



## Análise comparativa dos aspectos superficiais de populações de diamantes nas províncias da Serra do Espinhaço e do Alto Paranaíba (MG)

M.L.S.C. Chaves<sup>1,2</sup>, L. Benitez<sup>1</sup> & L. Chambel<sup>3</sup>

1 CPMTIC-IGC/UFGM, mchaves@igc.ufmg.br, lbenitez@frizzmail.com.br

2 Pesquisador CNPq

3 Instituto Superior Técnico e Sinesse Consultoria (Lisboa), luischambel@sinesse.pt

**Abstract** The Espinhaço Range and the Alto Paranaíba are the two most important diamond metallogenic provinces in Minas Gerais state (Brazil). Diamond populations from these two provinces are analyzed. In particular, special attention is given to the analysis of diamond surface features acquired either during diamond formation and ascent processes or due to Earth surface (mostly water transport) processes, aiming to relate them with other diamond properties (weight, crystal morphology, and quality (gemological versus industrial qualities)). A comparative analysis of the diamond populations properties shows that: (1) Average weight is much lower in the Espinhaço stones than in the Alto Paranaíba stones; (2) Primary crystal forms, such as rhombododecahedra and octahedra are predominant in the Espinhaço Range diamonds, in sharp contrast with the Alto Paranaíba diamonds, where irregular forms are very abundant; (3) There is a high grade of dissolution/corrosion in the crystals of the Alto Paranaíba region in relation to the observed in the Espinhaço Range populations. In what concerns secondary diamond surface features: (1) There is an abundance of broken crystals broken in the Alto Paranaíba stones; (2) Crystals showing impact marks are very common in the Espinhaço stones, such features being rarely observed in the Alto Paranaíba stones; (3) The frequency of gemological crystals is very high in the Espinhaço Range, again in sharp contrast with the Alto Paranaíba region. The joint analysis of the mentioned parameters has an extreme importance to understand diamond and diamond deposits genetic processes, suggesting e.g. that Alto Paranaíba diamonds are much closer to their primary sources than the populations of the Espinhaço Range province.

**Keywords:** diamonds, surface aspects, Espinhaço range, Alto Paranaíba region.

**INTRODUÇÃO** Em Minas Gerais destacam-se duas províncias diamantíferas de maior importância: a da Serra do Espinhaço, na porção centro-norte do estado, e a do Alto Paranaíba, no sudoeste do mesmo. A primeira se estende ainda, meridianamente, até a parte setentrional da Bahia e, a outra, pela região limítrofe com Goiás. Nessas províncias, de superfícies abrangendo dezenas de milhares de km<sup>2</sup>, podem ser individualizados diversos distritos (com milhares de km<sup>2</sup>) e ainda campos diamantíferos (com centenas de km<sup>2</sup>).

Em continuação a estudos previamente realizados (eg., Chaves 1997, Chaves *et al.* 1998, 2001), populações de diamantes de garimpos aluvionares foram examinadas nos distritos de Diamantina e Grão Mogol (Serra do Espinhaço) e de Coromandel (Alto Paranaíba), tendo em vista avaliar determinados parâmetros físicos observados, principalmente, nas superfícies das pedras, bem como outros de importância na caracterização de grandes lotes, de acordo com análises anteriores similares efetuadas por Harris *et al.* (1975, 1979) para depósitos sul-africanos. O reconhecimento da procedência dos lotes de diamantes a partir de suas características mais típicas vem ainda de encontro às atuais exigências internacionais e também do DNPM a partir da adesão

brasileira ao Sistema de Certificação do Processo de Kimberley.

**FEIÇÕES GERAIS E SUPERFICIAIS DOS DIAMANTES** Para o estudo dos lotes de diamantes, os cristais foram examinados individualmente, junto a comerciantes locais (de pedras), donos de garimpos e garimpeiros. Lotes considerados representativos, a saber: 1851 cristais em Diamantina; 768 cristais em Grão Mogol; e 745 cristais em Coromandel foram alvos de exames.

As feições primárias são adquiridas logo após a cristalização do diamante, no manto terrestre em profundidades superiores a 200 km, como também durante o processo ascensório dos corpos magmáticos (kimberlitos e/ou lamproítos) desde o manto até zonas próximas da superfície do planeta. A partir da exumação de tais corpos, kimberlitos e lamproítos são rapidamente meteorizados devido a suas constituições mineralógicas ultrabásicas, de fáceis alterações, e os diamantes porventura presentes são carregados para os sistemas fluviais, onde irão adquirir novas feições, essas chamadas de secundárias.

**Feições primárias** O primeiro parâmetro examinado foi quanto à forma cristalina que os diamantes podem



apresentar. Conforme ilustrado na figura 1, em Diamantina a maioria dos cristais ocorre sob as formas de octaedros, rombododecaedros ou transições entre ambas (79,7%), havendo semelhança de dados entre cristais geminados (9,6%) e irregulares (10,4%). Cristais com a forma cúbica, bem como os agregados cristalinos/policristalinos são raríssimos (0,1% e 0,2% respectivamente). Em Grão Mogol, os dados são bastante semelhantes aos de Diamantina, havendo apenas um significativo aumento de agregados cristalinos/policristalinos (1,0%). Na região de Coromandel, entretanto, ocorrem significativas mudanças quanto a esse parâmetro. Assim, os cristais octaédricos/rombododecaédricos ocorrem em escala muito menor (41,2%), e os irregulares e agregados cristalinos/policristalinos são muito mais abundantes do que na Serra do Espinhaço (39,4% e 5,7% respectivamente).

O segundo parâmetro analisado foi o da distribuição de peso entre os diamantes estudados. Conforme a figura 2, tais parâmetros comparados em Diamantina e Grão Mogol são bastante semelhantes, havendo predomínio de cristais na faixa entre 0-0,2 ct (54,7% e 58,9% respectivamente), sendo raros ou raríssimos os cristais de peso superior a 1,0 ct. Assim, em Diamantina ocorrem 3,5% de cristais entre 1,0-1,5 ct e 0,2% de cristais maiores que 1,5 ct; em Grão Mogol, esses valores são ainda menores: 0,9% (1,0-1,5 ct) e 0,0% (maior que 1,5 ct). Em Coromandel, de outro modo, a larga ocorrência de cristais com grande quilatagem (inexistentes na Serra do Espinhaço) obrigou a uma mudança nas faixas de peso. Assim, a faixa predominante situa-se entre 1,0-2,0 ct (22,4%), havendo um grande percentual de cristais de grande porte (>5ct), da ordem de 11,7% (Fig. 2).

Outras feições primárias examinadas nos lotes de diamantes, dizem respeito à quantidade de cristais com algum tipo de dissolução e/ou corrosão, com aqueles sem essas características (Fig. 3-A), bem como a presença de inclusões (Fig. 3-B). Em relação à ocorrência de inclusões (ou não) nas amostras dos lotes, verifica-se que na Serra do Espinhaço os cristais sem marcas de dissolução predominam largamente, 75,7% em Diamantina e 73,1% em Grão Mogol (Fig. 3-A), ao contrário de Coromandel, onde a maioria absoluta dos cristais (97,6%) apresenta aspectos de dissolução. Quanto aos cristais com inclusões, parece haver um equilíbrio geral entre as diversas áreas, ainda que em Grão Mogol esses cristais sejam relativamente mais abundantes (Fig. 3-B).

Como último parâmetro analisado neste item, destaca-se as cores naturais que os diamantes apresentam (Fig. 4), cujas heranças são marcantes comparando as regiões do Espinhaço com a do Alto Paranaíba. Os cristais foram classificados em seis

categorias, envolvendo (1) cristais incolores, (2) cristais levemente amarelados, (3) cristais amarelados, (4) cristais fortemente amarelados, (5) cristais coloridos, conhecidos no jargão comercial como *fancies* (verdes, azuis, vermelhos, etc.) e (6) cristais de colorações consideradas comercialmente não gemológicas, como marrom, cinza, preto, etc.

**Feições secundárias** Entre as feições ditas secundárias, isto é, aquelas adquiridas após o descolamento do diamante de sua rocha primária original, quatro parâmetros foram analisados: (1) cristais inteiros x clivados, (2) presença de capas, (3) cristais com marcas de impacto, e (4) cristais gemológicos/ industriais.

Quanto ao primeiro parâmetro (Fig. 5), em Diamantina e Grão Mogol predominam os cristais inteiros (92,8% e 92,7% respectivamente), enquanto em Coromandel a situação é inversa, havendo largo predomínio dos cristais com quebras ao longo dos planos de clivagem (86,1%). O segundo parâmetro analisado, a presença de capas principalmente verdes (Fig. 6), é característica comum entre os diamantes da Serra do Espinhaço, ocorrendo a média de 26,6% em Diamantina e 37,4% em Grão Mogol. De outro modo, em Coromandel diamantes com capas são raríssimos, havendo menos que 4% dos cristais apresentando tal feição.

A presença relativa de marcas de impacto (*impact marks*) nas superfícies dos diamantes evidencia o quanto sofreu de transporte fluvial a população de determinado local. Assim, na Serra do Espinhaço a maior parte dos cristais apresenta algum tipo de marca, embora em Coromandel a presença de tal feição seja raríssima (Fig. 7). Por último, quanto à qualificação comercial dos diamantes (Fig. 8), na Serra do Espinhaço predominam os diamantes de qualidade gemológica, com 87,5% em Diamantina e 79,9% em Grão Mogol, enquanto no Alto Paranaíba essa relação é bastante inferior, ocorrendo certo equilíbrio entre cristais gemológicos e cristais industriais (55,2% e 44,8% respectivamente).

## ESPECULAÇÕES QUANTO À POSSÍVEL LOCALIZAÇÃO DAS FONTES PRIMÁRIAS

Tanto na Serra do Espinhaço como na região do Alto Paranaíba, faltam evidências diretas de rochas primárias mineralizadas, embora dezenas de companhias especializadas tenham já feito incontáveis pesquisas detalhadas a respeito. Assim, permanece o enigma sobre tal questão. Entretanto, com os estudos realizados, algumas considerações podem ser tecidas:

- entre as características primárias do diamante, deve-se destacar o padrão de peso na Serra do Espinhaço, em contraste com o mesmo parâmetro na

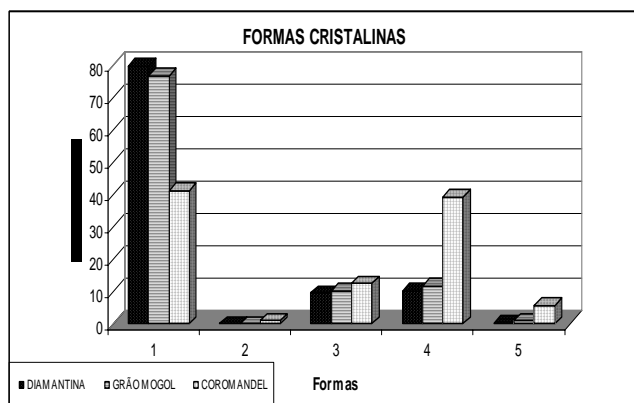
região do Alto Paranaíba. Diamantes de grande porte são mais comuns em depósitos aluvionares quando as rochas primárias encontram-se nas proximidades, visto que a quebra nos planos de clivagem perfeita é um fato esperado durante o transporte aluvionar. Assim, a presença comum de cristais de grande porte em Coromandel é fator indicativo de que provavelmente as rochas fontes primárias estejam na própria região. Entretanto, outras características primárias, como o alto grau de dissolução entre diamantes do Alto Paranaíba em contraste com os diamantes do Espinhaço, evidencia que as rochas fontes para ambos são distintas. O fator da cor, em termos de origem não é tão importante (embora seja na comercialização dos cristais), visto que os diamantes da Serra do Espinhaço estão incluídos em rochas que sofreram metamorfismo, e o aquecimento gerado por esse fenômeno geológico pode ter destruído as cores porventura presentes nos cristais;

- entre as características secundárias, destacam-se inicialmente os parâmetros de cristais inteiros *versus* cristais clivados e a presença (ou não) de marcas de impacto. Sabe-se que kimberlitos e lamproítos possuem um alto percentual de pedras clivadas, devido ao confinamento pressionado a que se encontram naquelas rochas magmáticas explosivas. Assim, uma alta frequência de cristais quebrados também constitui evidência de fontes próximas (caso de Coromandel), enquanto um baixo percentual nesse parâmetro é indicativo de uma fonte longínqua, visto que esses cristais com arestas agudas não resistirão aos choques sofridos no transporte fluvial (casos de

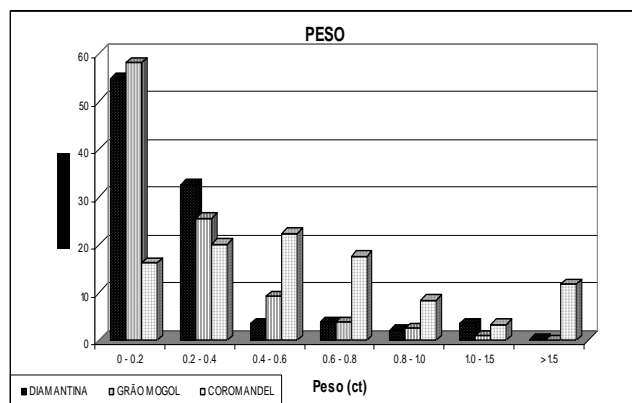
Diamantina e Grão Mogol). Quanto à presença das marcas de impacto, a relação é justamente a contrária. O transporte longo, como o provavelmente ocorrido na Serra do Espinhaço, causa abundantes marcas na superfície dos cristais devido ao transporte no meio aluvionar, e

- o último parâmetro focalizado, o da relação de diamantes gemológicos *versus* diamantes industriais, apesar de ser um dado puramente comercial, é interessante que ele também possa ser discutido pela ótica científica. Quais serão os melhores diamantes em termos comerciais? Sem dúvidas, aqueles lotes com homogeneidade no padrão de peso das pedras (Espinhaço) e com muitos cristais inteiros (*idem*). Além disso, os diamantes terão um melhor índice de aproveitamento quando se apresentam em octaedros ou rombododecaedros, fato também predominante entre os diamantes do Espinhaço. Ao contrário, a presença de cristais irregulares (Coromandel), ou incluindo comumente agregados cristalinos e/ou policristalinos (*idem*), tende a desvalorizar comercialmente os lotes. Isto indica bem porque até hoje Diamantina ainda constitui um importante pólo de produção e comercialização de diamantes.

O reconhecimento das características de populações de diferentes províncias permite, ainda, contribuir para a emissão do Certificado Kimberley pelo DNPM, onde uma das exigências é a informação sobre a procedência dos lotes de diamantes. Ressalta-se o fato de que desde 2003, as exportações brasileiras de diamantes brutos, somente podem ser realizadas se acompanhadas de tal certificação.



**Figura 1.** Frequências de formas cristalinas apresentadas pelos diamantes das regiões de Diamantina, Grão Mogol e Coromandel. Colunas, 1 – cristais octaédricos, rombododecaédricos e transições; 2 – cubos; 3 – geminados e combinados; 4 – irregulares; 5 – agregados cristalinos e policristalinos



**Figura 2.** Frequências das principais faixas de peso apresentadas por diamantes das regiões de Diamantina, Grão Mogol e Coromandel

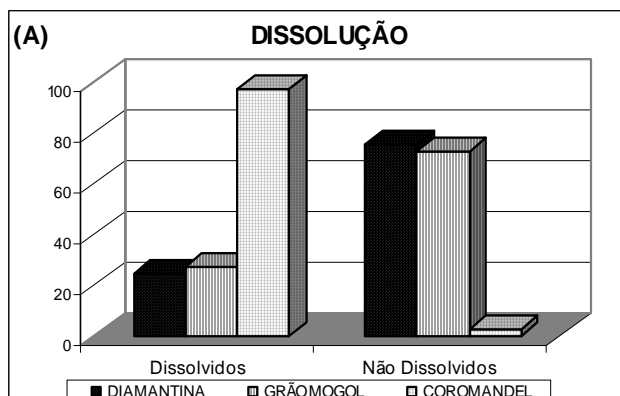


Figura 3. Frequências de cristais dissolvidos e/ou corroídos x cristais sem dissolução/corrosão entre diamantes das regiões de Diamantina, Grão Mogol e Coromandel (A)

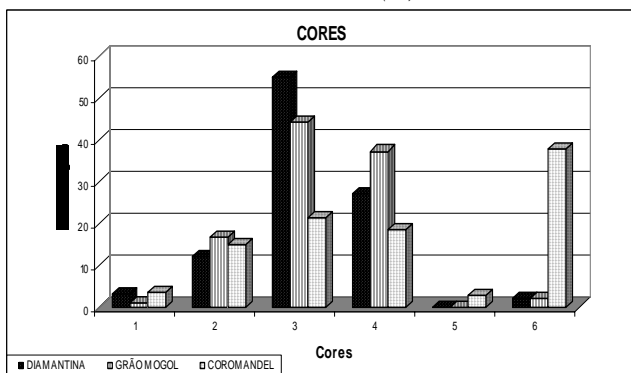


Figura 4. Frequências de cores naturais apresentadas por diamantes das regiões de Diamantina, Grão Mogol e Coromandel. Colunas, 1 – Cristais incolores; 2 – cristais levemente amarelados; 3 – cristais amarelados; 4 – cristais muito amarelados; 5 – cristais coloridos (fancies); 6 – cristais com cores consideradas no comércio como “industriais” (marrom, cinza, preto, etc.)

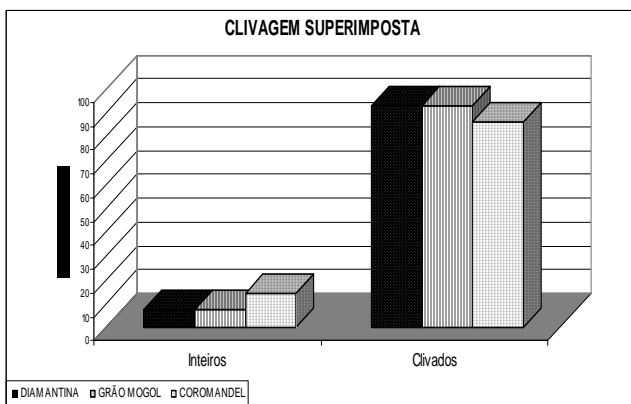


Figura 5. Frequências de cristais inteiros x cristais quebrados ou clivados entre diamantes das regiões de Diamantina, Grão Mogol e Coromandel

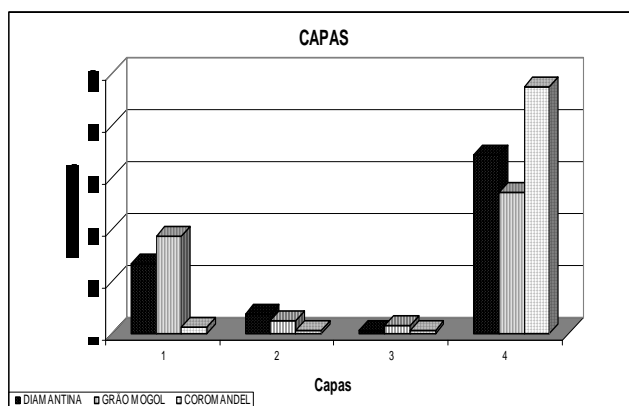


Figura 6. Frequências de cristais com capas externas entre diamantes das regiões de Diamantina, Grão Mogol e Coromandel. Colunas, 1 – Capa verde intensa; 2 – capa verde tênue; 3 – capa amarela; 4 – cristais sem qualquer capeamento

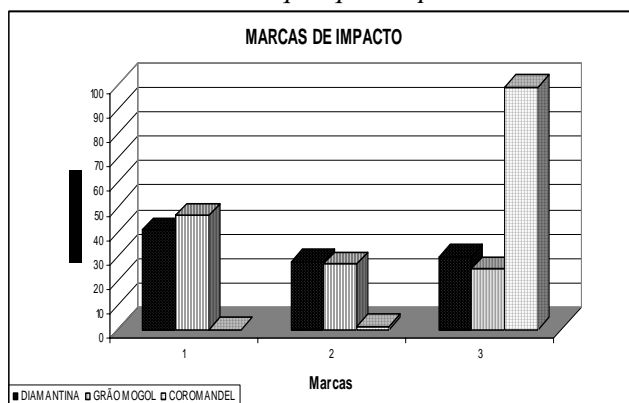


Figura 7. Frequências de cristais com marcas-de-impacto (impact marks), entre diamantes das regiões de Diamantina, Grão Mogol e Coromandel

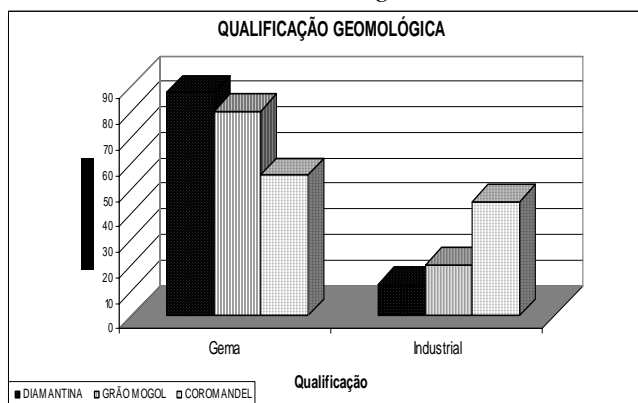


Figura 8. Frequências de cristais gemológicos versus cristais industriais entre diamantes das regiões de Diamantina, Grão Mogol e Coromandel



### Referências

- CHAVES M.L.S.C. 1997. *Geologia e mineralogia dos depósitos diamantíferos da Serra do Espinhaço em Minas Gerais*. Inst. de Geociências-USP, São Paulo, Tese de Doutorado, 289p.
- CHAVES M.L.S.C., SVISERO D.P., KARFUNKEL J. 1998. Sobre a polêmica da origem do diamante da Serra do Espinhaço (Minas Gerais): um enfoque mineralógico. *Rev.Bras. Geoc.*, **28**:285-294.
- CHAVES M.L.S.C., KARFUNKEL J., HOPPE A., HOOVER D.B. 2001. Diamonds from the Espinhaço Range (Minas Gerais, Brazil) and their redistribution through the geologic record. *Jour. South Am. Earth Sci.*, **14**:277-289.
- HARRIS J.H., HAWTHORNE J.B., OOSTERVELD M., WEHMEYER E. 1975. A classification scheme for diamond and comparative study of South African diamond characteristics. *Phys. Chem. Earth*, **9**:765-783.
- HARRIS J.H., HAWTHORNE J.B., OOSTERVELD M. 1979. Regional and local variations in the characteristics of diamonds from some southern African kimberlites. In: BOYD F.R. & MEYER H.O.A. (eds.), *Kimberlites, diatremes and diamonds: their geology, petrology and geochemistry*. Washington, American Geophysical Union, p.27-41.