. Embora constitua uma rara exceção a nível mundial, primeiramente pelos expressivos teores presentes em uma zona de raiz da intrusão, e também por uma inusitada relação gema/ indústria para um corpo primário, a constatação de reservas diamantíferas economicamente lavráveis no kimberlito Canastra-1 (os dados de 260.000 ct contidos relatados pela mineradora responsável, são valores considerados extremamente moderados pelos autores), bem como o grande potencial do kimberlito Canastra-8 na mesma região e a ocorrência de dezenas de outros corpos ainda mal conhecidos, realçam tal importância. Além disso, essas descobertas representam ainda uma mudança radical na própria geologia econômica do país. De fato, caem por terra as hipóteses que consideravam estéreis os kimberlitos da porção sudoeste de Minas

Gerais (p.ex., Tompkins & Gonzaga, 1989; Gonzaga et al., 1994), ou de que a totalidade desses corpos poderia estar erodida até níveis críticos de teores, com a parte economicamente minerável tendo sido distribuída para depósitos detríticos, antigos ou recentes (p. ex., Chaves, 1991).

A assinatura dos minerais indicadores de kimberlitos diamantíferos na Faixa Brasília contrasta com a da maioria das outras áreas produtoras de diamantes, devido a ocorrência muito restrita de granadas G-10, subcálcicas e ricas em cromo. Embora incomuns, tais assinaturas de piropo são encontradas em algumas outras províncias diamantíferas, como nos *clusters* de Banankoro e Bouro, no Mali, Oeste Africano (Skinner et al., 2004). Trabalhos futuros são ainda necessários para determinar se esses aspectos, presentes em certos locais da faixa de dobramento, podem ser aplicados para o Cráton do São Francisco de modo geral. Tais considerações abrem novas perspectivas à prospecção de outros corpos na Província da Serra da Canastra, bem como a pesquisas adicionais em corpos já conhecidos, muitas vezes ainda não bem caracterizados. As tecnologias introduzidas nos últimos 20 anos desde a descoberta e desenvolvimento do *pipe* lamproítico de Argyle (Austrália), em região de faixa de dobramentos acrescida a um cráton, contexto semelhante ao da região em foco, podem servir como modelo para uma nova fase de pesquisas. A citada descoberta na Austrália mudou o panorama econômico do diamante no mundo, com este país tornando-se seu maior produtor nas últimas três décadas. Com a exploração do kimberlito Canastra-1, deve-se também possibilitar e incentivar a pesquisa científica em relação ao manto superior sob o Brasil, praticamente desconhecido e de grande importância para o conhecimento da evolução global.

AGRADECIMENTOS

Os estudos pertinentes iniciados durante a década de 1990 na região contaram com o apoio de Projeto de Pesquisa apoiado pela PRPq-UFGM a um dos autores (MLSCC). No presente, os autores expressam agradecimentos à SAMSUL Mineração, em especial aos seus diretores Stephen Fabian e Érico Ribeiro, pela permissão e incentivo ao estudo do kimberlito Canastra-1, e aos geólogos Jefferson Miranda e Cristina Pletschette pelos acompanhamentos de campo. O primeiro autor recebe Bolsa de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALKMIM, F.F.; BRITO-NEVES, B.B.; ALVES, J.A.C. Arcabouço tectônico do Cráton São Francisco – uma revisão. In: J.M. DOMINGUEZ & A. MISI (Eds.), **O Cráton do São Francisco**. Salvador: Convênio SBG-SGM-CNPq, p. 45-62, 1993.
2. ARID, F.M. & BARCHA, S.F. Origem do diamante detrítico do vale do Rio Grande. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1974, Porto Alegre. **Resumo das Comunicações...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974, Boletim 1, p. 41-44.

3. BARBOSA, O. Guia de Excursões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 9, 1955, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1955, 9 p.
4. BARBOSA, O. **Diamante no Brasil – histórico, ocorrência, prospecção e lavra**. Brasília: Publicação CPRM, 136 p., 1991.
5. BARBOSA, O.; BRAUN, O.P.G.; DYER, R.C.; CUNHA, C.A.B.R. **Projeto Chaminés: geologia da região do Triângulo Mineiro**. Petrópolis: Convênio DNPM/PROSPEC, Relatório Final, 116 p., 1967.
6. BARBOSA, O.; BRAUN, O.P.G.; DYER, R.C.; CUNHA, C.A.B.R. Geologia da região do Triângulo Mineiro. **Boletim DNPM/DFPM**, v. 136, p. 1-140, 1970.
7. BARROS, M.J.P. **Diamante industrial – Local Fazenda dos Bentos e dos Chinelos, São Roque de Minas e Vargem Bonita**. Rio de Janeiro: Mineração Serra da Canastra Ltda., Relatório Final de Pesquisa, 74 p., 1993.
8. BENITEZ, L. & CHAVES, M.L.S.C. Província Diamantífera da Serra da Canastra (MG). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 13, 2007, Diamantina. **Livro de Resumos...** Diamantina: Sociedade Brasileira de Geologia, 2007, p. 138.
9. BOLOGNA, M.S.; PADILHA, A.L.; VITORELLO, I.; FONTES, S.L. Tectonic insight into a pericratonic subcrustal lithosphere affected by anorogenic Cretaceous magmatism in Central Brazil inferred from long-period magnetotellurics. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 241, p. 603-616, 2006.
10. BRANCO, J.J.R. Conglomerado do Samburá, Minas Gerais. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 28, p. 295-301, 1956.
11. CASTRO FILHO, L.W. **Área Babilônia – Vargem Bonita e São Roque de Minas, MG**. Goiânia: Mineração Serra Formosa Ltda., Relatório Final de Pesquisa, 35 p., 1984.
12. CHAVES, M.L.S.C. Sequências cretácicas e mineralizações diamantíferas no Brasil Central e África Centro-Meridional: considerações preliminares. **Geociências**, v. 10, p. 231-245, 1991.
13. CHAVES, M.L.S.C. **Geologia e mineralogia do diamante da Serra do Espinhaço em Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1997. 289 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
14. CHAVES, M.L.S.C. **Geologia e mineralogia do diamante da região de Vargem Bonita, Minas Gerais**. Belo Horizonte: Projeto de Pesquisa PRPq-UFMG 23072.027794-05, Relatório Final, 10 p., 1999. (Inédito).
15. CHAVES, M.L.S.C. & BENITEZ, L. O “Certificado do Processo de Kimberley”: proposta para subsidiar sua implementação em bases científicas. **Geonomos**, v. 14, p. 37-44, 2006.
16. CHAVES, M.L.S.C. & BENITEZ, L. Kimberlito Canastra-1 (São Roque de Minas, MG): primeira reserva diamantífera primária comprovada do país. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 13, 2007, Diamantina. **Livro de Resumos...** Diamantina: Sociedade Brasileira de Geologia, 2007, p. 129.
17. CLIFFORD, T.N. Tectono-metallogenic units and metallogenic provinces of Africa. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 1, p. 421-434, 1966.
18. COOKEMBOO, H.O. Exploration for diamond-bearing kimberlite in the Brasília Belt of Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DO DIAMANTE, 4, 2005, Diamantina. **Anais...** Diamantina: Sociedade Brasileira de Geologia, 2005, p. 51-53.
19. DAWSON, J.B. & STEPHENS, W.E. Statistical analyses of garnets from kimberlites and associated xenoliths. **Journal of Geology**, v. 83, p. 5 89-607, 1975.
20. ETCHEBEHERE, M.L.C.; PONÇANO, W.L.; SILVA, R.B. Garimpos de diamante na região de Franca, SP. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 12, p. 67-77, 1991.
21. FERNANDES, L.A. & COIMBRA, A.M. A cobertura cretácea suprabásica no Estado do Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1992, v. 2, p. 06-508.
22. GAAL, R.A.P. **The diamond dictionary**. Santa Monica (USA): Gemmological Institute of America, 342 p., 1977.
23. GARCIA, M.D.M. **Prospecção mineral para kimberlito: Estudo de caso na Serra da Canastra, ênfase em magnetometria**. Rio de Janeiro, 2004. 128 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
24. GONZAGA, G.M.; TEIXEIRA, N.A.; GASPAS, J.C. The origin of diamonds in western Minas Gerais, Brazil. **Mineralium Deposita**, v. 29, p. 414-421, 1994.
25. GRÜTTER, H.S.; GURNEY, J.J.; MENZIES, A.H.; WINTER, F. An updated classification scheme for mantle-derived garnet, for use by diamond explorers. **Lithos**, v. 77, p. 841-857, 2004.
26. HARALYI, N.L.E. & SVISERO, D.P. O diamante Estrela da Capetinga. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1984, v. 12, p. 5006-5013.
27. HASUI, Y. & HARALYI, N.L.E. Aspectos lito-estruturais e geofísicos do Soerguimento do Alto Paranaíba. **Geociências**, v. 10, p. 57-77, 1991.
28. HASUI, Y.; SADOWSKI, G.R.; SUGUIO, K.; FUCK, G.F. The Phanerozoic tectonic evolution of the western Minas Gerais State. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 47, p. 431-438, 1975.
29. HEINECK, C.A.; LEITE, C.A.S.; SILVA, M.A.; VIEIRA V.S. **Mapa geológico do Estado de Minas Gerais, Escala 1:1.000.000**. Belo Horizonte: Convênio COMIG/CPRM, 1 folha, 2003.
30. KUN, N. The mineralogenetic provinces of Africa. **Economic Geology**, v. 58, p. 774-790, 1963.
31. LAMEGO, A.R. Contribuição à geologia do vale do Rio Grande, Minas Gerais. **Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico**, v. 70, p. 1-29, 1935.
32. LEITE, C.R.; BRANDT NETO, M.; CORREIA, C.T.; COIMBRA, A.M.; SOUZA, A. Diamantes da região de Franca: novas considerações sobre áreas-fontes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1984, v. 8, p. 3888-3895.
33. MENEZES, P.T.L. & GARCIA, M.D.M. Case history: kimberlite exploration at Serra da Canastra province, Brazil. **Geophysics**, v. 72, p. M1-M5, 2007.
34. MIRANDA, J. **Secção de Geologia**. In: RELATÓRIO ANUAL DO DIRETOR 1952, Rio de Janeiro, DNPM/DGM, p. 24-27, 1953.
35. MIRANDA, J. **Secção de Geologia**. In: RELATÓRIO ANUAL DO DIRETOR 1954, Rio de Janeiro, DNPM/DGM, p. 30-31, 1955.
36. MIRANDA, J. **Secção de Geologia**. In: RELATÓRIO ANUAL DO DIRETOR 1956, Rio de Janeiro, DNPM/DGM, p. 68-69, 1956.
37. MITCHELL, R.H. **Kimberlites – mineralogy, geochemistry, and petrology**. New York: Plenum Press, 442 p., 1986.
38. NISHIMURA, M.Y.; TANNUS, M.B.; ARAÚJO, A.G. Síntese dos recursos minerais da bacia do Alto São Francisco, Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1984, v. 8, p. 3562-3575.
39. OLIVEIRA, F.P. Minerographia brasileira ou descrição dos minerais encontrados no Brasil. **Boletim do Ministério da Agricultura**, v. 25, p. 1-22, 1936.

40. PENHA, U.C.; KARFUNKEL, J.; MAGALHÃES, P.C.V.; COSTA, K.V.; VOLL, E.; GONZAGA, G.M.; SABÓIA, L.A.; HARTMANN, M.B.; NASSIF, M.A.; CHAVES, M.L.S.C.; REINHARDT, M.C.; CAMPOS, J.E.G. Diamante em Minas Gerais: o Projeto SIGIM-Diamante/98 e síntese geológico-exploratória. **Geociências**, v. 19, p. 175-195, 2000.
41. PERDONCINI, L.C. **Evolução tectono sedimentar mesozóico-cenozóica da região de Franca**. Rio Claro, 2003. 245 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
42. PEREIRA, R.S. & FUCK, R.A. Archean nuclei and the distribution of kimberlite and related rocks in the São Francisco craton, Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 35, p. 93-104, 2005.
43. PETRASCHECK, W.E. Typical features of metallogenic provinces. **Economic Geology**, v. 60, p. 1620-1634, 1965.
44. PONÇANO, W.L.; SILVA, R.B.; ETCHEBEHERE, M.L.C. Avaliação preliminar do potencial diamantífero da região de Franca (SP). **Cadernos IG/UNICAMP**, v. 2, p. 54-89, 1992.
45. REIS, E. Os grandes diamantes brasileiros. **Boletim DNPM/DGM**, v. 191, p. 1-66, 1959.
46. SAMSUL - MINERAÇÃO DO SUL LTDA. **Memorial explicativo do empreendimento de exploração das reservas diamantíferas Canastra 1, São Roque de Minas – MG**. Belo Horizonte: Relatório sobre Processo DNPM 831.719/90, 27 p., 2007. (Inédito).
47. SILVA, J.N.; SEIXAS, S.R.M.; SANTOS, R.G.; SIGNORELLI, N.; COUTINHO, M.G.N.; ROCHA, J.M. **Projeto Mantiqueira-Furnas**. Belo Horizonte: Convênio DNPM-CPRM, Relatório Final, 334 p., 1978.
48. SKINNER, E.M.W.; APTER, D.B.; MORELLI, C.; SMITHSON, N.K. Kimberlites of the Man craton, West África. **Lithos**, v. 76, p. 233-259, 2004.
49. SVISERO, D.P. Composição química e origem de minerais inclusos em diamantes brasileiros: olivinas e piroxênios. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 55, p. 395-407, 1983.
50. SVISERO, D.P. & MEYER, H.O.A. Ilmenitas kimberlíticas da mina de diamantes de Romaria, MG. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 11, p. 217-221, 1981.
51. SVISERO, D.P.; HARALYI, N.L.E.; HASUI, Y.; ALGARTE, J.P. Aspectos geológicos e estruturais das ocorrências diamantíferas da região de Franca, São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4, 1983, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1983, p. 21.
52. SVISERO, D.P.; MEYER, H.O.A.; TSAI, H-M. Kimberlite minerals from Vargem (MG) diatreme, Brazil, and garnet lherzolite xenolith from Redondão diatreme. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 7, p. 1-13, 1977.
53. TOMPKINS, L. & GONZAGA, G.M. Diamonds in Brazil and a proposed model for the origin and distribution of diamond in the Coromandel region, Minas Gerais, Brazil. **Economic Geology**, v. 84, p. 591-602, 1989.

*Manuscrito Recebido em: 7 de julho de 2008
Revisado e Aceito em: 4 de dezembro de 2008*

