

## MORFOLOGIA CRISTALINA DE DIAMANTES PROVENIENTES DAS REGIÕES DE CHAPADA DOS GUIMARÃES, POXORÉU, PARANATINGA, DIAMANTINO E ALTO PARAGUAI - MATO GROSSO

Iede Terezinha ZOLINGER  
Darcy Pedro SVISERO  
Ricardo Kalikowski WESKA

### RESUMO

Este artigo refere-se aos principais resultados da análise morfológica de diamantes provenientes de depósitos detríticos das regiões de Chapada dos Guimarães, Poxoréu, Paranatinga, Alto Paraguai e Diamantino, localizadas no Estado de Mato Grosso. As principais características observadas foram o predomínio de cristais rombododecaédricos, seguidos de fragmentos de clivagem, formas irregulares e agregados. As formas menos presentes incluem o octaedro, formas transicionais entre o octaedro de faces planas e o rombododecaedro de faces abauladas, geminado plano, cubo, pseudoheptatetraedro, bem como alguns diamantes policristalinos (carbonado e ballas).

*Palavras-chave:* diamante, Mato Grosso, morfologia, aluviões.

### ABSTRACT

This paper presents the main results of a mineralogical investigation carried out on detritic diamonds from the municipalities of Chapada dos Guimarães, Poxoréu, Paranatinga, Diamantino and Alto Paraguai, in the state of Mato Grosso, Brazil. The main features observed were the dominance of rounded dodecahedral crystals, followed by cleavage fragments, irregular forms and aggregates. Less frequent morphological types included octahedral, transitional forms between the flat octahedral and the rounded dodecahedral, flat twins, cube, pseudoheptatetraedral, as well as some polycrystalline diamonds (carbonado and ballas).

*Keywords:* diamonds, Mato Grosso, morphology, alluvium.

### 1 INTRODUÇÃO

O conhecimento das variações morfológicas exibidas pelo diamante tem interesse acadêmico, uma vez que elas refletem os complexos fenômenos físico-químicos que atuam durante sua cristalização e durante o transporte pelo magma kimberlítico (MEYER 1985). Por outro lado, há um interesse prático em conhecer essa classificação tendo em vista que as aplicações do diamante dependem de suas características físicas.

Considerando que a classe cristalina do diamante é  $m3m$  (YACOOT & MOORE 1993), a discussão da morfologia deve levar em conta que as únicas formas cristalográficas simples possíveis de ocorrerem nesse mineral são: cubo,

rombododecaedro, octaedro, cubo piramidado, trioctaedro, icositetraedro e hexaoctaedro. Além de combinações entre estas formas, ocorrem também geminações.

Atualmente a maioria dos autores dividem as formas do diamante em primárias ou primitivas (formas simples, combinadas e geminadas) e secundárias que reúnem as formas derivadas. As primárias são resultantes do crescimento cristalino, representadas principalmente pelo octaedro, geminados e em menor proporção pelo cubo e o rombododecaedro, todos de faces planas e arestas retas. As formas secundárias, derivadas das primárias, exibem evidências de dissolução tais como arestas e faces com grau de curvatura variado. Uma larga variedade de formas cristalográficas de diamantes naturais e sintéticos

está bem exemplificada nas Tabelas de Formas Cristalinas de GOLDSCHMIDT (1916) e na classificação mineralógica de ORLOV (1977).

Neste trabalho, é discutida a classificação morfológica de 4.198 diamantes provenientes de depósitos detríticos situados nos municípios de Chapada dos Guimarães e Poxoréu (borda noroeste da Bacia do Paraná) e nos municípios de Paranatinga, Alto Paraguai e Diamantino (Faixa Paraguai), tal como mostrado na figura 1. Dados geológicos referentes aos depósitos estudados foram apresentados por ZOLINGER (2000). Também são descritos dados de outras pesquisas realizadas em garimpos do Triângulo Mineiro, Minas Gerais (LEITE 1969), Alto Araguaia, Mato Grosso (SVISERO 1971), Mina de Romaria, Minas Gerais (SVISERO *et al.* 1981, SVISERO & HARALYI 1985), Tibagi, Paraná (CHIEREGATI 1989), Serra do Espinhaço, Minas Gerais (CHAVES 1997);

de kimberlitos da África do Sul (WHITELOCK 1973; HARRIS *et al.* 1975, 1979), Estados Unidos da América (McCALLUM *et al.* 1979, 1994; OTTER *et al.* 1994), do Cráton Slave, na região ártica canadense (DAVIES *et al.* 1998) e dos lamproitos Ellendale e Argyle da Austrália (HALL & SMITH 1984).

## 2 DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DOS DIAMANTES ANALISADOS

As informações referentes à morfologia cristalina e as suas respectivas porcentagens de ocorrência estão na tabela 1. Observa-se pela referida tabela que a forma cristalográfica dominante nas áreas amostradas é o rombododecaedro {110} de faces e arestas com grau de curvatura variado. Também estão incluídos os cristais rombododecaédricos des-

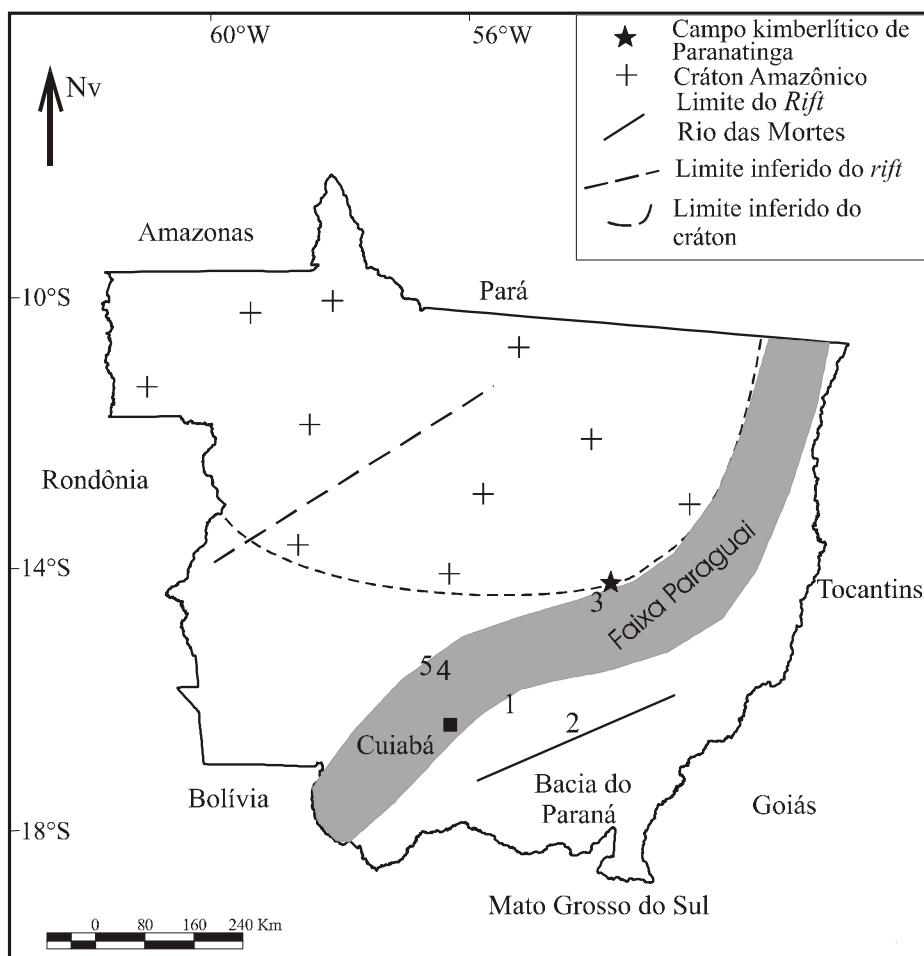


FIGURA 1 - Localização e contexto geotectônico das regiões de Chapada dos Guimarães (1), Poxoréu (2), Paranatinga (3), Diamantino (4) e Alto Paraguai (5), Mato Grosso. Modificado de WESKA & SVISERO (2001).

TABELA 1 – Formas cristalográficas observadas nos diamantes estudados das regiões de Chapada dos Guimarães - lotes CG1, CG2 e CG3, Poxoréu – lotes Px1, Px2 e Px3, Paranatinga – lote Pa1, Diamantino – lote Di1 e Alto Paraguai – lotes AP1, AP2, AP3 e AP4.

| Forma cristalina/lote  | CG(1) | CG(2) | CG(3) | total | %     | Px(1) | Px(2) | Px(3) | total | %     | Pa(1) | %     | Di(1) | %     | AP(1) | AP(2) | AP(3) | AP(4) | total | %     |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Octaedro               | 8     | 4     | 9     | 21    | 9,01  | 37    | 40    | 28    | 105   | 7,16  | 80    | 6,71  | 16    | 5,97  | 6     | 39    | 6     | 49    | 100   | 9,61  |
| Rombododecaedro        | 57    | 15    | 44    | 116   | 49,78 | 140   | 182   | 348   | 670   | 45,70 | 557   | 46,76 | 116   | 42,28 | 77    | 196   | 23    | 227   | 523   | 50,28 |
| Octarrombododecaedro   | 4     | 2     | 8     | 14    | 6,0   | 19    | 16    | 94    | 129   | 8,8   | 211   | 17,71 | 17    | 6,34  | -     | 11    | 7     | 30    | 48    | 4,61  |
| Cubo                   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 1     | -     | -     | -     | 1     | 0,09  |
| Trioctaedro            | -     | -     | -     | -     | -     | 3     | -     | 4     | 7     | 0,47  | 9     | 0,75  | -     | -     | -     | 1     | -     | 2     | 3     | 0,28  |
| Pseudohexatetraedro    | -     | 1     | 5     | 6     | 2,57  | 1     | -     | -     | 1     | 0,07  | -     | -     | 8     | 2,98  | -     | 3     | 1     | 2     | 6     | 0,57  |
| Cubo+ Rombododecaedro  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 1     | -     | -     | 0,07  | 1     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Cubo piramidado + Cubo | -     | -     | -     | -     | -     | 1     | -     | -     | 1     | 0,07  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Octaedro + Cubo        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 1     | -     | 1     | 0,07  | 1     | 0,08  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Geminado               | 3     | -     | 9     | 12    | 5,15  | 18    | 14    | 25    | 57    | 3,88  | 16    | 1,34  | 3     | 1,12  | 3     | 6     | -     | 31    | 40    | 3,84  |
| Irregular              | 16    | 2     | 12    | 30    | 12,87 | 30    | 115   | 20    | 165   | 11,25 | 103   | 8,64  | 34    | 12,68 | 4     | 31    | 8     | 42    | 85    | 8,17  |
| Agregado cristalino    | 2     | 3     | 6     | 11    | 4,72  | 27    | 9     | 37    | 73    | 4,97  | 32    | 2,68  | 33    | 12,31 | 12    | 42    | 7     | 23    | 84    | 8,07  |
| Fragmento de clivagem  | -     | 9     | 14    | 23    | 9,87  | 59    | 101   | 88    | 248   | 16,91 | 179   | 15,03 | 41    | 15,3  | 11    | 59    | 5     | 72    | 147   | 14,13 |
| Carbonado              | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 5     | 5     | 0,34  | 1     | 0,08  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Ballas                 | -     | -     | -     | -     | -     | 1     | -     | 2     | 3     | 0,20  | 1     | 0,08  | -     | -     | 1     | -     | -     | 2     | 3     | 0,28  |
| Total                  | 90    | 36    | 107   | 233   | 99,97 | 336   | 479   | 651   | 1466  | 99,96 | 1191  | 99,86 | 268   | 99,98 | 115   | 388   | 57    | 480   | 1040  | 99,93 |

proporcionados, achatados e alongados, bem como os de faces planas e arestas retilíneas interpretados como forma de crescimento.

Cristais fragmentados segundo a clivagem (fragmentos de clivagem), com perda de 60 % da forma original, constituem a segunda categoria mais abundante em mais da metade dos lotes, destacando-se nos três lotes de Poxoréu, em um dos lotes de Chapada dos Guimarães, em dois lotes de Alto Paraguai e no lote de Diamantino. São raros os cristais com evidências de reabsorção (arredondamento da superfície fragmentada).

Cristais isentos de feições cristalográficas (emergência de eixos, faces e arestas bem definidas) são classificados como cristais irregulares. É a segunda categoria mais abundante em um dos lotes de Chapada dos Guimarães, de Alto Paraguai e de Poxoréu. Nos demais lotes ocorre em menor proporção do que outras categorias.

Os agregados cristalinos são definidos por associações de dois a três cristais de hábito rombododecaédrico. Não observa-se nos lotes estudados a ocorrência de associações de outras formas cristalográficas.

Os cristais de hábito intermediário entre o octaedro de faces e arestas planas e o rombododecaedro de faces e arestas curvas (octarrombododecaedro) mostram, em graus variáveis, a seqüência completa de transição entre o octaedro e o rombododecaedro. Esta transição de forma é ocasionada pela reabsorção dos cristais pelo magma kimberlítico/lamproítico.

Os octaedros são representados por cristais equidimensionais, de faces e arestas planas. Não observa-se a ocorrência de octaedros com faces e arestas abauladas.

Geminados de contato (chapéu de frade) e interpenetrantes, foram agrupados na categoria geminados. Ocorrem em todas as regiões estudadas, porém em proporções baixas.

As formas cúbica, combinada (p. e. octaedro + cubo), pseudohexatetraedro, trioctaedro, cubo piramidado e as variedades policristalinas carbonado e ballas são registradas em frequências baixas em alguns lotes estudados. As formas hexaoctaedro e icositetraedro não foram encontradas no decorrer desse trabalho.

As frequências das diversas categorias morfológicas estão agrupadas em:

1 - Formas abundantes: rombododecaedro de dissolução, cristal irregular, agregado cristalino e fragmento de clivagem;

2 - Formas comuns: octaedro, octarrombododecaedro e geminados (contato e interpenetração);

3 - Formas raras: trioctaedro, pseudohexatetraedro, cubo, cubo piramidado, formas combinadas e diamantes policristalinos (carbonado e ballas);

4 - Formas ausentes: hexaoctaedro, icositetraedro.

A figura 2 mostra fotomicrografias de variedades morfológicas de diamantes estudados, obtidas em microscópio eletrônico de varredura. A figura 3 apresenta a distribuição das diversas categorias morfológicas reconhecidas, sob a forma de diagramas de barra, com o objetivo de facilitar a visualização e a comparação entre os dados das áreas estudadas.

### 3 PESQUISAS SEMELHANTES EM DEPÓSITOS DE DIAMANTES PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS

Os trabalhos clássicos de FERSMANN & GOLDSCHIMDT (1911), GOLDSCHIMDT (1916) e WILLIAMS (1932), sobre diamantes da África do Sul, tratam de questões cristalográficas, hábitos e geminados, inclusões e gênese. Entretanto, não abordam variações morfológicas entre populações de jazidas distintas. Esse tipo de estudo só se tornou viável no começo dos anos setenta, quando alguns pesquisadores passaram a trabalhar com lotes de diamantes representativos de depósitos primários e detríticos.

LEITE (1969) mostra que, entre os diamantes do Triângulo Mineiro, predomina a forma rombododecaédrica, seguida por geminado de contato de contornos irregulares. Entre os octaedros, alguns apresentam faces arredondadas de rombododecaedro e outros, arestas e vértices reentrantes originados pelo crescimento de dois ou mais indivíduos paralelos, além de octaedros equidimensionais e tabulares. São observadas, também, formas irregulares achatadas ou alongadas, e geminados de hábito tabular (chapéu de frade). Neste trabalho, os cristais rombododecaédricos são interpretados como resultantes da dissolução do octaedro primário (primitivo).

O estudo morfológico de diamantes aluvionares da Bacia Hidrográfica do Alto Araguaia, feito por SVISERO (1971), demonstra que o hábito rombododecaédrico predomina em todos os locais amostrados, seguindo de cristais transicionais octarrombododecaédricos, geminados de contato, agregados rombododecaédricos, formas irregulares e fragmentos de clivagem. Os diamantes

rombododecaédricos são interpretados como originados a partir da dissolução de cristal octaédrico primário, conforme LEITE (1969). Além disso, SVISERO (1971) interpreta a forma pseudo-hexatetraédrica como resultante da dissolução de forma cúbica primária, ao contrário dos demais autores que continuam denominando essa forma de

hexatetraédrica, fato que conflita com o classe  $m3m$  (holoédrica) do diamante. Nesse caso particular, a dissolução atua sobre as arestas da forma de crescimento inicial (cubo ou cubo piramidado) produzindo um cristal rombododecaédrico desproporcionado, aparentemente hexatetraédrico, ocasionando as interpretações errôneas encontradas na literatura.

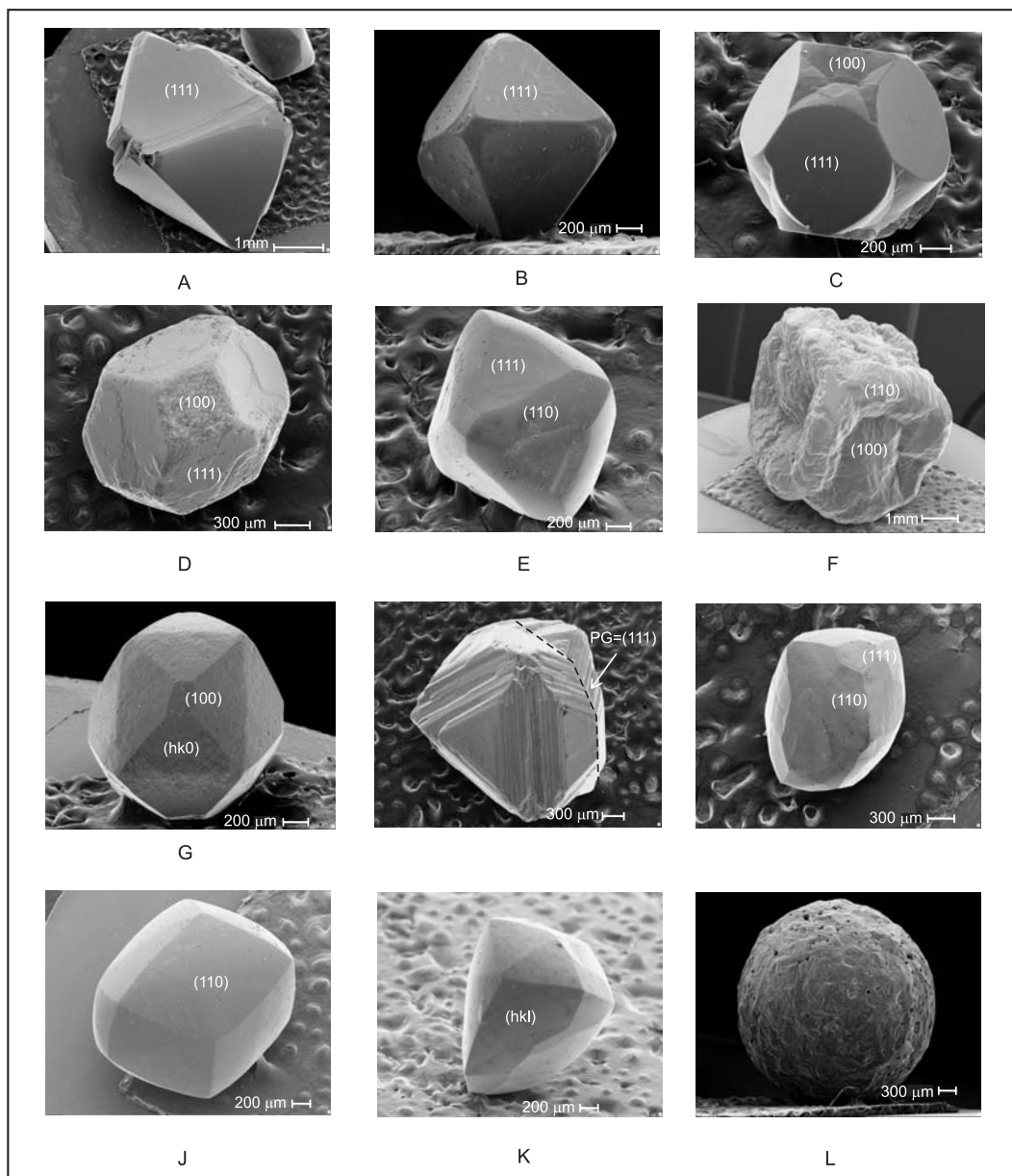


FIGURA 2 - Eletromicrografias por Microscopia Eletrônica de Varredura de alguns cristais, ilustrando: A) octaedro isento de dissolução, B) octaedro mostrando o início da dissolução das faces (110) e (100), C) faces de dissolução (100) com orientação negativa, D) forma combinada entre cubo e octaedro sem dissolução, E) forma transicional entre octaedro e rombododecaedro, F) cubo em avançado estágio de dissolução, G) combinação entre cubo e cubo piramidado, H) geminado de contato, destacando-se o plano de geminação, I) octarrombododecaedro, J) rombododecaedro de dissolução (a forma mais freqüente), K) pseudohexatetraedro, L) ballas (diamante policristalino).

A morfologia de diamantes do Complexo Kimberlítico Kao, Lesotho, descrita por WHITELOCK (1973) foi dividida em seis categorias distintas: octaedro, rombododecaedro, rombododecaedro achatado, geminado, agregado cristalino e forma irregular. Na categoria octaedro são englobados os cristais com forma transicional octarrombododecaédrica, talvez pelo fato de apresentarem baixo grau de reabsorção. Além disso, os cristais rombododecaédricos achatados são separados dos regulares, embora a diferença entre os dois ser praticamente desprezível. Outro critério adotado, consiste em reunir cristais irregulares junto com

os quebrados (fragmento de clivagem) perfazendo um total de 60 a 70%. De modo geral, predomina a categoria irregular seguida pela rombododecaedro, octaedro e geminado. As demais formas cristalográficas apresentam variações menores e pouco significativas. Segundo esse autor, rombododecaedros perfeitos contêm linhas sinuosas desenvolvidas na diagonal das faces rômbricas, sugerindo a formação parcial de hexatetraedros. Entre os agregados, observa-se um predomínio de rombododecaedro sobre octaedro. Merece destaque também a amostragem realizada segundo uma malha regular de 16 pontos cobrindo a área do kimberlito.

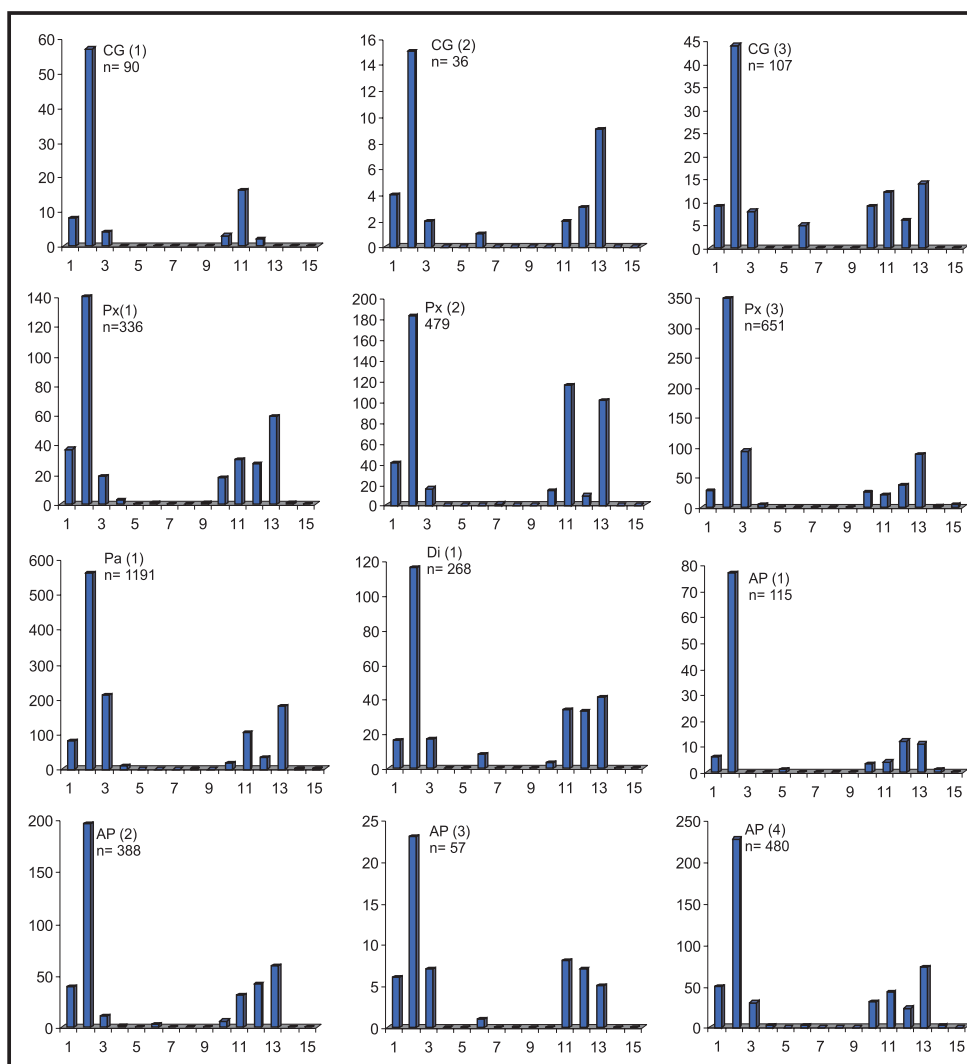


FIGURA 3 - Distribuição do número de cristais versus a morfologia cristalina dos diamantes estudados das regiões de Chapada dos Guimarães (lotes CG1, CG2 e CG3), Poxoréu (lotes Px1, Px2 e Px3), Paranatinga (lote Pa1), Diamantino (lote Di1) e Alto Paraguai (lotes AP1, AP2, AP3 e AP4). Legenda: 1 - octaedro, 2 - rombododecaedro, 3 - octarrombododecaedro, 4 - trioctaedro, 5 - cubo, 6 - pseudohexatetraedro, 7 - cubo + rombododecaedro, 8 - cubo + octaedro, 9 - cubo piramidado, 10 - geminado, 11 - irregular, 12 - agregado cristalino, 13 - fragmento de clivagem, 14 - ballas, 15 - carbonado. Destaca-se a predominância da forma rombododecaédrica em todas as regiões estudadas.



HARRIS *et al.* (1975) elaboraram uma metodologia para classificar a morfologia de diamantes dos Kimberlitos Premier, Finsch e Koffyfontein e do depósito aluvionar Dreyer Pan. Também procuram estabelecer se o diamante de uma determinada fonte pode ser classificado qualitativamente por meio de suas propriedades físicas. Segundo esses autores, as características físicas dos diamantes variam com o tamanho, sendo particulares e diagnósticas para cada um dos depósitos estudados. Os fatores considerados na classificação incluem forma cristalina, transparência, cor macroscópica, número de inclusões e características superficiais (capas opacas, grafitosas, etc.). Dando continuidade a esses trabalhos, HARRIS *et al.* (1979) observam que a morfologia dos cristais não varia com a profundidade da intrusão.

Diamantes do Complexo Kimberlítico Sloan 1 e 2, Distrito de Colorado-Wyoming, Estados Unidos da América, caracterizados por McCALLUM *et al.* (1979), exibem a forma rombododecaédrica desproporcionada em grau variável e a transição completa da forma octaédrica para a rombododecaédrica. As formas mais freqüentes são agregados de octaedros, e de rombododecaedros, octaedro, octarrombododecaedro, geminados de contato e rombododecaedro. Ocorrem também formas irregulares agrupadas com fragmentos de clivagem. A alta porcentagem de cristais octaédricos em relação à proporção relativamente baixa de rombododédricos sugere que a ação da dissolução foi pouco intensa neste complexo kimberlítico. Levando em conta a ocorrência de formas transicionais entre o octaedro e o rombododecaedro, os referidos autores concluem que a forma original de crescimento é o octaedro de faces planas e arestas retilíneas.

SVISERO *et al.* (1981) apresentam o primeiro trabalho específico sobre a caracterização de propriedades morfológicas e físicas baseadas em lotes com representatividade estatística sobre a Mina de Romaria (MG). Neste caso, um lote constituído por 5.317 diamantes confirma o predomínio do hábito rombododecaédrico de faces curvas, seguido por cristais transicionais entre octaedro e rombododecaedro. Posteriormente, SVISERO & HARALYI (1985) mostram que a relação octaedro/rombododecaedro (O/R) e a razão cubo/cubo piramidado (C/CP) mostram redução com o aumento da granulometria.

As características morfológicas de diamantes dos Lamproítos Ellendale e Argyle (Austrália), estudada por HALL & SMITH (1984) comporta-se de forma contrastante com as de diamantes de

kimberlitos. Por exemplo, na intrusão Ellendale os agregados e geminados apresentam principalmente hábito rombododecaédrico. Os cristais de hábito octaédrico, quase ausentes nas classes granulométricas maiores, predominam nas classes menores. Outro destaque são os cristais constituídos por 50% de octaedro e 50% de rombododecaedro, que conforme os referidos autores, representam uma segunda geração de crescimento, na qual o rombododecaedro (reabsorvido) da primeira geração serviu de núcleo para o crescimento do novo octaedro. No Lamproíto Argyle, predominam os cristais irregulares e geminados de contato, ocorrendo em proporções bem menores os rombododecaédricos. Cristais octaédricos planos, da mesma forma que em Ellendale, concentram-se nas classes granulométricas menores. Com o aumento da granulometria, diminui o número de cristais irregulares e em relação a estes, aumenta o número de agregados e de octaedros. Os autores concluem que os diamantes dos dois corpos apresentam evidências de intensos processos de dissolução.

CHIEREGATI (1989) utiliza os mesmos critérios adotados por SVISERO *et al.* (1981), na classificação dos diamante detrítico das regiões de Itararé-Jaguariaíva, Tomazina, Ibaiti, Telêmaco Borba e Tibagi (PR). Nesses locais, predominam diamantes com forma rombododecaédrica, seguida pela forma de transição octarrombododecaédrica. Ocorrem em proporções menores cristais octaédricos, cubos piramidados, geminados e agregados policristalinos com morfologia variada.

OTTER *et al.* (1994) dividem a morfologia do diamante, em primária (características decorrentes da cristalização) e secundária (decorrente da reabsorção após a cristalização). Na morfologia primária são incluídos octaedro, cubo, rombododecaedro de faces planas, cubo-octaedro, geminados, agregado de microcristais (< 1 mm) e macrocristais (> 1 mm), cristais irregulares, diamante policristalino (ballas) e lonsdaleita (polimorfo hexagonal). A morfologia secundária, classificada com base no grau de reabsorção, constitui 5 categorias distintas, flanqueadas pelo octaedro primitivo e pelo rombododecaedro de dissolução. Este método é aplicado em um lote de 1.816 cristais (Distrito de Colorado-Wyoming) do qual resultam as seguintes características: a) predomínio destacado de cristais octaédricos nas duas intrusões, b) ocorrência pequena de agregados, cristais irregulares e geminados, c) cristais de hábito cúbico e cúbico-octaédrico, constituindo juntos apenas 2% do total das amostras. OTTER *et al.* (1994) verificam que os diamantes sofreram uma per-

da de 25% da massa durante os processos de reabsorção. Os cristais quebrados ou fraturados resultam da descompressão durante a erupção do magma kimberlítico, devido à expansão diferencial entre as fases inclusas e o diamante hospedeiro. Muitos cristais foram quebrados antes da reabsorção, mas não necessariamente no último estágio da corrosão, apresentando faces quebradas reabsorvidas. A ocorrência de trígonos e de cavidades quadráticas negativas, bem como a ausência de estruturas positivas, sugere que a reabsorção ocorreu a alta temperatura ( $> 900^{\circ}\text{C}$ ), provavelmente por oxidação na presença de fluidos ricos em  $\text{H}_2\text{O}$  ou  $\text{CO}_2$ .

Em trabalho complementar, McCALLUM *et al.* (1994) ampliaram o número de diamantes amostrados para 112.085, incluindo nessa amostragem os kimberlitos Maxwell, Autman, Schaffer, Chicken Park, Sloan 1 e 2 e George Creek 1 e 2 (Distrito de Colorado-Wyoming). No entanto, apresentam dados de morfologia de apenas 3.917 cristais. O octaedro é a forma predominante na maior parte das intrusões, exceto em Chicken Park e no corpo George Creek 1, onde agregados cristalinos são mais abundantes. Os agregados são classificados em simples (constituídos de 2 a 3 cristais) e multicristalinos (compostos por mais de três cristais). Os simples predominam no corpo Maxwell, Autman, Schaffer, Sloan 1 e 2, enquanto os multicristalinos em Chicken Park (35%) e em George Creek K1 (42%). Outro destaque é a presença da forma combinada cubo+octaedro em Autman, Schaffer, George Creek 2 e Maxwell. Os geminados, mais abundantes em George Creek K1, são divididos nos tipos de contato e interpenetrantes, sendo o primeiro tipo mais abundante e estando presente em todos os corpos amostrados. A maior parte dos diamantes estudados mostram distorções geométricas consideradas resultantes do crescimento primário.

TRAUTMAN *et al.* (1997) comparam a ocorrência de microcristais de diamantes entre kimberlitos de Yakútia (Rússia) e lamproítos da Austrália, e observam que em Yakútia ocorre o predomínio de octaedros, rombododecaedros e agregados, enquanto na Austrália, predominam os octaedros, geminados e agregados. Comparando as categorias, observa-se que a proporção de octaedro e cubo são aproximadamente equivalentes nos dois locais, e que a maior diferença de frequência ocorre entre rombododecaedro, geminados e agregados cristalinos. De modo geral, os cristais apresentam alto grau de modificação da forma primária octaédrica, sendo raros aqueles isentos de dissolução.

Continuando os trabalhos de caracterização morfológica dos diamantes brasileiros, CHAVES (1997) trata das ocorrências detríticas da Serra do Espinhaço em Minas Gerais, enfatiza os depósitos das regiões de Diamantina, Grão Mogol e Jequitaiá. De forma análoga ao observado em outras localidades do país, na Serra do Espinhaço predominam cristais rombododecaédricos de faces curvas e arestas abauladas, seguidos por cristais de morfologia transicional e geminados. Em proporções menores ocorrem a forma cúbica, fragmentos de clivagem, além de carbonado e ballas.

Dados preliminares a respeito de diamantes do kimberlito DO-27, situado no Cráton Slave, na região ártica canadense, são apresentados por DAVIES *et al.* (1998). A morfologia dos diamantes inclui as variedades octaedro simples e combinado com outras formas pouco reabsorvidas e rombododecaedro com alto grau de reabsorção. Os octaedros constituem 30 %, os rombododecaedros 29 %, cubo e cubo+octaedro 12 %, agregados 14,5 %, e fragmentos de clivagem 14,5 %. Segundo esses autores, a maioria dos cristais perderam de 25 a 65 % da massa original nos processos de reabsorção.

Nos depósitos primários descritos, o predomínio de determinada forma sobre outras é evidente. No Kimberlito Kao (Lesotho) os cristais irregulares predominam sobre rombododecaedros e geminados (WHITELOCK 1973). Nas intrusões Maxwell, Aultman, Schaffer, Chicken Park, Sloan 1 e 2 e George Creek 2, Estados Unidos da América, os cristais octaédricos predominam sobre os agregados e cristais irregulares que ocorrem em proporções bem menores (OTTER *et al.* 1994, McCALLUM *et al.* 1994). Por outro lado, na intrusão George Creek 1 desse campo kimberlítico, destacam-se os agregados cristalinos seguidos dos cristais irregulares e dos geminados, sendo o octaedro pouco freqüente (McCALLUM *et al.* 1994). Nos lamproítos Ellendale e Argyle da Austrália predominam rombododecaedros, seguidos de cristais irregulares e geminados (HALL & SMITH 1984) e no Cráton Slave, Canadá, os cristais octaédricos são mais abundantes do que os rombododecaédricos e formas combinadas. Portanto, como vem sendo observado, a diversidade morfológica dos diamantes em kimberlitos e lamproítos é característica de cada intrusão.

Nos depósitos detríticos das regiões de Alto Araguaia (SVISERO 1971), Rio Tibagi (CHIEREGATI 1989), Mina de Romaria (SVISERO *et al.* 1981, SVISERO & HARALYI 1985) e Serra do Espinhaço (CHAVES 1997), predominam cristais



rombododecaédricos seguidos por formas transicionais e geminados de contato. Já nos diamantes do Triângulo Mineiro, analisados por LEITE (1969), a forma rombododecaédrica é seguida por geminado de contato de contornos irregulares.

#### 4 CONCLUSÕES

Os diamantes estudados por meio de microscopia óptica e eletrônica de varredura (MEV), mostram variedades de formas cristalográficas, caracterizadas pela alta proporção de rombododecaedros em todos os lotes estudados (42,28 a 50,28 %), seguida por fragmentos de clivagem (9,87 a 16,91 %), cristais irregulares (entre 8,17 a 12,87 %), agregados cristalinos (8,07 % a 12,31 %), octarrombododecaedros (6,0 % a 17,71 %), octaedros (5,97% a 9,61%) e geminados de contato (1,12 % a 5,15 %). Já as formas combinadas (cubo piramidado + cubo, octaedro + cubo, etc.), diamantes policristalinos (carbonado e ballas), pseudohexatetraedros, cubos e trioctaedros ocorrem em baixas porcentagens.

A forma arredondada dos cristais rombododecaédricos beneficia seu transporte, pois sofrem menos atrito, predominando em depósitos secundários. Cabe ressaltar, que após o *emplacement* da intrusão kimberlítica/lamproítica, desde que não ocorra metamorfismo, as condições físico/químicas do meio ambiente não alteram mais as propriedades físicas do diamante, nem mesmo através dos processos intempéricos e erosivos que desagregam a rocha hospedeira, o que faz que o diamante e os demais constituintes minerais sejam afetados somente pelas condições mecânicas do transporte em meio aquoso.

Os octaedros, cubos, formas combinadas e geminados de contato, devido a clivagem perfeita, podem ser fraturados internamente, nas arestas e vértices, ocasionando fragmentação por impactos durante o transporte (SUTHERLAND 1982). O mesmo ocorre com cristais com defeitos estruturais e inclusões minerais.

A alta porcentagem de fragmentos de clivagem (sem evidências de dissolução) é portanto ocasionada pelo transporte para os depósitos detríticos. A dureza (10) do diamante não permite que o atrito com outros minerais de dureza mais baixa (quartzo entre outros detritos), desgaste suas faces e arestas modificando sua forma original, o transporte apenas afeta o tamanho do diamante.

A diversidade de formas cristalográficas observadas pode estar relacionada à presença de dife-

rentes fontes primárias abastecendo os depósitos detríticos. Contudo, dados de morfologia analisados isoladamente não são suficientes para determinar tal possibilidade.

As regiões de Chapada dos Guimarães, Poxoréu, Paranatinga, Alto Paraguai e Diamantino, todas produtoras de diamantes desde o século passado, estão relativamente afastadas entre si, entretanto englobadas pelo *Rift* Rio das Mortes (WESKA 1996) (Figura 1). Fato que permite a sugestão das áreas fontes que abasteceram os depósitos dos quais provêm os diamantes analisados.

Para as regiões de Diamantino e Alto Paraguai podem ser o Grupo Parecis, ou ainda depósitos primários não identificados.

Na região de Paranatinga, a origem do diamante pode estar relacionada tanto ao Grupo Parecis como também a rochas kimberlíticas (no sentido de HAGGERTY 1999) do Campo Kimberlítico de Paranatinga (WESKA & SVISERO 2001).

Em Chapada dos Guimarães e Poxoréu, os conglomerados e as rochas piroclásticas (~85Ma.) muito alteradas (equivalentes ao Grupo Bauru, WESKA 1996), inserem-se como prováveis fontes alternativa e intermediária para estes diamantes.

A Formação Cachoeirinha de idade terciária, também é fonte para cascalhos quaternários, presentes nos depósitos detríticos dos quais provêm os diamantes estudados.

Conseqüentemente, é possível que esses diamantes estejam relacionados a fontes primárias e secundárias. Esse fato concorda com as características morfológicas descritas em cada depósito, onde foram observadas porcentagens altas de rombododecaedros e de fragmentos de clivagem, o que sugere transporte prolongado, e/ou ainda que os diamantes estiveram sujeitos a vários ciclos erosivos.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP (Processo 95/5635-9), ao Prof. Dr. Claudio Riccomini e ao Engenheiro Ysaac Jamil Sayeg, responsáveis pelo Laboratório de Microscopia Eletrônica do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, pelo excelente trabalho desenvolvido na produção de fotomicrografias, que destacam a morfologia dos diamantes estudados. Agradecem também à CAPES pela bolsa concedida a Pós-graduanda Iede Zolinger durante o período de mestrado e ao Prof. Dr. Daniel Atencio do Departamento de Mineralogia e Geotectônica do IG/USP, pela revisão do texto.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAVES, M.L.S.C. 1997. Geologia e mineralogia do diamante da Serra do Espinhaço em Minas Gerais. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 285p.
- CHIEREGATI, L.A. 1989. Aspectos mineralógicos, genéticos e econômicos das ocorrências diamantíferas da região nordeste do Paraná e sul de São Paulo. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 180p.
- DAVIES, R.; GRIFFIN, W.L.; PEARSON, N.J.; ANDREW, A.; DOYLE, B.J.; O'REILLY, S.Y. 1998. Diamonds from the Deep: Pipe DO-27, Slave Craton, Canada. *In: INTERNATIONAL KIMBERLITE CONFERENCE*, 7, Cape Town, South Africa, 1998. Extended Abstracts. South Africa, GSSA/IAGC/SEG/SGA., p.170-172.
- FERSMANN, A. & GOLDSCHMIDT, V. 1911. Der diamant. Carl Winters, Heidelberg, 274p.
- GOLDSCHMIDT, V. 1916. Diamant. *In: Atlas der Krystallformen*. Carl Winters, Heidelberg., p. 28-48.
- HAGGERTY, S.E. 1999. A diamond trilogy: superplumes, supercontinents, and supernoval. *Science*, 285(5429): 851-860.
- HALL, A.E. & SMITH, C.B. 1984. Lamproite diamond – are they different? *In: J. E. GLOVER, & P.G. HARRIS*, (eds.) *Kimberlite occurrence and origin: a basis for conceptual models in exploration*. Perth: University of Western Australia, p.167-205 (University Special Publication 8).
- HARRIS, J.W.; HAWTHORNE, J.B.; OOSTERVELD, M.M. 1979. Regional and local variation in the characteristics of diamonds from some southern African Kimberlites. *In: F.R. BOYD & H.O.A. MEYER* (eds.) *Kimberlites, diatremes and diamonds: their geology, petrology and geochemistry*. Washington: American Geophysical Union, p. 27-41.
- HARRIS, J.W.; HAWTHORNE, J.B.; OOSTERVELD, M.M.; WEHMEYER, E. 1975. A classification scheme for diamond and a comparative study of south african diamond characteristics. *Physics and Chemistry of the Earth*, 9: 765-783.
- LEITE, C.R. 1969. Mineralogia e cristalografia do diamante do Triângulo Mineiro. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 102p.
- MCCALLUM, M.E.; HANTLEY, P.M.; FALK, R.W.; OTTER, M.L. 1994. Morphological, resorption and etch feature trends of diamonds from kimberlite populations within the Colorado-Wyoming State Line District, USA. *In: INTERNATIONAL KIMBERLITE CONFERENCE*, 5., Araxá, Brasil, 1991, Proceedings. Rio de Janeiro, CPRM, p. 32-50.
- MCCALLUM, M.E.; MABARAK, C.D.; COOPERSMITH, H.G. 1979. Diamonds from kimberlite in the Colorado-Wyoming State Line District. *In: F.R. BOYD & H.O.A. MEYER* (eds.). *Kimberlites, diatremes and diamonds: their geology, petrology and geochemistry*. Washington, American Geophysical Union, p. 42-58.
- MEYER, H.O. A. 1985. Genesis of diamond: a mantle saga. *American Mineralogist*, 70: 344 – 355.
- ORLOV, Y.L. 1977. The mineralogy of the diamond. Wiley & Sons, New York, 235p.
- OTTER, M.L.; MCCALLUM, M.E.; GURNEY, J.J. 1994. A physical characterization of the Sloan (Colorado) diamonds using a comprehensive diamond description scheme. *In: INTERNATIONAL KIMBERLITE CONFERENCE*, 5., Araxá, Brasil, 1991, Proceedings. Rio de Janeiro, CPRM, p. 15-31.
- SUTHERLAND, D.G. 1982. The transport and sorting of diamonds by fluvial and marine processes. *Economic Geology*, 77 (7): 1613-1620.
- SVISERO, D.P. 1971. Mineralogia do diamante da região de Alto Araguaia, MT. Instituto de Geociências e Astronomia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 137p.

- SVISERO, D.P.; FELITTI FILHO, W.; ALMEIDA, J.S. 1981. Geologia da mina de diamante de Romaria, Município de Romaria, MG. *Mineração e Metalurgia*, 425: 4-14.
- SVISERO, D.P. & HARALYI, N.L.E. 1985. Caracterização do diamante da Mina de Romaria, Minas Gerais. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS*, 3, Belo Horizonte, 1985. *Anais. Belo Horizonte, SBG-MG*, p. 140-153.
- TRAUTMAN, R.; GRIFFIN, B. E.; TAYLOR, W.R.; SPETSIUS, Z.V.; SMITH, C.B.; LEE, D.C. 1997. A comparison of the microdiamonds from kimberlite and lamproite of Yakutia and Australia. *Russian Geology and Geophysics*, 38(2): 341-355.
- WESKA, R.K. 1996. Geologia da região diamantífera de Poxoréu e áreas adjacentes, Mato Grosso. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 219p.
- WESKA, R.K. & SVISERO, D.P. 2001. Uma síntese do conhecimento sobre as rochas de natureza kimberlítica da porção sul do Cráton Amazônico, no Estado de Mato Grosso, *In: WORKSHOP ON GEOLOGY OF THE SW AMAZON CRATON: STATE OF-THE-ART*, São Paulo, Extended Abstracts, p.140-144.
- WHITELOCK, T.K. 1973. Morphology of the Kao diamonds. *In: P. H Nixon (ed.) Lesotho Kimberlites*. Lesotho National Development, p.128-140.
- WILLIAMS, A.F. 1932. The genesis of diamond. Ernest Benn, London, 536p.
- YACOOT, A. & MOORE, M. 1993. X-ray topography of natural tetrahedral diamonds. *Mineralogical Magazine*, 57: 223-230.
- ZOLINGER, I.T. 2000. Aspectos mineralógicos e econômicos de diamantes das regiões de Chapada dos Guimarães, Poxoréu, Diamantino, Paranatinga, e Alto Paraguai, Mato Grosso. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 194p.

Endereço dos autores:

Iede Terezinha Zolinger: Departamento de Mineralogia e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. Rua do Lago 562, CEP 05508-900, Cidade Universitária, São Paulo, SP. Pós-graduação (CNPq). E-mail: solar@usp.br

Darcy Pedro Svisero: Departamento de Mineralogia e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. Rua do Lago, 562, CEP 05508-900, Cidade Universitária, São Paulo, SP. E-mail: svisero@usp.br

Ricardo Kalikowski Weska: Departamento de Recursos Minerais, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso. Av. Fernando Correa da Costa s/n, Coxipó, Cuiabá, MT, CEP 78060-900. E-mail: weska@terra.com.br