

ALGUMAS ESTRUTURAS INTERNAS DO DIAMANTE, AO REDOR DE INCLUSÕES MINERAIS.

Cirano Rocha LEITE *
Antonio Tallarico Vicente ADORNO **

RESUMO: Assim como as inclusões minerais, as imperfeições cristalinas internas do diamante poderiam classificar-se em singenéticas e epigenéticas se, respectivamente, originaram-se durante ou após a cristalização do diamante. Este trabalho pretende classificar, de acordo com a origem, algumas estruturas decorrentes de imperfeições ao redor de uma inclusão singenética de forsterita, tomada como referência. Utilizou-se, para a observação das estruturas internas do diamante, a técnica de gravação de superfícies polidas.

UNITERMOS: Imperfeições em diamante; inclusões em diamante; classificação genética de imperfeições em diamante.

INTRODUÇÃO

O estudo de defeitos ou imperfeições cristalinas em diamante, assim como a identificação de suas inclusões minerais, é de extremo interesse para a reconstituição da história deste importante mineral, podendo constituir-se em método eficaz para o estabelecimento de suas condições de origem. No entanto, pouco valor têm as informações sobre estes defeitos sem o cuidado de se proceder a uma classificação genética dos mesmos, uma vez que somente deste modo seria possível estabelecer-se uma seqüência entre os eventos responsáveis pela sua origem o que, de certa forma, se relaciona direta ou indiretamente com a gênese do próprio diamante.

Situação semelhante ocorreu no estudo das inclusões minerais, que, conhecidas desde o século XVIII, somente tiveram importância para a elucidação da ori-

gem do diamante após a classificação genética sugerida por ORLOV¹ e que propiciou o estabelecimento das paragéneses peridotítica e eclogítica². Como no caso das inclusões, os defeitos ou imperfeições poderiam ser então classificados em singenéticos ou epigenéticos se, respectivamente, se originaram durante o crescimento do diamante ou após a cristalização do mesmo. O reconhecimento deste caráter genético pode ser sobremaneira facilitado se, no diamante em estudo, ocorrer alguma feição que possa ser utilizada como referência, como, por exemplo, uma inclusão mineral reconhecidamente singenética.

MATERIAL E MÉTODOS

A amostra de diamante estudada, um rombododecaedro arredondado proveniente do Triângulo Mineiro (Minas Gerais), apresentava uma inclusão bem de-

* Departamento de Química Tecnológica e de Aplicação — Instituto de Química — UNESP — 14.800 — Araraquara — SP.

** Departamento de Físico-Química — Instituto de Química — UNESP — 14.800 — Araraquara — SP.

envolvida de forsterita ($a_0 = 4,756 \pm 0,004 \text{ \AA}$; $b_0 = 10,214 \pm 0,008 \text{ \AA}$ e $c_0 = 5,977 \pm 0,006 \text{ \AA}$) que, apesar de aparente-

mente irregular revelou tratar-se de um pseudocubo octaedro desproporcionado (Fig. 1). Diagramas de precessão e, princi-

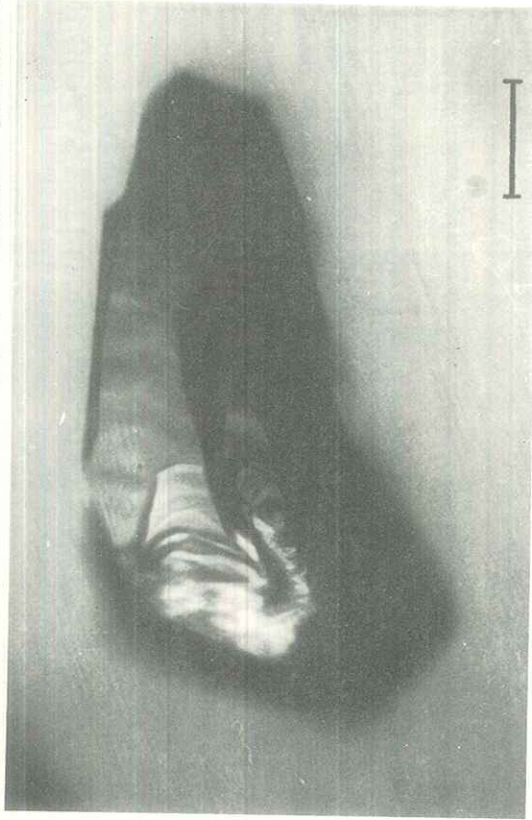


FIG. 1 — Inclusão singenética de forsterita, indicando sincristalização com o diamante (facês estriadas e em degrau). Escala gráfica = 0,05mm.

palmente, o estudo morfológico desta inclusão, permitiram classificá-la como verdadeiramente singenética³.

O estudo de estruturas internas do diamante, decorrentes de imperfeições cristalinas, tem sido efetuado pela aplicação de diferentes métodos dentre os quais o mais generalizado é a topografia de raios X, em suas diversas modalidades.^{4,5} Contudo, a alta sensibilidade deste método dificulta a determinação do caráter genético dos defeitos responsáveis pelas estruturas, uma vez que a imagem topográfica assim obtida parece revelar uma superposição de diferentes tipos de defeitos⁶.

Neste caso, outros métodos aparentemente menos eficientes, como a topografia de UV⁷, a catodoluminescência⁸ ou a gravação artificial⁹, poderiam ser aplicados com maior possibilidade de sucesso. Optou-se, no presente, dadas as disponi-

te o preparo da superfície a ser atacada. Superfícies perpendiculares às direções $\langle 100 \rangle$ ou $\langle 110 \rangle$ são, neste caso, mais favoráveis do que as superfícies próximas o ponto em questão.

dos planos de crescimento do diamante. A aparente complexidade das estruturas mostradas na Fig. 2 ilustra perfeitamente o ponto em questão.

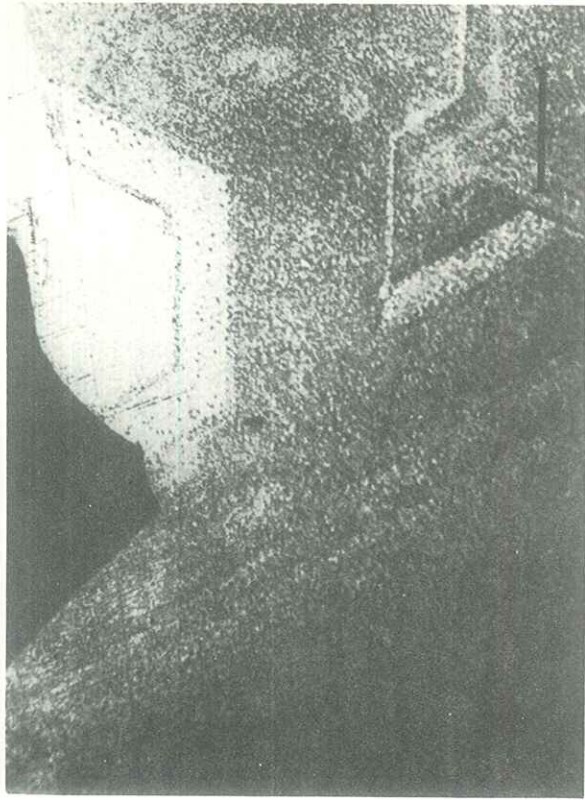


FIG. 2 — Superfície gravada em seção próxima ao plano (111) de uma amostra de diamante. Escala gráfica = 0,1mm.

RESULTADOS DAS OBSERVAÇÕES

A gravação mostrada na Fig. 3 foi obtida em uma seção aproximadamente perpendicular a $\langle 110 \rangle$, de um fragmento de diamante após a remoção da inclusão de forsterita. Na figura podem-se observar estruturas em camada (A), estruturas reticulares (B) e uma estrutura triangular (C), estendendo-se até o molde de inclusão (região escura no canto inferior esquerdo da fotomicrografia).

As estruturas (A) devem originar-se pela incorporação de impurezas, durante o crescimento do diamante, resultando em camadas com diferentes graus de resistência à oxidação. Estruturas de origem provavelmente análoga foram já observadas

por SHAH & LANG¹⁰ e interpretadas como o resultado da distribuição irregular de precipitados em diamante. As estruturas em camada podem, portanto, se considerar como originadas por imperfeições de caráter singenético e podem revelar flutuações na composição química do meio ambiente, durante o crescimento cristalino.

As estruturas reticulares (B), já observadas por FERSMAN & GOLDSCHMIDT¹¹, foram consideradas como consequência de geminação polissintética. WILLIAMS¹², admite, no entanto, para a sua origem, o efeito de deslizamento, durante o crescimento do cristal. Ambas as suposições admitem, portanto, uma origem singenética para tal es-

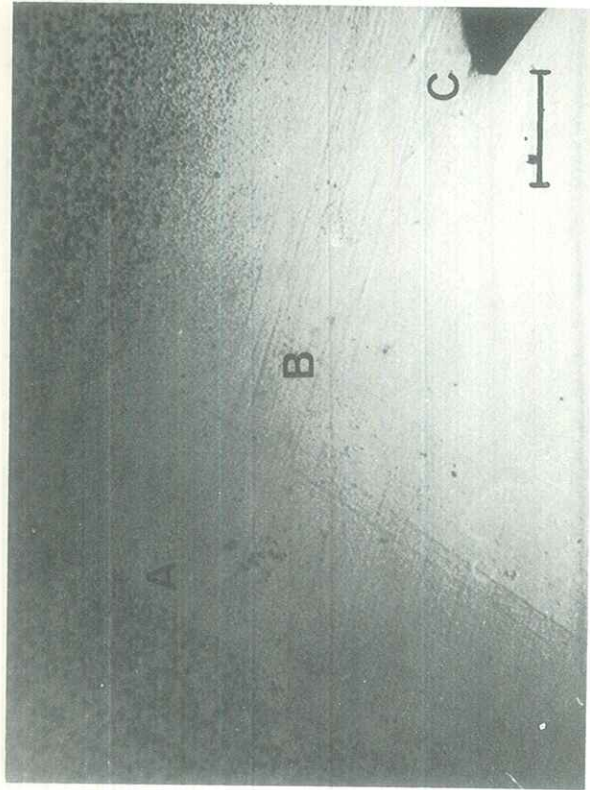


FIG. 3 — Superfície gravada da amostra em estudo, indicando as estruturas descritas no texto. Escala gráfica = 0,1mm.

trutura, contudo, a falta de confirmação experimental para a hipótese de FERSMAN & GOLDSCHMIDT¹¹ e a inviabilidade da suposição de WILLIAMS¹², dadas as propriedades mecânicas incomuns do diamante, tornam necessária a proposição de um outro tipo de mecanismo para explicar a origem dessas estruturas. Uma interpretação talvez mais segura poderia considerar a migração de defeitos ao longo dos planos (111) do diamante, após sua cristalização, suposição esta apoiada pelo fato das distâncias interplanares destes planos serem as maiores possíveis no retículo deste cristal. Desta forma os defeitos assim distribuídos originariam estruturas de caráter nitidamente epigenético. Estes defeitos poderiam apresentar originalmente caráter singético mas, neste caso, deveriam ser necessariamente de natureza diversa dos responsáveis pelas estruturas em camada, uma vez que não se observa o entrelaçamento destas últimas.

A estrutura triangular (C), associada à inclusão, poderia ser, à primeira vista, facilmente classificada como de natureza singenética, dado que o caráter singenético da inclusão foi seguramente estabelecido anteriormente³. No entanto, o mecanismo de sua origem parece ser complexo, o que dificulta o estabelecimento de sua classificação genética. A forma triangular da estrutura poderia ser admitida pela citarização de um grande triângulo, onde se alojaria inicialmente o germe da inclusão. Como estas figuras (triângulos) são classicamente explicadas como resultantes de dissolução (oxidação) natural do diamante, o processo de sua formação não poderia iniciar-se em período de crescimento cristalino e sua origem seria portanto de caráter não singenético. O preenchimento dessa cavidade durante uma nova fase de crescimento do diamante, englobando a inclusão e preenchendo o triângulo, resultaria entretanto de um processo singenético,

conferindo à estrutura final um caráter também singenético. Poder-se-ia supor, de outro lado, que a presença da inclusão propiciasse a formação do triângulo sem a ocorrência da dissolução do diamante. No entanto, a morfologia anômala da inclusão de forsterita, resultante de sua cristalização em cavidade preexistente no hospedeiro¹³, torna pouco viável esta possibilidade.

CONCLUSÕES

As observações efetuadas, mesmo limitadas a um pequeno número de estruturas

ras que ocorrem em diamantes naturais, podem conduzir, em resumo, às seguintes sugestões:

- a — as condições ambientes, durante o crescimento do diamante natural, não se mantêm estáveis, tanto do ponto de vista físico como químico;
- b — o diamante, após a sua formação, pode sofrer processos naturais de reconhecimento, propiciando a migração de defeitos;
- c — o processo de crescimento do diamante natural não é contínuo, podendo alternar-se com períodos de decrescimento cristalino.

LEITE, C.R. & ADORNO, A.T.V. — Some internal structures in diamond around mineral inclusions. *Ecl. Quim.*, São Paulo, 7: 59-63, 1982.

ABSTRACT: As in the case of the mineral inclusions, the internal crystal imperfections in diamond could be classified as syngenetic or epigenetic, if they were generated during or after the diamond formation, respectively. This paper intends to classify, according to the origin, some features resulted from imperfections around a syngenetic forsterite inclusion, taken as reference. The artificial etching of a polished surface was used for the observation of the internal structure of the sample.

KEY-WORDS: Diamond crystal imperfections; diamond inclusions; genetic classification of diamond imperfections.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ORLOV, Yu. L. — *Trans. Min. Mus. Acad. Sci.*, URSS, 1959, 10, 103.
2. PRINZ, M.; MANSON, D.V.; HLAVA, P.F.; KEIL, K. — *Phys. Chem. Earth*, 1975, 9, 797.
3. LEITE, C.R. — Contribuição ao estudo da orientação relativa e da morfologia de inclusões singenéticas em diamante. Instituto de Química de Araraquara, UNESP, 1980. Tese de Livre-Docência.
4. LANG, A.R. — *Acta Cryst.*, 1959, 12, 249.
5. SAVI, A. — Estudo de diamantes naturais com inclusões por difração de raios X. Instituto de Física "Gleb Wataghin", UNICAMP, 1978. Tese de Mestrado.
6. MOORE, M.; LANG, A.R. — *Diamond Conference Abstracts*, Bristol, 1972. Abs. n.3.
7. SEAL, M. — *Diamond Conference Abstracts*, Reading, 1969. Abst. n. 14.
8. BOWLES, J.F.W.; MENDELSSOHN, M.J.; MILLEDGE, H.J.; NAVE, E.; WOODS, P.A. — *Diamond Conference Abstracts*, Reading, 1973. Abst. n. 23.
9. SEAL, M. — *Amer. Mineral.*, 1965, 50, 105.
10. SHAH, C.J.; LANG, A.R. — *Min. Mag.*, 1963, 33, 594.
11. FERSMAN, A. von; GOLDSCHMIDT, V. — *Der Diamant*, Carl Winters, Heidelberg, 1911, 274 pp. Citado por Williams (1932).
12. WILLIAMS, A.F. — *The genesis of diamond*, V. II, Ernest Benn, London, 1932, 536 pp.
13. HARRIS, J.W.; HENRIQUES, R.C. — *Diamond Conference Abstracts*, Bristol, 1972. Abst. n. 27.

ÍNDICE DE ASSUNTOS

V. 7

- Água
mistura com etanol
propriedades termodinâmicas, p. 31
- Chumbo
determinação em embriões de galinhas, p. 55
- Cobalto (III)
IV de derivados, p. 21
- Cobre
determinação de solos
determinação em rochas, p. 5, 13
- Défeitos pontuais
em rede cristalina, p. 37
- Diamante
estrutura, p. 59
- Embriões
determinação de chumbo, p. 55
- Etanol
mistura com água
propriedades termodinâmicas, p. 31
- Inclusões
em diamante, p. 59
- Leite
determinação de pesticidas, p. 49
- Microscopia de Varredura
de argilas, p. 25
- Pavimentação
microscopia eletrônica de solos, p. 25
- Pesticidas
determinação em leite, p. 49
- Prata
recuperação, p. 43
- Vacâncias
em rede cristalina, p. 37

SUBJECT INDEX V.7

- Cobalt (III)
 - IV of compounds, p. 21
- Copper
 - determination in soils
 - determination in rocks, p. 5, 13
- Defects
 - in crystal, p. 37
- Diamond
 - structure, p. 59
- Embryos
 - lead, p. 55
- Ethanol
 - mixtures with water
 - thermodynamics properties, p. 31
- Inclusions
 - in diamond, p. 59
- Lead
 - in chick embryos
- Milk
 - pesticides, p. 49
- Pesticides
 - determination in milk, p. 49
- Road foundation
 - scanning electron microscopy of soils, p. 25
- Scanning electron microscopy
 - of clays, p. 25
- Silver
 - recovery, p. 43
- Vacancies
 - in crystals, p. 37
- Water
 - mixtures with ethanol
 - thermodynamic properties, p. 31

NORMAS

1. A revista "ECLÉTICA QUÍMICA" publica artigos originais e notas prévias escritas num dos seguintes idiomas: português, inglês, francês nas áreas de Química, Física e Matemática.
2. Os artigos originais não poderão exceder 15 folhas datilografadas (25 linhas de 60 espaços) com margem de 2cm de ambos os lados.
3. As notas prévias não poderão exceder 4 folhas datilografadas nas mesmas condições.
4. Os manuscritos deverão ser enviados em 3 exemplares à:

"ECLÉTICA QUÍMICA"

Instituto de Química — UNESP
C.P. 174 — 14.800 — Araraquara(SP) — Brasil

5. A apresentação dos originais obedecerá a seguinte ordem:
 - a) Título no idioma do artigo e em inglês.
 - b) Nome e sobrenome do(s) autor(es) assinalando com asterisco o autor principal para o qual serão mandadas provas e separatas.
 - c) Nome e endereço do laboratório.
 - d) Resumo de até 200 palavras e sua tradução em inglês.
 - e) Os unitermos e suas traduções em inglês.
 - f) O texto do trabalho.
 - g) Bibliografia obedecendo as normas da IUPAC.
 - h) Tabelas, gráficos e fotografias branco e preto, num total geral de 5 por artigo.
As despesas referentes às tabelas, gráficos e fotografias excedentes assim como as ilustrações a cores correrão por conta dos autores. Os gráficos serão desenhados em papel vegetal e suas legendas serão datilografadas em folha separada.
6. Todo manuscrito será submetido ao Departamento Científico que analisará o valor do trabalho podendo recusá-lo, sugerir modificações ou pedir informações ao(s) autor(es).
7. O relatório do Departamento Científico será anônimo e comunicado aos autores.