

INCLUSÕES MINERAIS E GÊNESE DO DIAMANTE DO RIO TIBAGI, PARANÁ.

Darcy Pedro Svisero*

* Instituto de Geociências — Universidade de São Paulo — Caixa Postal 20.899, São Paulo.

ABSTRACT

Olivine, enstatite, garnet, chromiunspinel, pyrrhotite, and diamond have been identified as syngenetic inclusions in detritic diamonds from Tibagi River, Paraná, by X-ray diffraction and electron micro probe techniques. The inclusions range in size from 0,5 up to 0,01 mm; furthermore, most are euhedric and epitaxially related to their host. Olivine and enstatite are colorless with high amounts of magnesium; garnets has a characteristic red to wine color being rich in pyrope and khorringuite molecules. Chromiunspinel like garnet is rich in chromium. Pyrrhotite as well as diamond are not uncommon and were identified in several diamonds. All inclusions are high pressure and high temperature phases being similar in chemistry to their counterpart minerals of kimberlite and kimberlite xenoliths.

RESUMO

Olivina, enstatita, granada, cromioespinélio, pirrotita e diamante foram identificados sob a forma de inclusões singenéticas em diamantes detríticos do Rio Tibagi, Paraná, por meio de difração de raios X e da microsonda eletrônica. As inclusões exibem idiomorfismo acentuado, dimensões na faixa 0,5 a 0,01 mm, sendo algumas epitaxiais com os seus hospedeiros. Do ponto de vista químico, elas são semelhantes aos seus respectivos minerais constituintes de kimberlitos e de xenólitos de kimberlitos definido em conjunto uma associação de natureza tipicamente peridotítica. Esses resultados mostram de forma inequívoca que o diamante do Rio Tibagi, do mesmo modo que o diamante da África e Sibéria, deriva-se de rochas kimberlíticas, cuja localização geográfica continua sendo objeto de pesquisas.

INTRODUÇÃO

Durante a cristalização do diamante, operada ao que tudo indica a profundidades da ordem de 200 Km, ele pode englobar eventualmente, pequenos cristais de outros minerais os quais permanecem em seu interior sob a forma de inclusões cristalinas. Essas inclusões, em geral idiomórfas e microscópicas, constituem os únicos testemunhos dos processos responsáveis pela gênese do diamante na natureza, podendo ser utilizadas como termômetros e barômetros geológicos (Meyer e Tsai, 1976).

Por outro lado, sendo o diamante um mineral típico do Manto Superior, o estudo das suas inclusões é fundamental para o conhecimento da mineralogia da parte superior do Manto.

Esse trabalho apresenta dados referentes à mineralogia e química de

certos minerais identificados no interior de diamantes detríticos do Rio Tibagi, Paraná (Figura 1). Tais inclusões incluem olivina, granada, piroxênio, cromioespinélio, pirrotita e o próprio diamante. Os dados aqui discutidos fazem parte de um trabalho amplo a respeito de inclusões sólidas de diamantes de diversos locais do Brasil, e constituíram objeto de tese apresentada recentemente aos Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (Svisero, 1978).

INCLUSÕES MINERAIS

Os diamantes contendo inclusões provêm de garimpos do Rio Tibagi e foram adquiridos nas cidades de Tibagi e Telêmaco Borba (Figura 1). Embora não haja nenhuma relação entre a inclusão e o seu hospedeiro, por medida de economia, todas inclusões estudadas foram obtidas a partir de diamantes pertencentes às categorias comerciais "indústria" e "fundo".

Contagens sistemáticas indicam que 20% dos diamantes do Rio Tibagi contêm minerais inclusos visíveis a olho nu ou com aumentos de até 50 vezes. As inclusões apresentam dimensões entre 0,5 a 0,01 mm e idiomorfismo acentuado e constante (Fotomicrografia 1 e Micrografia eletrônica 1). Frequentemente estão circundadas por uma auréola de birrefringência anômala que facilita a sua localização no interior do hospedeiro. Outro aspecto característico das inclusões diz respeito ao desenvolvimento de crescimentos epitaxiais, dos quais o mais frequente é o da olivina, cujos cristais tabulares estão orientados de tal forma que o plano (010) da inclusão é paralelo ao plano (111) do diamante.

As características acima discutidas são importantes para estabelecer a natureza das inclusões. As inclusões singenéticas ou primárias, isto é, aquelas formadas simultaneamente com o diamante são idiomórfas, apresentam-se circundadas por faixas birrefringentes, e em alguns casos, formam epitaxias com o hospedeiro. Todas elas, a exemplo do próprio diamante, são minerais característicos de altas pressões e altas temperaturas (Meyer e Boyd, 1972; Sobolev, 1974; Gurney et al. 1979). As inclusões epigenéticas ou secundárias reúnem qualquer tipo de material incorporado acidentalmente pelo diamante após a sua cristalização. As mais frequentes são partículas de sílica, argilas e óxidos de ferro alojados em cavidades do micro-relevo ou infiltradas ao longo de superfícies de clivagem. Considerando que as inclusões epigenéticas não apresentam nenhum interesse geológico, elas serão omitidas da presente discussão.

Tendo em vista as dimensões exíguas das inclusões singenéticas, elas só podem ser identificadas com segurança por meio de difração de raios X ou então, mediante análises químicas quantitativas na microsonda eletrônica. A combinação desses métodos indicou que olivina, enstatita, granada, cromioespinélio, pirrotita e diamante são os principais minerais inclusos nos diamantes do Rio Tibagi.

A olivina é a inclusão mais frequente. Ela constitui cristais prismáticos, alongados ou de forma globular, incolores ou de tonalidade verde clara. Como o seu índice de refração médio ($n = 1,65$) é bem menor do que o do diamante ($N = 2,42$), elas se destacam assemelhando-se a bolhas de ar dentro do hospedeiro. É bem provável que as inclusões desse tipo tenham sido interpretadas no passado como inclusões fluidas, quartzo, apatita e outros materiais que sabemos hoje serem incompatíveis com as condições físicas e químicas de formação do diamante.

Inclusões de enstatita são muito semelhantes às de olivina, porém, bem menos frequentes. A distinção entre ambas pode ser efetuada com facilidade mediante análises químicas quantitativas (Tabela 1). A granada constitui cristais de aspecto globular, equidimensionais e de coloração vermelha podendo ser reconhecidos pela simples inspeção visual no caso de possuírem dimensões favoráveis.

O cromioespinélio é uma inclusão rara, de cor marrom, cujo hábito varia de octaédrico a tabular. A pirrotita se apresenta sob a forma de lâminas ou placas escuras paralelas ao plano (111) do diamante.

Cristais de diamantes inclusos no próprio diamante são também comuns. Em geral, o diamante incluso apresenta-se circundado por uma película es-

cura (pirrotita ?) que facilita o seu reconhecimento. Curiosamente as inclusões de diamantes constituem octaedros de faces planas e arestas perfeitamente retas, contrastando com a morfologia do hospedeiro caracterizada pelo abaulamento das faces e das arestas. Admite-se que esse abaulamento é produzido por fenômenos de dissolução que teriam atuado sobre o diamante logo após sua cristalização, talvez durante a subida do kimberlito para os níveis superiores da crosta (Svisero, 1971; Whitelock, 1973). Nessas condições, a dissolução agiria sobre o diamante mas não sobre as suas inclusões isoladas no interior dos seus respectivos hospedeiros.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Para a determinação da composição química, as inclusões foram removidas do interior dos diamantes mediante a fragmentação destes em um dispositivo adequado. As análises foram realizadas em uma microsonda eletrônica modelo MAC-500 automática no Departamento de Geociências da Universidade Purdue, nos Estados Unidos da América. Outros pormenores metodológicos referentes à preparação das amostras e execução das análises podem ser encontrados em Svisero (1978).

Os dados analíticos estão condensados na tabela 1 onde aparece uma análise química representativa para cada uma das inclusões analisadas. Como já havia sido mencionado, a olivina e a enstatita são muito semelhantes do ponto de vista químico: ambas são altamente magnesianas com razões $Mg \times 100 / (Mg + Fe^{2+})$ da ordem de 92,80 % e de 94,20 %, respectivamente. Com relação aos elementos menores, tanto a olivina quanto a enstatita são quase isentas de impurezas químicas.

A granada caracteriza-se por conter altos teores de MgO e Cr_2O_3 , valor médio de Al_2O_3 ao lado de porcentagem pequena de CaO . Trata-se de uma granada de composição única, excepcionalmente rica em cromo, que em termos de moléculas integrantes é constituída essencialmente de piropo e khorringuita (Nixon e Horning, 1968). Como o teor em cromo nestas granadas é variável, elas tem sido referidas pela denominação cromiopiropo (Meyer, 1968).

O espinélio é também enriquecido em cromo sendo constituído essencialmente pela molécula de cromioespinélio, e subordinadamente por cromita e hercynita (Svisero, 1978). Com relação à pirrotita, ela se caracteriza pela razão $S : Fe = 0,94$, e por conter impurezas de níquel e cobre.

ORIGEM DAS INCLUSÕES E DO DIAMANTE

A origem das inclusões estudadas pode ser compreendida examinando-se as tabelas 2, 3, 4 e 5. Nelas, a composição de cada inclusão é comparada com análises químicas representativas de minerais de natureza kimberlítica. São apresentados dados referentes às jazidas da África e Sibéria (Sobolev et al. 1970, 1971; Meyer e Boyd, 1972; Sobolev, 1974; Meyer e Tsai, 1976), onde a gênese do diamante já está perfeitamente estabelecida. As tabelas mencionadas são acompanhadas por dados referentes a outros materiais de origem também kimberlítica como xenocristais diversos (Boyd, 1974a; 1974b), xenólitos de lherzolitos de texturas granular e estriada (Nixon e Boyd, 1973), e minerais provenientes de kimberlitos (McGetchin e Silver, 1970; Kresten, 1973; Switzer, 1975; Svisero et al. 1977b).

Como se pode observar pelas tabelas 2, 3, 4 e 5, as inclusões presentes nos diamantes do Rio Tibagi são semelhantes às respectivas inclusões de diamantes da África, Sibéria e Venezuela indicando que há perfeita similaridade nos processos de formação do diamante em todos esses locais. Esse fato parece indicar em princípio que o Manto Superior é relativamente uniforme, principalmente se levarmos em conta que as áreas referidas distam entre si vários milhares de quilômetros.

Conclui-se, portanto, que a origem do diamante do Rio Tibagi é semelhante à do diamante da África e Sibéria, muito embora a posição geográfica dos kimberlitos seja ainda desconhecida na área brasileira. Em trabalho relati-

vamente antigo, Oppenheim (1936) admitiu para as ocorrências do Paraná uma origem semelhante aquela defendida por Guimarães (1930, 1932) para o diamante da Serra do Espinhaço em Minas Gerais, isto é, derivação a partir de rochas ácidas. As inclusões aqui discutidas, entretanto, afastam completamente essa hipótese. Todas elas são de natureza peridotítica mostrando que o diamante do Rio Tibagi, do mesmo modo que o de outros locais do mundo, está associado a kimberlitos. A localização desses kimberlitos deverá ser conhecida no futuro próximo a medida que forem desenvolvidos trabalhos de prospecção geofísica e rastreamento de minerais pesados.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece o Prof. Dr. Henry O.A. Meyer da Universidade Purdue, Estados Unidos da América pela ajuda prestada nas análises químicas; o Prof. Dr. Vicente A.V. Girardi do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo pela leitura do manuscrito; a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro à presente pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

- Boyd F.R. (1974a): Olivine megacrysts from the Kimberlites of the Monastery and Frank Smith mines, South Africa. Annual Report of the Director Geophysical Laboratory, Yearbook 73, pg. 282-285.
- Boyd F.R. (1974b): Ultramafic nodules from the Frank Smith Kimberlite pipe, South Africa. Annual Report of the Director Geophysical Laboratory, Yearbook 73, pg. 285-294.
- Guimarães D. (1930): Gênese do diamante. An. Acad. Bras. Ciênc., Tomo III, pg. 75-86.
- Guimarães D. (1932): Sobre a rocha matriz do diamante de Minas Gerais. An. Acad. Bras. Ciênc., Tomo IV, pg. 173-176.
- Gurney J.J., Harris J.W e Rickard R.S. (1979): Silicate and oxide inclusions in diamonds from the Finsch Kimberlite pipe Proc. 2nd International Kimberlite Conference, vol. 1, pg. 1-15. Editado por F.R. Boyd e H.O.A. Meyer.
- Kresten P. (1973): The geology of Lemphane pipes and neighbouring intrusions. Lesotho Kimberlites pg. 159-167, Lesotho Nat. Corp., Maseru. Editado por P.H. Nixon.
- McGetchin T.R. e Silver L.T. (1970): Compositional relations in minerals from Kimberlite and related rocks in the Moses Rock Dike, San Juan County, Utah. Amer. Mineral. vol. 55, pg. 1738-1771.
- Meyer H.O.A. (1968): Chromium pyrope-an inclusion in natural diamond. Science vol. 160, pg. 1446-1447.
- Meyer H.O.A. e Boyd F.R. (1972): Composition and origin of crystalline inclusions in natural diamonds. Geochim. et Cosmochim. Acta vol. 36, pg. 1255-1273.
- Meyer H.O.A. e Svisero D.P. (1975): Mineral inclusions in Brazilian diamonds. Physics and Chemistry of Earth vol. 9, pg. 785-795, Pergamon Press, New York. Editado por L. Ahrens, J.B. Dawson, A.R. Duncan e A.J. Erlank.
- Meyer H.O.A. e Tsai H.M. (1976): The nature and significance of mineral inclusions in natural diamond - A Review. Min. Sci. Eng. vol. 8, pg. 242-261.

- Nixon P.H. e Horning G. (1968): A New Chromium garnet end member, Knorringuite, from Kimberlites. Amer. Mineral. vol. 53, pg. 1833-1840.
- Nixon P.H. e Boyd F.R. (1973): Petrogenesis of the granular and sheared ultra - basic module suite in kimberlites. Lesotho Kimberlites pg. 48-56 , Lesotho Nat. Dev. Corpor., Maseru. Editado por P.H. Nixon.
- Oppenheim V. (1936): Sedimentos diamantíferos do Paraná. Boletim avulso nº 9 do Departamento Nacional de Produção Mineral pg. 1-14, Rio de Janeiro.
- Sobolev N.V., Bartoshinsky Z.V., Yefimova E.S., Lavrent'yev Yu. G. e Pospelova L.N. (1970): Associação de olivina, granada e cromioespinélio em di amante de Yakutia. Dokl. Akad. Nauk. SSSR, vol. 192, pg. 1349-1353 (em russo).
- Sobolev N.V., Botkunov A.I., Lavrent'yev Yu. G., Pospelova L.N. (1971): Peculiaridades da composição dos minerais coexistentes com diamantes do Kimberlito Mir, Yakutia. Zap.Vses. Mineralog, Obshchesta vol. 100 , pg. 558-564 (em russo).
- Sobolev N.V. (1974): As inclusões profundas dos kimberlitos e o problema da com posição do Manto Superior. Editora Nauka, Divisão Siberiana, Novosí birsk, 264 pg. (em russo)
- Svisero D.P. (1971): Mineralogia do diamante da região do Alto Araguaia, Mato Grosso. Tese de doutoramento apresentada ao Instituto de Geociên - cias da Universidade de São Paulo, 137 pg. (inédito).
- Svisero D.P. e Gomes C.B. (1977a): Composicion y origen de inclusiones minera - les en diamantes de Venezuela. V Congreso Geológico Venezuelano , Tomo III, pg. 1225-1234, Caracas, Venezuela.
- Svisero D.P., Meyer, H.O.A. e Tsai H.M. (1977b): Kimberlite minerals from Vargem (Minas Gerais) and Redondão (Piauí) diatremes, Brazil; and Garnet Lherzolite Xenolith from Redondão diatreme. Rev. Bras. Geociênc. vol. 7, pg. 1-13.
- Svisero D.P. (1978): Composição química, origem e significado geológico de in - clusões minerais de diamantes do Brasil. Tese de Livre-docência apre sentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 168 pg. (inédito).
- Switzer G.S. (1975): Compositions of garnet xenocrysts from three Kimberlite pi pipes in Arizona and New Mexico. Miner. Sci. Invest. nº 19, pg. 1-21, Smithsonian Institution, Washington. Editado por B. Mason.
- Whitlock T.K. (1973): Morphology of Kao diamonds. Lesotho Kimberlites pg. 128 - 140, Lesotho Nat. Dev. Corpor. Maseru. Editado por P.H. Nixon.

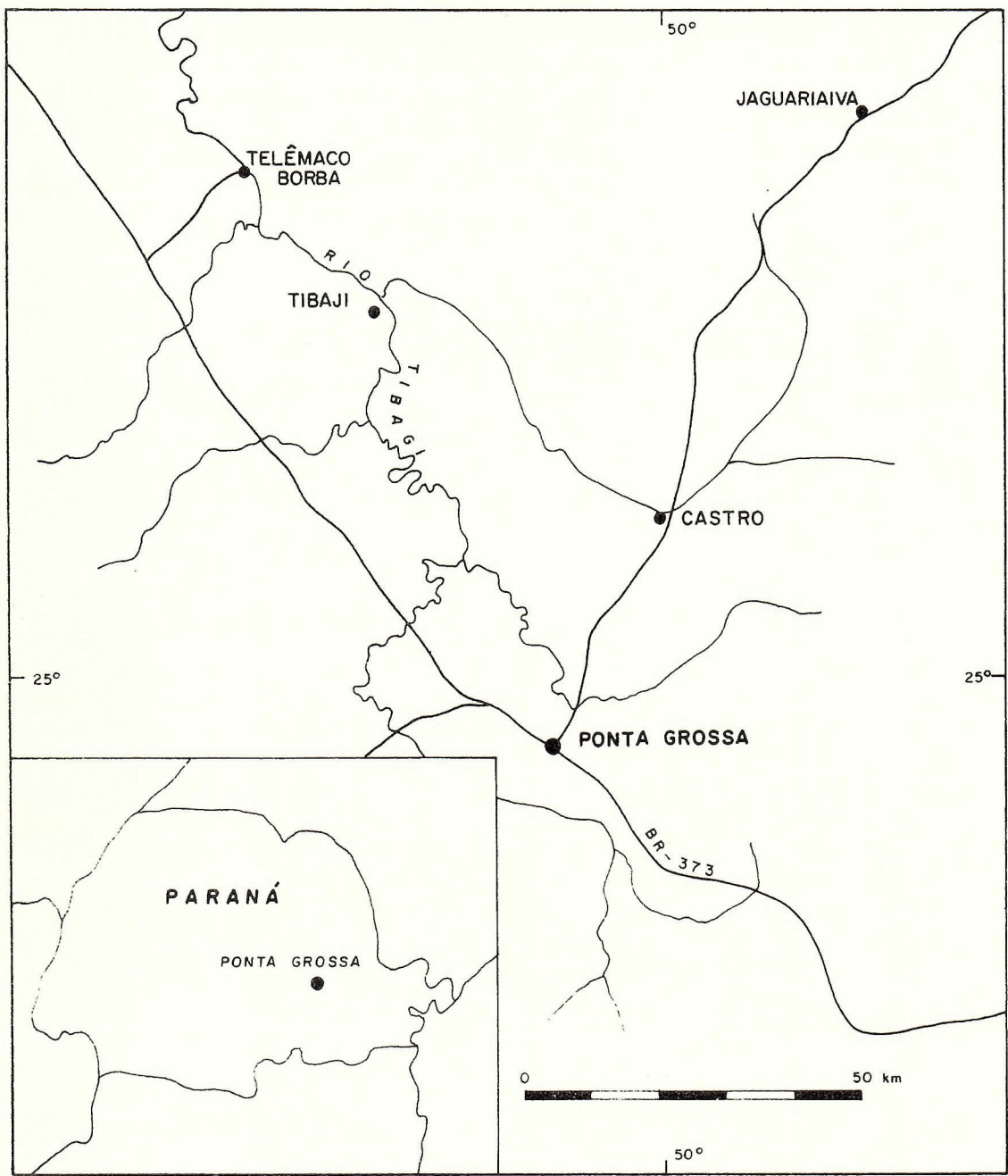
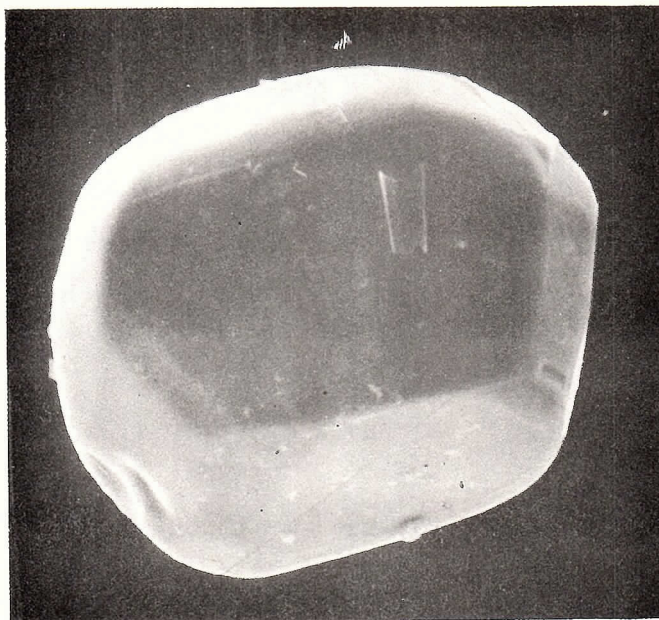


Figura 1: Principal área de ocorrência de diamantes detríticos do Estado do Paraná



Fotomicrografia 1: Grupo de inclusões idiomorfas de hábitos prismático e globular. Notar o paralelismo entre vários indivíduos cristalinos evidenciando os crescimentos epitaxiais. Nícois cruzados, aumento 50 x.



Micrografia eletrônica 1: Cristal de olivinã prismático equidimensional, fotografado no microscópio eletrônico de varredura. A secção (010) de contorno hexagonal sendo mais desenvolvida confere ao espécime hábito parcialmente tabular. Aumento 500 x.

Tabela 1- Análises químicas representativas de minerais inclusos em diamantes do Rio Tibagi, PR.

	Olivina (DPS-38a)	Enstatita (DPS-72a)	Granada (DPS-31a)	Espinélio (DPS-85a)
SiO ₂	40,84	57,40	40,35	0,20
TiO ₂	0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Al ₂ O ₃	0,02	0,65	10,43	6,00
Cr ₂ O ₃	0,10	0,50	17,33	65,10
FeO	7,17	4,20	5,84	14,05
MnO	0,10	0,35	-	0,12
MgO	52,08	36,50	24,56	13,80
CaO	0,04	0,32	0,93	0,05
NiO	0,28	0,15	-	-
TOTAL	100,65	100,07	99,44	99,32

Número de cátions (x 1000) com base em n átomos de oxigênio

	n=4	n=6	n=12	n=4
Si	0,985	1,965	2,984	0,006
Ti	0,000	0,000	0,000	0,000
Al	0,001	0,025	0,909	0,235
Cr	0,002	0,012	1,014	1,702
Fe	0,145	0,145	0,361	0,388
Mn	0,002	0,010	0,000	0,004
Mg	1,872	1,874	2,711	0,687
Ca	0,001	0,012	0,074	0,018
Ni	0,005	0,004	-	-
$\frac{\text{Mg} \times 100}{\text{Mg} + \text{Fe}^{2+}}$	92,8	94,2	91,03	67,4

Pirrotita
(DPS-28a)

S	37,88
Fe	62,22
Ni	0,40
Cu	0,10
	<u>100,60</u>

S:Fe= 0,94

Tabela 2 - Composição química de olivinas de natureza kimberlítica

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	40,84	41,4	41,1	40,88	39,5	40,64	40,02	41,30
TiO ₂	0,02	-	0,02	<0,01	0,04	0,00	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	0,02	0,02	0,06	0,02	0,08	0,02	0,04	-
Cr ₂ O ₃	0,10	0,06	0,06	0,10	0,03	0,01	0,08	0,00
FeO	7,17	6,00	7,10	5,78	12,3	6,69	8,11	6,09
MnO	0,10	0,11	0,12	0,11	0,13	0,09	0,13	0,00
MgO	52,08	52,9	50,5	51,87	46,8	51,66	51,05	51,83
CaO	0,04	0,04	0,09	0,04	0,10	0,00	0,09	-
NiO	0,28	0,34	0,44	0,67	0,36	-	-	-
TOTAL	100,65	100,37	99,5	99,47	99,3	99,50	99,94	99,10

1. Inclusão em diamante do Rio Tibagi, PR (Svisero, 1978)
2. Inclusão em diamante da Sibéria, União Soviética (Sobolev et al. 1970)
3. Inclusão em diamante da África do Sudoeste (Meyer e Boyd, 1972)
4. Inclusão em diamante da Venezuela (Svisero e Gomes, 1977a)
5. Xenocristal do Kimberlito Monastery, África do Sul (Boyd, 1974a)
6. Xenólito de lherzolito granular; Kimberlito Thaba Putsoa, Lesotho (Nixon e Boyd, 1973)
7. Xenólito de lherzolito estriado, Kimberlito Thaba Putsoa, Lesotho (Nixon e Boyd, 1973)
8. Kimberlito Moses Rock, San Juan County, Utah, Estados Unidos da América (McGetchin e Silver, 1970)

Tabela 3 - Composição química de enstatitas de natureza kimberlítica

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	57,40	57,2	57,7	57,54	56,7	57,04	57,51	55,90
TiO ₂	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,18	0,00	0,00	0,02
Al ₂ O ₃	0,65	0,74	0,78	0,54	1,23	0,93	0,97	3,32
Cr ₂ O ₃	0,50	0,47	0,31	0,42	0,14	0,32	0,45	0,72
FeO	4,20	4,45	4,36	4,40	6,93	4,32	4,82	5,01
MnO	0,35	-	0,09	0,11	0,13	0,12	0,11	-
MgO	36,50	35,6	36,2	36,36	33,7	36,41	34,96	34,80
CaO	0,32	0,46	0,42	0,21	1,33	0,31	1,45	0,70
NiO	0,15	<0,01	-	0,14	-	-	-	-
TOTAL	100,07	99,0	99,9	99,72	100,4	99,45	100,42	100,20

1. Inclusão em diamantes do Rio Tibagi, Paraná
2. Inclusão em diamante da Tanzânia (Meyer e Tsai, 1976)
3. Inclusão em diamante de Serra Leoa (Meyer e Boyd, 1972)
4. Inclusão em diamante da Venezuela (Svisero e Gomes, 1977a)
5. Xenocristal do Kimberlito Frank Smith, África do Sul (Boyd, 1974b)
6. Xenólito de lherzolito granular, Kimberlito Thaba Putsoa, Lesotho (Nixon e Boyd, 1973)
7. Xenólito de lherzolito estriado, Kimberlito Thaba Putsoa, Lesotho (Nixon e Boyd, 1973).
8. Kimberlito Moses Rock, San Juan County , Utah, Estados Unidos da América (McGetchin e Silver, 1970)

Tabela 4 - Composição química de granadas de natureza kimberlítica

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	40,35	41,4	41,8	40,80	41,5	41,93	41,16	41,7
TiO ₂	<0,01	0,04	0,02	0,06	0,18	0,04	0,57	0,20
Al ₂ O ₃	10,43	12,0	15,7	17,63	18,6	18,81	20,75	15,50
Cr ₂ O ₃	17,33	15,6	10,9	8,74	6,5	6,80	2,11	10,20
FeO	5,84	6,22	5,71	8,02	9,3	6,69	12,31	8,11
MnO	-	0,27	0,20	0,80	0,39	0,46	0,46	-
MgO	24,56	24,1	24,2	21,13	16,4	19,03	17,96	18,30
CaO	0,93	2,13	2,19	2,93	7,1	7,18	4,64	6,86
TOTAL	99,44	101,76	100,7	100,11	100,0	100,94	99,96	100,00

1. Inclusão em diamante do Rio Tibagi, PR (Meyer e Svisero, 1975)
2. Inclusão em diamante da Sibéria, União Soviética (Sobolev et al. 1971)
3. Inclusão em diamante da África do Sul (Meyer e Boyd, 1972)
4. Inclusão em diamante da Venezuela (Svisero e Gomes, 1977a)
5. Xenocristal do Kimberlito Garnet Ridge, Arizona, Estados Unidos (Switzer , 1975)
6. Xenólito de lherzolito granular, Kimberlito Thaba Putsoa, Lesotho (Nixon e Boyd, 1973)
7. Xenólito de lherzolito estriado, Kimberlito Thaba Putsoa, Lesotho (Nixon e Boyd, 1973)
8. Concentrado do Kimberlito Vargem I, Coromandel, Minas Gerais (Svisero, Meyer e Tsai, 1977b)

Tabela 5 - Composição química de espinélios de natureza kimberlítica

	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	0,20	0,07	0,26	0,12	0,05	0,17
TiO ₂	<0,01	0,19	0,05	0,18	0,09	2,81
Al ₂ O ₃	6,00	4,82	6,74	4,17	14,46	6,04
Cr ₂ O ₃	65,10	65,2	63,3	56,2	55,05	58,55
FeO	14,05	18,1	14,4	33,6	15,61	14,90
MnO	0,12	-	<0,01	-	0,24	0,22
MgO	13,80	12,0	14,4	6,01	14,50	15,69
CaO	0,05	0,00	0,01	0,02	0,00	0,07
TOTAL	99,32	100,4	99,2	100,3	100,00	98,45

1. Inclusão em diamante do Rio Tibagi, Paraná
2. Inclusão em diamante da Sibéria, União Soviética (Sobolev, 1974)
3. Inclusão em diamante de Gana (Meyer e Boyd, 1972)
4. Inclusão em diamante da África do Sul (Meyer e Tsai, 1976)
5. Xenólito de lherzolito granular, Kimberlito Thaba Putsoa, Lesotho (Nixon e Boyd, 1973)
6. Kimberlito Lemphane, Lesotho (Kresten, 1973)