Revista Brasileira de Geociências 29(4):669-674, dezembro de 1999

DISCUSSÃO

SOBRE A POLÊMICA DA ORIGEM DO DIAMANTE NA SERRA DO ESPINHAÇO (MINAS GERAIS): UM ENFOQUE MINEROLÓGICO - DE MÁRIO LUIZ DE SÁ CARNEIRO CHAVES, JOACHIM KARFUNKEL & DARCI PEDRO SVISERO. 1998. RBG 28:285-294

PEDRO ANGELO ALMEIDA-ABREU* & FRIEDRICH E. RENGER**

A despeito da quantidade de dados mineralógicos e gemológicos reunidos e apresentados no artigo de Chaves *et al.* (1998) cremos que seja necessário discuti-los e visualizá-los sob outros prismas de observação como também considerar um sem número de dados geológicos e mineralógico-gemológicos que não foram incluídos no artigo em questão. A não discussão do modelo geológico dos depósitos de ruditos conforme a Fig. 4 (p. 292) apresentado no trabalho em apreço à luz dos mapas geológicos e dos extensivos dados de campo disponíveis, é exemplo da vontade de não considerar a geologia da região para sustentar o modelo metalogenético. Também, por ocasião do último Congresso Brasileiro de Geologia, onde essa discussão teve início, o apresentador da palestra evitou discutir a geologia da região.

Cremos que seja importante comunicar aos leitores e editores da RBG que algumas informações geológicas e "econômicas" apresentadas nesta discussão não constarão das fontes de forma a preservá-las de eventuais punições que poderiam ser impostas por suas empresas e/ou eventuais averiguações por parte do fisco. No entanto, a maioria dessas informações - senão todas - podem ser confirmadas com os geólogos Everaldo Gonçalves e Marcos B. Hartmann. O primeiro foi professor da UFMG de 1978 a 1980 e nos últimos 25 anos tem participado direta ou indiretamente em atividades de explotação de diamantes no âmbito da Serra do Espinhaço. O segundo, representando a empresa CINDAM, no período de 1990 a 1996 comprou e classificou cerca de 200 mil quilates de diamantes da Serra do Espinhaço (incluindo diamantes da Serra do Espinhaço da Bahia) e continua na mesma atividade desde 1996, então como Diretor da empresa CIDAMA.

Iniciamos a discussão por aspectos geológicos relevantes no entendimento da geologia do diamante da região, especialmente das unidades e áreas mineralizadas em diamantes da Serra do Espinhaço Meridional (SdEM): 1) O que representam e qual a origem dos filitos hematíticos que ocorrem intercalados nas formações São João da Chapada e Sopa-Brumadinho do Supergrupo Espinhaço? (a estratigrafia e localização dos povoados e lavras mencionados no texto são mostrados na Fig.l). 2) Por que foram encontrados diamantes nessas rochas, conforme Moraes (1934) e Correns (1932 - que encontrou além de dois fragmentos de diamante, entre outros, cristais euédricos de monazita, xenotima e rombododecaedros de granada "vermelho sangue")? - A mineralização de diamantes nos filitos hematíticos da Lavra da Perpétua foi comprovada recentemente por H. Marbler que encontrou um microdiamante de ca. de 200 microns em concentrado da rocha em questão amostrada nessa lavra (Diplomarbeit, Techn. Univ. de Berlin, em Preparação) - 3) Qual a origem e o ambiente das brechas quartzíticas do Membro Campo Sampaio da Formação Sopa-Brumadinho? (embora as rochas da região abordada apresentem metamorfismo de baixo grau, as fácies sedimentares mostram-se preservadas e para efeito de clareza utilizar-se-á a denominação da rocha sedimentar original).

Desde Correns (1932) que os filitos hematíticos vêm sendo considerados como rochas de origem ígnea apesar do entendimento do seu verdadeiro significado tenha sido feito apenas recentemente, ou seja, que representam rochas ígneas, principalmente básicas e ultrabásicas que passaram por processos intempéricos no Proterozóico após o vulcanismo (Knauer & Schrank 1993) e posteriormente metamorfisadas junto com as demais unidades do Sistema Espinhaço representando, portanto paleo-lateritas/-bauxitas. Essa afirmação está de acordo com todos os demais registros sedimentares das rochas encaixantes dos filitos hematíticos que evidenciam condições paleoclimáticas úmidas e de notável eficiência intempérica (ver discussão em Almeida Abreu 1993: 104-110 e 1996).

As brechas do Membro Campo Sampaio são matriz-suportadas, mostrando fragmentos de arenitos de dimensões milimétricas até maior de 20 cm, quase sempre muito angulosos, predominando fragmentos de cor rosa ou avermelhada e raros clastos de quartzo de veio mais ou menos arredondados e a matriz é geralmente pelítica a pelítica-arenosa. Compõem pacotes de espessura de dm a mais de 3 m e com formas e extensões variadas, incluindo veios encaixadas em metarenitos denunciando claramente seu caráter instrusivo-explosivo (v. Almeida Abreu 1996, Foto 7, p. 90). Assentam-se ou encaixam-se em uma associação de pelitos e arenitos os quais definem "bacias" extremamente restritas (200/800 m x 100/300 m) de preenchimento claramente agradacional e com vestígios de precipitação de evaporitos (Almeida Abreu 1993). Ora, essas brechas são frequentemente diamantíferas e mantêm rigorosamente as mesmas características textural-petrográficas em todos os locais em que ocorrem (João Boa, Campo Sampaio Novo e Velho, Pagão, Lavra do Barro Duro, Begônia, Morrinhos, Sopa, Brumadinho, Barro Branco, Barão do Guaicuí, Caxambu, Cavalo Morto e Campo da Dona - v. Fig. 1). Em 1991 foi encontrado um diamante de 32 ct na Lavra do João Boa e nos anos 50 a 80 as lavras de Campo Sampaio, Pagão e do Barro Duro produziram, com frequência, diamantes maiores do que 5 ct e eventualmente maiores de 10 et. Neste contexto, não há nenhum processo geológico conhecido ou imaginável que possa explicar a origem dessas brechas diamantíferas do Membro Campo Sampaio, que não como *vent breccias* depositadas em crateras do tipo *maar* (Almeida Abreu 1996). Os depósitos de conglomerados diamantíferos também são, no conjunto, um espetacular registro de uma área fonte proximal ou *in situ* para os diamantes e mesmo para os seus elementos do arcabouço. O fluxo sedimentar dos depósitos da Formação Sopa-Brumadinho foi claramente de W para E, incluindo os da região de Sopa-Guinda e Extração (Almeida Abreu 1993) e os de Presidente Kubitschek (Uhlein & Garcia 1987).

As fácies sedimentares mostram-se bem preservadas (em termos de qualidade e continuidade física dos afloramentos) caracterizando a progradação do sistema de W para E. Portanto, não é aceitável a proposta de Chaves (1997) de que os depósitos de conglomerados de Extração são mais antigos do que os depósitos de Sopa-Guinda a partir da retrogradação das falhas que controlaram o nível de base para deposição dos conglomerados e tampouco as calhas sedimentares dessas duas áreas (Extração e Sopa-Guinda, Fig. 1) tiveram história de sedimentação simultânea conforme bem documentado pelo registro sedimentar (v. discussão em Almeida Abreu 1996 e Almeida Abreu & Renger 1999). Essa proposta de Chaves (1997) não é fundamentada em nenhum registro geológico da região e tem o exclusivo propósito de sustentar sua teoria de que os diamantes da SdEM são provenientes de área fonte distante pois o fluxo sedimentar sendo de W para E, nesta direção a granulometria dos diamantes deveria mostrar progressiva diminuição e, ao contrário, os diamantes das lavras de conglomerados de Extração (que situa-se a cerca de 20 km ao oriente das de Sopa-Guinda, Fig.l) mostram, sistematicamente, diamantes maiores do que de todas as lavras de conglomerados de outras áreas da SdEM (inclusive um dos maiores diamantes extraído e registrado oficialmente de depósitos da SdEM - o Paulo de Frontim com 50 ct - foi encontrado em 1935 na lavra de Boa Vista, Distrito de Extração e tinha hábito

* - Instituto de Geociências da UFMG, Dept. de Geologia, Belo Horizonte; e-mail: pangelo@igc.ufmg.br
** - Centro de Pesquisa Manuel Teixeira da Costa, IGC, UFMG, Belo Horizonte

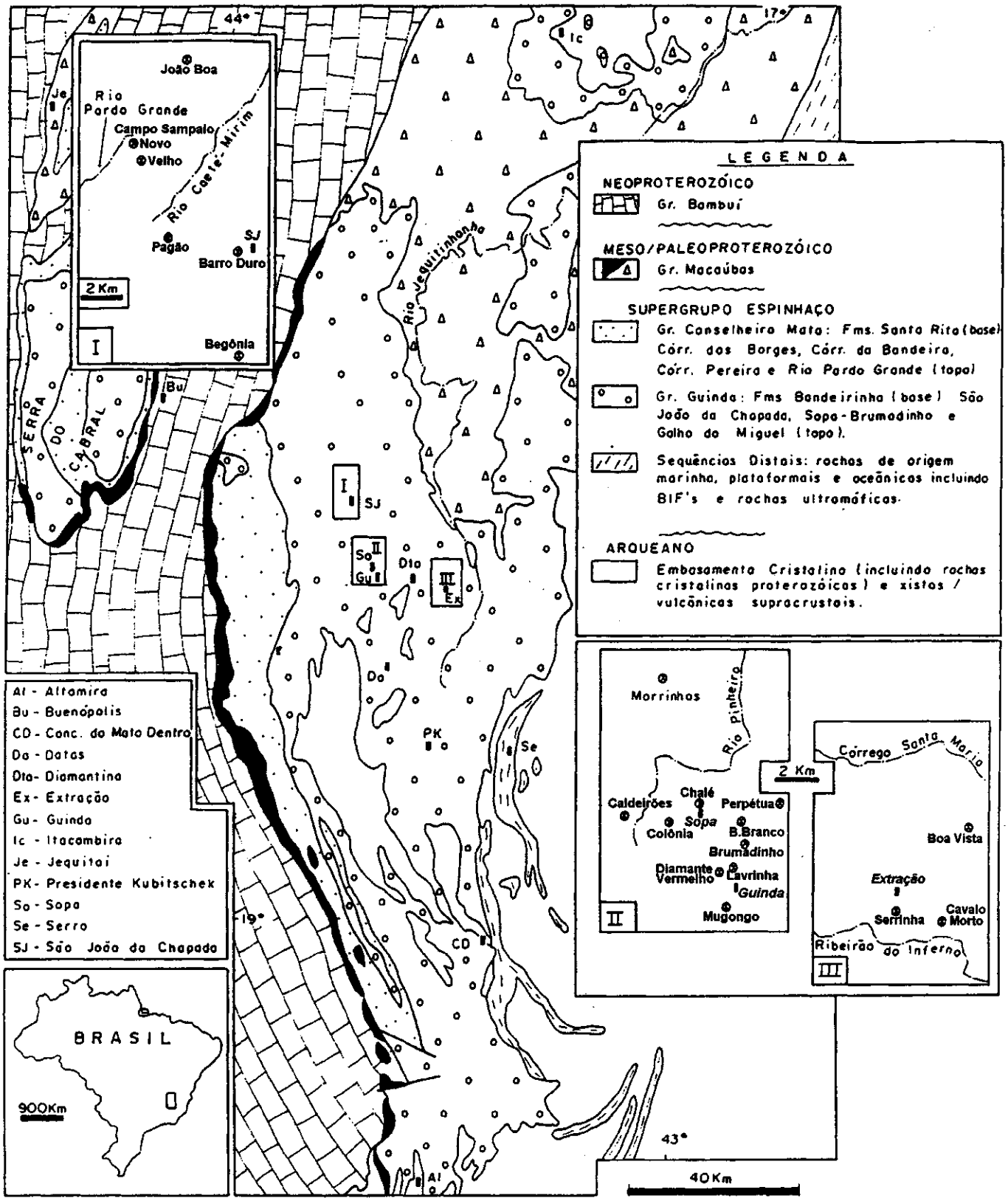

Figura 1 - Mapa geológico simplificado da Serra do Espinhaço Meridional (SdEM) mostrando a estratigrafia do Supergrupo Espinhaço e as localidades e lavras mencionadas no texto.

octaédrico, conforme foto disponível no Museu do Diamante em Diamantina).

Por sua vez, na área de Sopa-Guinda os depósitos de conglomerados mantêm sistematicamente as mesmas características: seixos mal selecionados, a presença de seixos e matacões angulosos ou subangulosos e o mesmo teor de diamantes. Ora numa seção longitudinal ao fluxo fluvial por 6 km (que é o caso entre as lavras dos Caldeirões e Brumadinho, Fig.l), as características desses depósitos deveriam sofrer severas alterações em termos de grau de arredondamento e seleção dos seixos tão bem como na granulometria dos diamantes a não ser que houvesse um controle na sedimentação por falhas normais ativas ao lado de cada depósito de conglomerado e/ou rejuvenescimento do relevo no sentido do fluxo sedimentar e nenhum desses fenómenos tem registro nessa área e reiteramos, nem a quantidade e qualidade dos afloramentos permitem sequer especular tais fenómenos. Portanto, os depósitos de conglomerados da Formação Sopa-Brumadinho, mineralizado ou não em diamantes, tem relação direta com " pulsos magmáticos" ou " explosões vulcânicas" que geraram os seixos por erosão das encaixantes. Por isso são reconhecidos classicamente como "intraformacionais", embora não se pudesse entender as notáveis variações dos tipos litológicos entre lavras do mesmo distrito como p. ex., os conglomerados da Serrinha mostram seixos de granitóides, formações ferríferas e fragmentos cm a dm de feldspatos, enquanto no Cavalo Morto encontram-se, além desses, seixos de quartzito com fuchsita e na Boa Vista nenhum desses tipos litológicos.

O vulcanismo kimberlítico ou lamproítico em bacias sedimentares ou lagos é caracteristicamente acompanhado de atividade freatomagmática que amplifica significativamente sua explosividade devido ao realce da fase gasosa pré-erupção (Nixon 1995, Lorenz 1998). Os materiais, incluindo cinzas, *lapilli,* bombas e fragmentos das encaixantes são lançados a 10 km de altura e espalhados num raio de 10 a 100 km (Lorenz 1998). A subsidência da cratera (por colapso, falhas circulares ou subsidência do tipo *cauldron* permite a acumulação de centenas de metros de material epiclástico (Nixon ibid.) e no caso de seccionar o lençol freático passa a sustentar um lago na cratera (Lorenz ibid.). É do conhecimento de todos que a única unidade do Grupo Guinda que mostra depósitos de pelitos em volumes significativos é a Formação Sopa-Brumadinho (Almeida Abreu 1995), mesmo na área de Extração onde aparece sob a forma de matriz nos conglomerados. Sua deposição em ambiente lacustre é clara (Almeida Abreu 1993) embora inicialmente pensado como definindo um único, largo e extenso lago. O mapeamento geológico detalhado mostrou, no entanto, que são lagos pequenos e individualizados com dimensões da ordem de várias centenas de metros a 1-2 km de extensão por poucas a várias centenas de metros de largura e esses lagos delimitam as crateras que receberam os pelitos (cinzas e *lapilli* intemperizados) e o material grosseiro erodido das encaixantes, concentrado pelo sistema fluvial e depositado juntamente com os diamantes para formar os depósitos de conglomerados. Morfologicamente essas crateras (lagos) mostram alguma semelhança com aquelas do Canadá (Nixon 1995) que também instalaram-se em bacia sedimentar com vulcanismo de notável atividade freatomagmática. São vários lagos dispostos irregularmente próximos entre si tipificando *cluster de* crateras no sentido de Nixon (1995). Portanto, os corpos maiores de pelitos e os conglomerados associados delimitam as crateras (kimberlíticas ou lamproíticas) de Sopa-Guinda que mostram-se encaixadas em rochas das formações Bandeirinha e/ou São João da Chapada como pode ser visto a N, NW e S de Guinda, a S e N de Sopa e nas lavras dos Caldeirões, da Colónia e do Bamba e em alguns locais com excepcional exposição da parede encaixante em angulo superior a 70°, o que está de acordo com o descrito por Lorenz (ibid.) para kimberlitos de diferentes regiões. Nas lavras da Serrinha e Cavalo Morto essa relação de preenchimento das crateras pelos conglomerados é ainda mais clara e mesmo espetacular.

As questões geológicas colocadas acima são suficientes para demonstrar que os diamantes não apenas são oriundos de fontes próximas mas, sobretudo, que as rochas primárias afloram, foram reconhecidas e que são efetivamente portadoras de diamantes no sentido de Almeida Abreu (1996). No entanto, achamos imprescindível discutir ainda vários dos dados e aspectos abordados no artigo em questão, considerando a forma em que foram apresentados, assumindo, muitas vezes, um caráter claramente sofismático. Por exemplo, a amostragem feita cf. descrição na p. 285 e Chaves (1997) nos conglomerados da Formação Sopa-Brumadinho e nos aluviões diamantíferos da região não foram mais extensivos - qualitativamente e quantitativamente - dos que as amostragens feitas nessas mesmas unidades-depósitos por Munhoz (1981), Hussak (1917) e Guimarães (1934), respectivamente. Vestígios (ou remanescentes) de minerais satélites clássicos foram encontrados em todas essas amostragens como perovskita, ilmenitas, titanomagnetita, espinélios e fosfates (ver discussão em Munhoz 1981 e Almeida Abreu & Munhoz 1983). O trabalho de Munhoz (1981) teve a supervisão de um de nos (PAA Abreu) e acompanhamento e tomou-se o cuidado de amostrar apenas a matriz dos conglomerados (de várias lavras de Datas, Sopa, Guinda e Extração) sem contaminação de material dos seixos e das encaixantes. A forte evidência de contribuição de rochas ultramáficas-ultrapotássicas para os conglomerados foi denunciada pelas ilmenitas e titanomagnetitas (as vezes com inclusões de apatita rica em Y e Si - Almeida Abreu & Munhoz 1983). O discreto registro de minerais satélites clássicos dos diamantes nesses conglomerados é devido a ambos: as intrusões ocorreram durante a sedimentação, concorrendo com um maior volume de aporte de material elástico e porque ocorreu em ambiente paleoclimático extremamente úmido e de pronunciada eficiência intempérica devido à elevada pressão de CO_2 atmosférico (Almeida Abreu 1996). Ademais, muitas rochas ígneas diamantíferas não mostram os satélites "habituais" (Bardet 1973: 48, Mitchell 1993, Peterson & LeCheminant 1996, MacRae et al. 1996) sendo comum, então, especialmente espinélios com ou sem a presença de perovskita e/ou magnetita, titanomagnetita e fosfates e todos esses minerais foram encontrados nas amostragens de Hussak (1917) e/ou Guimarães (1934) e/ou Munhoz (1981). Neste particular, por que Chaves *et al.* (1998) não refinaram as análises sobre os espinélios (incluindo aí as cromitas) de Extração a exemplo do que fizeram com os outros supostos satélites encontrados nos aluviões e rochas da região, considerando que tratam-se, potencialmente, do principal satélite do diamante da SdEM seguindo o observado pêlos autores acima referidos? Ora, em um raio de 50 km de Extração não afloram ou são conhecidas rochas ultramáficas e, portanto, as cromitas e a contaminação de rochas dessa área (agora representados por seixos de quartzito com fuchsita) tiveram como agente as rochas que forneceram os diamantes.

Chaves *et al.* (1998: 287) escreveram: "raríssimos cristais pesando mais de 5 ct, provavelmente ocorrendo na proporção de l para 100.000" e reforçam essa observação com os histogramas da Fig. 2. Pelo menos os dois colegas de Departamento (Chaves e Karfunkel), co-autores do trabalho em discussão, bem sabem que isso não é verdade pois estamos seguros que já viram ou foram informados dos milhares de lotes de diamantes que foram explotados em "poços" (nome popular dos *traps* naturais) dos rios-ribeirões Pardo Grande, Pardo Pequeno, Cachoeira, Chiqueiro, Paraúna, São Bartolomeu, do Inferno, Santa Maria, Pinheiro, Caeté-Mirim e Jequitinhonha. A exemplo, nos poços das Carocas, Pedro Dias e Lavra do Mato (Jequitinhonha) foram produzidos, nos anos 70, muitas centenas de diamantes maiores de 5 ct e milhares maiores de l ct. Os poços do Acaba Mundo e Santo António (Jequitinhonha) produziram também, em 1983 e 1984, respectivamente, mais de 100 diamantes maiores de 5 ct. No Rio Pinheiro, de abril a outubro de 1983, foram produzidos mais de 10 mil ct de diamantes e pelo menos 3 mil ct eram pedras superiores a l ct e cerca de 10% do peso total eram superiores a 5 ct, incluindo 2 diamantes com mais de 35 ct. Em 1998 foram encontrados 2 diamantes com cerca de 30 ct (cada), um no Rio Cacté-Mirim (a juzante de Quartéis) e outro no Jequitinhonha próximo a Carbonita. Os histogramas (Fig. 2A e B) representam uma amostragem de aluviões *útflats* desses rios e não inclui a parcela (e quão numerosa parcela se considerarmos a secular exploração - desde 1730 - do alto curso dos rios-riberões mencionados) retida nas centenas de *traps* das drenagens. Defender essa amostragem ilustrada naqueles histogramas como representativo do tamanho médio dos diamantes da SdEM - nos desculpem - é uma falácia. É tão absurdo como se fosse considerado típico da granulometria dos diamantes da SdEM os lotes de 25 ct e 8,5 ct produzidos nas lavras Lavrinha (Guinda) e Chalé (Sopa) em agosto de 1979 e em julho de 1997, respectivamente. Na primeira, um dos diamantes pesava 22 ct e na segunda compunha o lote um diamante de 5,2 ct e, portanto, 82% do peso seria representado por diamantes acima de 5 et. Mesmo no âmbito do Jequitinhonha onde a Mineração Rio Novo explota os cascalhos mineralizados foi localizado um dos maiores *traps* desse Rio (o poço "Saco do Otávio") que nunca foi sequer amostrado (conhecido apenas por trabalho de geofísica). Também os dados de Haralyi & Svisero citados como referência (p. 287) da média de peso dos diaman-

tes dos conglomerados não tem valor estatístico pois 90% ou mais dos conglomerados aflorantes da Lavra da Boa Vista (e que eram bem mineralizados - daí saiu o Paulo de Frontim de 50 ct) foram lavrados entre as décadas de 40 e 70 além do que, em vista da distribuição aleatória dos diamantes nos conglomerados - conforme exemplificado anteriormente - uma amostragem representativa destes deve envolver centenas de m^3 com coletas de diferentes locais dos corpos de uma mesma área.

Chaves *et al*. (1998) utilizam para sustentar a teoria proposta comparações mineralógicas e gemológicas com diamantes de idade fanerozóica. As peculiaridades mineralógicas-granulométricas dos diamantes de rochas pré-cambrianas foram bem exemplificadas por Bardet (1973,1974) Peterson & LeCheminant (1996) e MacRae *et al*. (1996). E isso parece de acordo com a origem do diamante *versus a* evolução do sistema litosférico-mantélico. A perspectiva da cristalização dos diamantes a partir de C de origem orgânica levado ao manto por subducção (Nixon *et al*. 1991, Peterson & LeCheminant 1996) e posteriormente trazidas á superfície por kimberlitos ou outras rochas implica em profundas diferenças nos diamantes do Precambriano comparados aos fanerozóicos na medida da variação na concentração de matéria orgânica ao longo do tempo e, muito mais, da energia termal disponível na litosfera e manto com reflexos diretos na termodinâmica do sistema e suas implicações endógenas e exógenas impostas pelo vigor da convecção mantélica. E como o fator de reabsorção influi na morfologia dos diamantes as variações seculares dos padrões geotermais impuseram também diferenças morfológicas entre diamantes precambrianos e fanerozóicos.

Chaves *et al*. (1998: 291) afirmam que os diamantes da SdEM foram depositados em um rifte e que os riftes não são sítios de magmatismo kimberlítico (isso não é universal na medida em que foram encontrados kimberlitos, embora estéreis, no *rift valley* da Tanzânia - Mitchell 1993 - e que lamproítos mineralizados são comuns em faixas dobradas, Mitchell ibid.). Em seguida, com base na ausência de diamantes policristalinos como o carbonado, afirmam que os diamantes da SdEM são procedentes de áreas distantes (100 km ou mais). Ora, nesta mesma perspectiva, a Serra do Espinhaço da Bahia é também um *rift valley* e lá, afora o reportado elevado teor de carbonado (10a 20% p. 289) foram encontrados dois dos maiores diamantes do mundo ("Carbonado do Sérgio" - 3.167 ct. e "Casco de Barro" - ca. de 2.000 ct, Leonardos 1937). Portanto, na Bahia os diamantes estão *in situ* no *rift valley* ou então teríamos de admitir que, antes do transporte, esses carbonados teriam dimensões gigantes com pesos acima de 10 mil ou 20 mil ct e isso não parece razoável, como não parece razoável, também, na perspectiva científica, uma conceituação que referencia "dois pesos e duas medidas".

No trabalho em apreço (p. 291) os autores estranham a dispersão (tamanho da superfície) com conglomerados mineralizados. Ora, na província diamantífera do Canadá rochas piroclásticas do vulcanismo kimberlítico ocupam, intercaladas nos sedimentos, milhares de km^2 (Nixon 1995).

Notável é que os diamantes de cada distrito (Extração, Datas, Sopa-Guinda, Campo Sampaio e outros) mostram, no conjunto, características próprias em termos de formas cristalográficas, cores, porosidade, dimensões e percentual de diamantes " indústria" (que representam diamantes não utilizados como gema). Isso vem caracterizar a identidade dos diamantes relativo ao seu *cluster* de chaminés vulcânicas. Procedendo de uma área distante, no curso do transporte os diamantes de diferentes distritos são misturados perdendo assim a identidade dos distritos e assumindo a identidade da província e assim são os diamantes do Rio Jequitinhonha: caracterizam a província da SdEM. Os lotes lavrados diretamente em conglomerados dos distritos mencionados mostram clara e inconfundível identidade própria (Marcos Hartmann - Com. Verbal 1996, 1999).

Chaves *et al*. (1998: 291) contestam, afirmando que " tais feições são inerentes às partes externas dos cristais". O Sr. M. Hartmann está no ramo de classificar e comprar diamantes há 10 anos. A variação de preços dessas gemas (e diga-se, com elevadíssimo valor agregado) tem relação direta, entre outros, com seus aspectos cristalográficos e assim não permite o reconhecimento equivocado de um ou outro aspecto das gemas classificadas sob pena de sofrer um grande prejuízo. Portanto, não creio que os autores do trabalho em discussão possam contestar a distintiva identidade dos diamantes dos respectivos distritos conforme reconhecido pelo Sr. Hartmann e por todos os " diamantários" da região.

Acreditamos que esta discussão é oportuna e absolutamente necessária considerando as suas implicações econômico-sociais e, no outro flanco, em face das nossas responsabilidades de pesquisadores e servidores públicos nessa questão. As reservas aluvionares e de conglomerados aflorantes da região estão próximas da exaustão, motivando a retração económica de vários municípios com notáveis consequências sociais. Um modelo metalogenético consistente é um pressuposto básico para o investimento de empresas do setor na prospecção e exploração de fontes primárias dos diamantes da Serra do Espinhaço.

Nos termos de Almeida Abreu (1996), acreditamos que parte dos sítios das rochas primárias dos diamantes da SdEM foram localizadas e essa proposta é fundamentada em dados de campo e suportada por conceitos e exemplos geológicos contemporâneos. A viabilidade económica ou não dos depósitos considerando as muitas variáveis envolvidas nos - e na exploração de - depósitos minerais será de responsabilidade da(s) empresa(s) que se dispuserem a investir nos mesmos.

Agradecimentos Os trabalhos de campo voltados para a análise da Bacia Espinhaço e estudo das áreas fontes dos diamantes da Serra do Espinhaço receberam apoio de projetos financiados pela FAPEMIG (Proc. CEX 1065/94) e CNPq (Proc. 000400012/97 e 420022/98-8). A recente reavaliação dos dados levantados com suporte de extensiva pesquisa bibliográfica recebeu o apoio da CAPES (Proc. BEX-0391/98) em programa de Pós-Doutorado de um dos autores (PAA Abreu).

Referências

Almeida Abreu RA. 1993. *A evolução geodinâmica da Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, Brasil*. Univ. Freiburg/Alemanha, Tese de Doutorado, 150 p.

Almeida Abreu P. A. 1995. Supergrupo Espinhaço: O rifte, a bacia e o orógeno. *Geonomos* **20**:1-18

Almeida Abreu P. A. 1996. O caminho das pedras. *Geonomos,* 20:77 - 93

Almeida Abreu P. A. & Munhoz D.T.V. 1983. A reconstituição paleogeográfica e o estudo dos minerais pesados como indicativos de áreas fontes primárias dos diamantes da Serra do Espinhaço, Minas Gerais. In: SBG/Núcleo Minas Gerais, Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 2, Belo Horizonte, *Anais,* 219-234.

Almeida Abreu P. A. & Renger F.E. (1999). Discussão:" O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: registro de uma bacia rifte-sag do Paleo/ Mesoproterozóico". *Rev. Brás. Geoc.,no* prelo.

Bardet M.G. 1973. *Géologie du Diamant - Première Partie: Généralités*. Paris, B.R.G.M., 235 p. (Memoire 83)

Bardet M.G. 1974. *Géologie du Diamant - Deuxième Partie: Gisement de Diamant d'Afrique.* Paris, B.R.G.M., 235 p. (Memoire 83).

Chaves M.L. de S.C. 1997. *Geologia e mineralogia do diamante da Serra do Espinhaço em Minas Gerais*. São Paulo, IG/Univ. São Paulo, Tese de Doutoramento, 289 p.

Chaves M.L. de S.C., Karfunkel J. & Svisero D.P. 1998. Sobre a polémica da origem do diamante na Serra do Espinhaço (Minas Gerais): um enfoque mineralógico. *Rev. Brás. Geoc.,* **28**:295-294.

Correns C.W. 1932. Die Diamanten des Hochlandes von Minas Geraes, Brasilien. *Zeitschrift f Ur praktische Géologie. Jahrgang* 40, Heft **11**:161 -176

Guimarães D. 1934. *A margem de "Os satéllites do diamante".* Belo Horizonte, Serviço Geológico do Estado de Minas Gerais, 58p. (Monografia 2).

Hussak E. 1917. *Os satéllites do diamante.* Rio de Janeiro, Serviço Geológico e Mineralóigco do Brasil. 55p.

Knauer L.G. & Schrank A. 1993. A origem dos filitos hematíticos da Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais. *Geonomos,* **1**:33-38.

Leonardos O.H. 1937. *Diamante e carbonado na Bahia.* Rio de Janeiro, DNPM/SFPM, 21 p. (Avulso 19)

Lorenz V. 1998. Zur Vulkanologie von diamantführenden Kimberlit- und Lamproit-Diatremen. *Z. Dt. Gemmol. Ges.,* **47**:5 -30

MacRea N.D., Armitage A.E., Miller A.R., Roddick J.C., Jones A.L., Mudry M.P. 1996. The diamondiferous Akluiâk latnprophryre dyke, Gibson Lake area, N.W.T. In: A.N. LeCheminant, D.G. Richardson, R. N. W. DiLabio, K.A. Richardson (eds.) *Searching for Diamaonds in Canada,* Geological Survey of Canada, Open File **3228**:101 -107.

Mitchell R.H. 1993. Kimberlites and lamproites: Primary sources of diamond. In: P.A. Sheanan, M.E: Cherry (eds.) *Ore Deposits Models, Volume II.* Geoscience Canada, Reprint Series **6**:13-28

Moraes L.J. de 1934. *Depósitos diamantíferos no norte de Minas Geraes.* Rio de Janeiro, DNPM/SFPM, 61 p. (Boletim 3)

Munhoz D.T.V. 1981. *Estudo dos minerais pesados dos conglomerados e metabrechas da Formação Sopa-Brumadinho.* Belo Horizonte, Mineração Tejucana. 43p. (Relatório Inédito).

Nixon P.H. 1995. The morphology and nature of primary diamondiferous occurrences. *Journal of Geochemical Exploration,* **53**:41 - 71

Nixon P.H., Pearson D.G., Davies G.R. 1991. Diamonds: the oceanic lithosphere connection with special reference to Beni Bousera, north Marocco. In: Tj. Peters, A. Nicolas, R.G. Coleman (eds.) *Ophiolite Génesis and Evolution ofthe Oceanic Lithosphere.* Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 275 - 289.

Peterson T.D. & LeCheminant A.N. 1996. Ultrapotassic rocks ofthe Dubawnt Supergroup, District of Keewatin, N.W.T. In: A.N. LeCheminant, D.G. Richardson, R.N.W. DiLabio, K.A. Richardson (eds.) *Searching for Diamonds in Canada,* Geol. Surv. Can., Open File **3228**:97-100.

Uhlein A. & Garcia A.J.V. 1987. Estratigrafia, sedimentologia e tectônica do Supergrupo Espinhaço na região de Presidente Kubitschek. In: SBG/Núcleo Minas Gerais, Simpósio sobre Sistemas Deposicionais Precambrianos, Ouro Preto, *Anais,* **97**-111.

Recebido 20 de dezembro de 1999

RÉPLICA DA DISCUSSÃO DE R ALMEIDA-ABREU & F. RENGER SOBRE O PROBLEMA DA ORIGEM DO DIAMANTE DA SERRA DO ESPINHAÇO (MINAS GERAIS)

MÁRIO LUIZ DE SÁ CARNEIRO CHAVES*, JOACHIM KARFUNKEL* & DARCY PEDRO SVISERO**

Dos mil-e-um assuntos interessantes de nossa geologia, um dos mais palpitantes é, sem dúvidas, o do diamante. Assim, não foi por acaso que os maiores sábios geológicos que por aqui passaram, como Gorceix, Derby, Moraes, Guimarães e O. Barbosa, trataram dele em grande parte de suas obras. Não pretendemos porém, agora, nos ater aos postulados destes ou de outros grandes pesquisadores. Queremos apenas nesta breve resposta, ressaltar que os modelos geológicos advogados pelos citados autores, além de muitos outros onde se inclui o defendido na discussão proposta por Almeida-Abreu & Renger (neste volume), não foram capazes de explicar de modo satisfatório toda a trama envolvida na saga do transporte dos diamantes desde o quase desconhecido Manto terrestre até a nossa "velha" conhecida, Serra do Espinhaço.

Os autores do trabalho questionado, incluindo equipe formada por outros pesquisadores da área de geociências, têm procurado um caminho, digamos, diferente, para tentar reconstituir tal história. Através de métodos analíticos e estatísticos das mais diversas categorias, temos buscado testar os dois principais modelos geológicos há muito estabelecidos sobre a origem do diamante no Espinhaço. Estas duas hipóteses díspares, baseadas de modos fundamentais nos trabalhos de Moraes & Guimarães (1930) - origem próxima, e Pflug (1965) - origem distante, foram, sem qualquer entusiasmo precedente, tratadas com métodos modernos, os quais estes autores não podiam contar em suas épocas. Assim, de início, consideramos que fazer uma discussão pouco elegante baseada em informações verbais e trabalhos de outros em preparação é, no mínimo, inadequado.

De outro modo, procuramos sempre nos ater aos resultados das análises metodológicas, resumindo as centenas de dados obtidos em tabelas, gráficos, histogramas, etc., tentando compreender estes dados. Assim, em relação ao primeiro parágrafo da discussão, não consideramos que tenha havido uma negligência ao modelamento geológico. Pelo contrário, foi o próprio fato de termos uma sólida compreensão a respeito desta, e aos seus problemas envolvidos, que nos levou ao caminho proposto. De modo rápido, devemos lembrar aos leitores que os modelos envolvendo a geologia da Serra do Espinhaço têm gerado uma discussão sem fim, que acreditamos pouco tenha concorrido para o esclarecimento do problema do diamante. Neste aspecto, só para não irmos muito longe, devemos observar a discussão e réplica de outro modelo geológico, que também é questionada pelos mesmos autores neste volume.

No segundo parágrafo, os discussores se atêm a fontes que consideramos pouco científicas para basearem seu fundamento mineralógico (e gemológico). Garimpeiros e comerciantes de diamantes, apesar de muitas vezes possuírem títulos técnicos, se guiam mais pela intuição do que pela razão por motivos muito mais comerciais do que técnico-científicos. Em nosso trabalho, as comparações entre as populações de diamantes de diferentes localidades e suas diferenças intrínsecas foram dimensionadas com todo rigor que a questão merece, para ser discutida ao ponto de embasar uma proposta séria. No parágrafo seguinte, outras questões já de muito debatidas são novamente destacadas, a saber:

(1) Os filhos hematíticos que se intercalam nas formações basais do Supergrupo Espinhaço foram objeto específico de Tese de Doutoramento de Dussin (1994), a qual, balizada em dados analíticos de elementos traços e de terras raras, não obteve qualquer informação adicional a respeito da possibilidade destas rochas serem diamantíferas;

(2) É pouco provável, como já dissemos em outras ocasiões (vide Chaves *et al.* 1985), que tais diamantes descritos por Moraes & Guimarães (1930) e Correns (1932, citando o texto anterior) tenham de fato sido recuperados daquelas rochas. Quem se der ao trabalho de verificar a fonte original de tal citação (Moraes 1928), aparentemente desconsiderada depois, vai observar que os dois diamantes pesavam, respectivamente 1,5 ct e 0,5 et. Ora, são pedras relativamente grandes, anômalas para a região (onde o peso médio oscila em torno de 0,25 ct - vide o texto debatido de Chaves *et al.* 1998), pouco prováveis de ocorrerem com exclusividade em uma lavra envolvendo apenas 15m^3 de filito decomposto. Os outros minerais, como monazita, xenotímio e granada "vermelho sangue" são fases típicas de rochas granitóides, sendo a última analisada em microssonda eletrônica como almandina pelo primeiro autor em sua Tese de Doutoramento (Chaves 1997). Ainda, quanto a referida informação a respeito do achado de um diamante de 200 microns(!), em um trabalho de graduação ainda em preparação na Alemanha, preferimos desconsiderar qualquer argumento baseado em dados não publicados;

Os autores questionantes enfatizam a origem das brechas do Membro Campo Sampaio, voltando com o mesmo assunto no segundo parágrafo seguinte (entre estes, um outro parágrafo discorre sobre outra proposta exótica sobre os filitos hematíticos - a de que seriam paleolateritas, sem aparente ligação com o assunto ora discutido), afirmando serem tais brechas "claramente de caráter intrusivo-explosivo". Ora, tal afirmação mais uma vez nos remete às deficiências dos modelamentos geológicos já propostos: estas mesmas brechas foram interpretadas nos últimos tempos como "trata-se seguramente de sedimentos, como indica a intercalação com outros sedimentos... e ocorrência sempre no mesmo horizonte em lugares distantes 45 km um do outro" (Pflug 1965), "sugere-se que tenham se formado em decorrência de pequenos movimentos epirogenéticos que resultaram na exposição periódica das áreas de sedimentação então instaladas..." (Fogaça & Almeida-Abreu 1982), "depósitos de planícies de maré com atuação esporádica de ondas de tempestade e na qual escorregavam fluxos de detritos... provenientes de materiais sinsedimentares semiconsolidados" (Garcia & Uhlein 1987). Além do mais, Chaves (1997) novamente se deu ao trabalho de analisar os elementos maiores, menores e alguns traços estáveis contidos na matriz destas rochas, não encontrando qualquer evidência de uma associação com rochas ultrabásicas e/ou alcalinas.

Os dois parágrafos subsequentes, envolvendo as fácies sedimentares da Formação Sopa Brumadinho, são devotados a um outro dogma "sedimentado" na cabeça de muitos geólogos que atuam no Espinhaço: o de que esta formação foi depositada de modo igualitário e quase simultâneo por toda a bacia. A estratigrafia de sequências (vide as considerações de Martins-Neto 1998, e sua réplica neste volume) tem provado que o processo de sedimentação não pode ocorrer assim. Apesar de "acreditarmos" no termo Formação Sopa Brumadinho, mesmo porque as designações litoestratigráficas possuem a função de facilitar o entendimento geológico, não podemos desconsiderar que as dezenas de milhões de anos que envolvem a sedimentação desta formação levaram à deposição de conglomerados em épocas distintas. Os conglomerados de Extração possuem uma tipologia peculiar em relação aos outros do Distrito de Diamantina: eles são mais espessos; têm clastos maiores e mais angulosos; possuem abundantes clastos extraformacionais; e os teores de diamante são algo maiores que em outras áreas, como os próprios discussores admitem. A sugestão de tais conglomerados serem "um pouco inferiores" apenas complementa nossa hipótese, e não quase fundamenta uma outra que considera os possíveis "kimberlitos" como próximos, conforme quer Almeida-Abreu (1993, 1996).

* - Instituto de Geociências e Museu de História Natural da UFMG, Campus da Pampulha, CEP 31270-901, Belo Horizonte <mchaves@igc.ufmg.br>
** - Instituto de Geociências da USP, CP. 11348, CEP 05422-970, São Paulo

Os autores da discussão procuram com detalhes decrever o processo geral do magmatismo kimberlítico e lamproítico, e seus produtos derivados, assim como relacioná-los aos possíveis ambientes de sedimentação então reinantes na bacia Espinhaço. Mas não podemos aceitar, face a absoluta falta de dados que não os puramente teóricos, a conclusão de que "as questões geológicas colocadas acima são suficientes para demonstrar que os diamantes são oriundos de fontes próximas mas, sobretudo, que as rochas primárias afloram..." na região. Realmente não analisamos eremitas da área de Extração (porque será que os autores questionantes não o fizeram?), pois conforme explicamos, os conglomerados são ricos em clastos extraformacionais, incluindo os de cromitito, originados de sequências vulcano-sedimentares arqueanas, não possuindo então qualquer sentido tentar-se conhecer os Cr-espinélios de sua matriz.

Em seu nono parágrafo tais autores discorrem sobre o problema do peso das populações de diamantes do Distrito de Diamantina. Neste sentido, acreditamos que as descrições pontuais não podem delinear com exatidão toda a complexidade envolvida na distribuição do peso dos diamantes em áreas distintas. Cientes deste fato, continuamos a pesquisar, com o método desenvolvido, novas populações de diamantes nas mesmas áreas. Em pesquisa subsidiada pela FAPEMIG e acompanhando trabalhos de graduação na UFMG, outros lotes de diamantes de Grão Mogol (Barbosa & Martins 1999) e de Datas (Medeiros & Bernardino 2000) têm sido descritos, e uma Dissertação de Mestrado envolve os diamantes de Jequitaí (Bottino 2000) (todos sob a orientação do primeiro autor desta réplica). Tal projeto ainda em andamento, envolve áreas distantes mas colocadas dentro de um mesmo contexto evolucionai, sendo decisivo na interpretação dos dados obtidos. Não pretendemos aqui duvidar da capacidade técnica do Sr. Marcos Hartmann e de suas afirmações (vide os dois antepenúltimos parágrafos). Entretanto os três autores do trabalho questionado têm se especializado nas questões mineralógicas e gemológicas do diamante há muito mais tempo que os 10 anos do citado comprador de diamantes. Assim, não podemos aceitar a dita deste (e de outros) diamantários de Diamantina que dizem "reconhecer" a procedência de um diamante apenas pelo seu aspecto geral. Isto sim é uma falácia.

Adicionalmente, Almeida-Abreu & Renger *(op.* cif.) ao questionarem os dados estatísticos por nós apresentados (além daqueles de Haralyi & Svisero 1986), parecem ter se esquecido de que um estudo estatístico qualquer envolve amostragem específica. No caso, as populações de diamantes foram estudadas no período entre 1993-1997. Acreditamos assim que a sugestão dos ditos autores de "incluir a estatística desde 1730" seja um trabalho paranormal, que não somos aptos a realizar.

Ao afirmamos que o Supergrupo Espinhaço foi depositado em um sistema de rifte (citando os autores que assim o afirmaram) e que tal ambiente não é propício ao desenvolvimento de magmatismo transportador de diamantes, voltamos a insistir no mais abrangente texto sobre o assunto (Mitchell 1986, p.122), que finaliza: *"there is little evidence to support the contention that kimberlites are related to rift structures. In ali cases where this association hás been proposed it can be demonstrated that the rocks in question are not kimberlites... or that rifts have been superimposed upon pre-existing provinces. This latter situation is r are and mos t kimberlites show no spatial or temporal relationship to rift valleys".* E a respeito da presença de carbonados na Chapada Diamantina baiana, região esta que também constitui um possível rifte, apesar de fugir ao escopo de nosso trabalho, ela pode ser explicada com a simples observação do Mapa Geológico do Brasil (Schobbenhaus *et al.* 1981). O Supergrupo Espinhaço naquele local constitui uma cobertura intracratônica e assim o transporte do diamante (e do carbonado) foi provavelmente muito pequeno.

Em suma, acreditamos que essa discussão não finalize por aqui. Voltando ao rumo de nosso parágrafo inicial, o tema é instigante e abrangente, além de envolver em termos regionais outros depósitos, como os do Oeste do Rio São Francisco e da região de Coromandel. Pretendemos continuar a desenvolver pesquisas neste mesmo assunto, pois temos absoluta certeza que o problema não está de todo resolvido. Esperamos que os autores da discussão caminhem além dos conceitos teóricos puros e embasem também suas ideias nos aspectos químicos, físicos e mineralógicos do diamante e seus depósitos, que a questão merece envolver.

REFERÊNCIAS

Almeida Abreu P. A. 1993. *A evolução geodinâmica da Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, Brasil.* Freiburg, 150 p. (Tese de Doutoramento, Albert-Ludwigs-Universität).

Almeida Abreu P. A. 1996. O caminho das pedras. *Geonomos,* 4:77-93.

Almeida Abreu PA. & Renger F. 1999. Discussão - Sobre a polémica da origem do diamante na Serra do Espinhaço (Minas Gerais): um enfoque mineralógico. *Rev. Bros. Geoc.* (neste volume).

Barbosa L. & Martins M.S. 1999. *Mapeamento litoestrutural da região diamantífera de Grão Mogol (MG).* Belo Horizonte, 89p. (Trabalho de Graduação, IGC/UFMG).

Bottino E.C.C. 2000. *Tipologia dos depósitos, aspectos mineralógicos e económicos do diamante das regiões de Jequitaí e Francisco Dumont (MG).* Belo Horizonte, 142p. (Dissertação de Mestrado, IGC/UFMG).

Chaves M.L.S.C. 1997. *Geologia e mineralogia do diamante da Serra do Espinhaço em Minas Gerais.* São Paulo, 289p. (Tese de Doutoramento, IG/Univ. São Paulo).

Chaves M.L.S.C., Dossin I.A., Uhlein A., Alvarenga C.J.S. 1985. *Projeto Mapeamento Geológico do Espinhaço Meridional, Relatório da Quadrícula Sopa.* Convénio DNPM/Centro de Geologia Eschwege, Diamantina, 61 p.

Chaves M.L.S.C., Karfunkel J., Svisero D. 1998. Sobre a polémica da origem do diamante na Serra do Espinhaço:-um enfoque mineralógico. *Rev. Brás. Geoc.,* 28:285-294.

Correns W.C. 1932. Über die Diamantlagerstätten des Hochlandes von Diamantina, Minas Gerais, Brasilien. *Z. prakt. Geol.,* 40:161-168,177-192.

Dussin T.M. 1994. *Associations volcano-plutoniques de l'Espinhaço Meridional (SE-Bresil).* Orléans, 177p. (Tese de Doutoramento Université d'Orléans).

Fogaça A.C.C. & Almeida Abreu PA. 1982. Depósitos de planícies de marés na Formação Sopa Brumadinho (Proterozóico Inferior), Cordilheira do Espinhaço, Estado de Minas Gerais, Brasil. In: CONGR. LATINOAM. GEOL., 5, Buenos Aires, 1982. *Actas...* Buenos Aires, v.2, p.373-388.

Garcia A.J.V. & Uhlein A. 1987. Sistemas deppsicionais do Supergrupo Espinhaço na região de Diamantina (MG). In: Simp. Sistemas Deposicionais no Pré-Cambriano, Ouro Preto, 1987. *Anais...* Ouro Preto, SBG-MG, p.113-135.

Haralyi N.L.E. & Svisero D.P. 1986. Geologia e análise estatística do diamante da Mina da Boa Vista, Diamantina. In: CONGR. BRAS. GEOL., 34, Goiânia, 1986. *Anais...* Goiânia, SBG. v.6. p.2297-2311.

Martins-Neto M. A. 1998. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: registro de uma bacia rifte-sag do paleo/mesoproterozóico. *Rev. Bros. Geoc.,* 28:151-168.

Medeiros A.B. & Bernardino D. 2000. *Geologia da região de Datas (MG) com ênfase ao estudo do diamante.* Belo Horizonte, 65p. (Trabalho de Graduação', IGC/UFMG).

Mitchell R.H. 1986. *Kimberlites: mineralogy, geochemistry, petrology.* New York, Plenum Press. 442 p.

Moraes L.J.M. 1928. *Nota inclusa no Relatório Anual do Diretor.* Serviço Geológico e Mineralógico do Brazil, Rio de Janeiro, p.29-34.

Moraes L.J. & Guimarães D. 1930. Geologia da região diamantífera do norte de Minas Gerais. *An. Acad. Brás. CL,* 2:153-186.

Pflug R. 1965. *A geologia da parte meridional da Serra do Espinhaço e zonas adjacentes. Minas Gerais.* Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 55p. (Boletim 226).

Schobbenhaus C., Campos D.A., Derze G.R., Asmus H.E 1981. *Mapa Geológico do Brasil e da área adjacente incluindo depósitos minerais.* Ministério da Minas Energia/ DNPM.

Recebido em 20 de fevereiro de 2000