

MINERALOGIA DA OCORRÊNCIA DE FLORENCITA DO MUNICÍPIO DE BICAS - MG

Darcy P. Svisero

Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo

Yvone P. Mascarenhas

Carlos A. Simone

Instituto de Física e Química de São Carlos

Ricardo Francesconi

Geoserviços Engenharia Geológica Ltda.

ABSTRACT

Florencite, a rare-earth phosphate of the crandallite group has been identified by X-ray diffraction analysis in samples recovered from weathered pegmatites that outcrop near the locality of Bicas, in southeast Minas Gerais State, Brazil. The mineral coats fractures of white to milky quartz, displays a vitreous to greasy lustre and varies in color from pale yellow to orange depending on the thickness of the coating. The specific gravity measured by floating small fragments in Clerici solution diluted with water is 3.65 whereas hardness varies from 5 to 6.

Microscopic examination revealed that fragments are slightly yellow and uniaxial positive; the indexes of refraction measured in white transmitted light are $\epsilon = 1.70$ and $\omega = 1.69$ resulting in a low birefringence of 0.10. The strongest lines of the X-ray powder diffraction pattern registered with filtered copper radiation are 2.92 Å (10), 5.64 Å (7), 2.15 Å (6), 3.48 Å (4), 2.69 Å (4), 2.19 Å (4), 1.88 Å (3), 5.31 Å (2), 3.34 Å (2), 2.13 Å (2), and 1.74 Å (2). Crystal structure was refined on the basis of the structural similarity between florencite and goyazite. Least square refinements of fourteen high-angle Bragg reflections yield a hexagonal unit cell whose dimensions are $a_0 = 6.96$ Å and $c_0 = 16.33$ Å. Based on X-ray diffraction data a calculated density of 3.67g/cm^3 was obtained, which is consistent with the measured value of 3.65g/cm^3 .

The origin of florencite from Bicas seems to be related to intense weathering processes common in Brazilian territory. Probably, through the supergene alteration of primary monazite, phosphate and rare earth elements were placed in solution, later precipitating as colloform crusts on quartz.

INTRODUÇÃO

A florencita é um fosfato de alumínio e cério hidratado, de fórmula $\text{CeAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_6$, descoberto por Hussak & Prior (1900), na localidade de Tripuhi, próximo de Ouro Preto, Minas Gerais. Segundo a descrição original, o mineral ocorre em aluvões arenosos juntamente com monazita $(\text{La,Ce,Nd})(\text{PO}_4)_3$, xenotima YPO_4 , debylita $\text{Fe}_4\text{Ti}_3\text{SbO}_{13}(\text{OH})$, e lewisita $(\text{Ca,Fe,Na})_2(\text{Sb,Ti})_2\text{O}_7$.

Posteriormente, Derby & Prior (1900) identificaram o mi-

neral em aluviões diamantíferos nas proximidades de Diamantina (Mata dos Crioulos), desta vez associada à goyazita $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$, e à gorceixita $\text{BaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Em uma terceira ocorrência, em Morro do Caxambu, Ouro Preto, Derby & Prior (1900) descreveram a florencita como um acessório de micaxistas contendo veios de topázio $\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F}, \text{OH})$ de natureza gemológica.

A primeira descoberta fora do Brasil (Palache et al. 1957), ocorreu algumas décadas mais tarde na localidade de Klein Spitzkopje, Namíbia, onde Ramdohr & Thylo (1940) identificaram a florencita em pegmatitos potássicos. Registros similares foram feitos por King (1952), Rao & Silva (1968), e Mitchell & Geitgey (1968).

Outras ocorrências reportadas nos últimos anos indicam que a florencita se forma sob condições as mais diversas. Ela é encontrada nas sequências finais de carbonatitos (Smith, 1953; Garson, 1958; James, 1958; Mckie, 1966; Sominha & Bulakh, 1966); em veios estaníferos (van Wambecke, 1971); em rochas metamórficas (Gapon, 1965; Theunissen & Martin, 1969; Nikolaeva et al. 1971); nos depósitos auríferos e aluviões deles derivados da região de Boudokou, Costa do Marfim (Casanova et al. 1970), na Bacia do Donets (Kuznetsov et al. 1974), e nas montanhas do norte de Baikal (Aleksandrov et al. 1975). Por outro lado, ocorrências aluvionares isoladas são conhecidas no Gabão e na França (Devismes et al. 1968), na localidade de Ubangi, República Centro Africana (Trueb & Wys, 1967), e nos Montes Urais, URSS (Semenov & Barinskii, 1958). A origem da florencita pode estar relacionada também a processos de alteração, tanto de natureza hidrotermal (Trace, 1960; Mel'nikova et al. 1975), quanto de origem intempérica (Bain, 1970; Milton & Bastron, 1971).

Os dois trabalhos mais recentes dizem respeito à presença de florencita nos depósitos de cobre de Shiteru, Zaire (Lefebvre & Gasparrini, 1980), e nos folhelhos fossilíferos do pré-cambriano superior que afloram nas montanhas Mackenzie, noroeste do Canadá (Pouliot & Hofmann, 1981). Esse trabalho descreve uma nova ocorrência brasileira, verificada durante um mapeamento de pegmatitos no município de Bicas, Minas Gerais. Trata-se do quarto registro desse mineral no Brasil, e a primeira desde as descrições originais de Hussak & Prior (1900) no início deste século.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A florencita faz parte do grupo da crandallita, que reúne um total de onze minerais entre fosfatos e arsenatos hidratados, todos de simetria trigonal e isoestruturais entre si. Esses minerais são representados pela fórmula geral $\text{AB}_3(\text{XO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ou $\text{AB}_3(\text{XO}_4)_2(\text{OH})_6$, onde A = Ba, Bi, Ca, Ce, Nd, Pb, Sr, Th; B = Al, Fe³⁺; e X = As, P, Si.

De acordo com a mais recente edição do glossário das espécimes minerais de Fleischer (1983), os demais membros desse grupo são: crandallita $\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_6$, dussertita $\text{BaFe}(\text{AsO}_4)_2(\text{OH})_5$, eyletsita $(\text{Th}, \text{Pb})_{1-x}\text{Al}_3(\text{PO}_4)_2(\text{SiO}_4)_2(\text{OH})_6$, florencita-Nd ($\text{Nd}, \text{Ce}\text{Al}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_6$, gorceixita $\text{BaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$, goyazita $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$, lusungita $(\text{Sr}, \text{Pb})\text{Fe}(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$, plunbogummitta $\text{PbAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$, waylandita $(\text{Bi}, \text{Ca})\text{Al}_3(\text{PO}_4)_2(\text{SiO}_4)_2(\text{OH})_6$, e zairita $\text{Bi}(\text{Fe}, \text{Al})_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_6$.

Na tabela 1 estão reunidos dados referentes à composição química de florencitas de paragêneses e locais distintos. Tendo em vista os valores teóricos relativos aos elementos principais alumínio, fósforo, terras raras e água, anexados à referida tabela, conclui-se que a composição das florencitas reportadas na literatura mostram variações significativas que justificam algumas considerações adicionais. O teor em terras raras varia desde 19,19% no espécime de Sayan, Sibéria (Sominha & Bulakh, 1966), até o máximo de 31,69% no exemplar dos Urais (Kukharenko, 1951). Esse último valor está bem próximo do da teórica calculado que é de 32,0%.

Lefebvre & Gasparrini (1980) discutiram pormenorizada mente as variações dos elementos do grupo das terras raras em florencitas de doze ocorrências distintas. Segundo os referidos autores, cério e lantânio predominam sobre os demais elementos desse grupo. Exce-

tuando-se as análises referentes a North Garden, Virgínia (Dagenhart & Maddox, 1977), e Sausalito, Califórnia (Milton & Bastron, 1971), o cério e o lantânio perfazem juntos de 67,3 a 95,1% do total das terras raras contidas. Os demais elementos desse grupo e suas respectivas frequências em termos relativos são: neomídio (2,4 a 29,5%), gadolinio (1,9 a 13,4%) e samário (0,2 a 9,4%). Outros lantanídios foram detectados somente em certas amostras isoladas. É o caso do térbio na florencita dos Urais (Mel'nikova et al. 1975); disprósio, hólmio, európico, túlio e itérbio nas duas amostras referentes aos Estados Unidos da América (Dagenhart & Maddox, 1977; Milton & Bastron, 1971). O único elemento desse grupo ausente em todas as análises até agora reportadas é o lutécio.

Os demais componentes principais, alumínio e fósforo, apresentam variações pequenas em relação aos respectivos valores teóricos da tabela 1. Entre as impurezas, silício, cálcio, magnésio, estrônio e ferro são elementos frequentes; bárho, tório, flúor e enxofre ocorrem esporadicamente.

FLORENCITA DE BICAS

Localização e ocorrência: A florencita ocorre em pegmatitos situados no município de Bicas, Minas Gerais, mais precisamente no distrito de Piqueri a aproximadamente 5Km da antiga estação ferroviária local (Figura 1).

Ocorrem na região inúmeros corpos de natureza simples e complexa de dimensões variadas, cujas feições texturais e composição mineralógica sugerem ter havido duas gerações distintas de fluidos percolantes. Os pegmatitos complexos apresentam zoneamentos nítidos e contactos bem definidos tanto em relação às diversas zonas, como em relação às encaixantes. As encaixantes são constituídas essencialmente de gnaisses e migmatitos de idade arqueana, pertencentes ao Grupo Barbacena (Francesconi, 1972), de direção regional NE-SW, como caimento médio em torno de 45° para norte. As apófises ou corpos maiores normalmente são concordantes com a atitude regional mostrando em alguns casos, mungulhos mais acentuados.

Mineralogicamente, os pegmatitos que apresentam zoneamento são constituídos por um núcleo de quartzo, geralmente translúcido e preservado, envolto por uma zona feldspática mais pura, via de regra caolinizada. Segue-se uma terceira zona constituída predominantemente por feldspato caolinizado, na qual ocorrem quartzo de dimensões reduzidas, muscovita por vezes bem desenvolvida, turmalina, granada, biotita e diversos minerais acessórios entre os quais se destacam magnetita e ilmenita. Na sequência, distingue-se uma última zona de composição mineralógica semelhante à anterior, na qual são frequentes intercrescimentos de textura gráfica. Os corpos simples, por sua vez, são constituídos por quartzo e feldspato.

A florencita, objeto desse trabalho, ocorre preenchendo fraturas no quartzo existente nos núcleos desses pegmatitos, com maior incidência naqueles de natureza complexa.

Propriedades Físicas e Óticas: A florencita de Bicas (MG) ocorre sob a forma de crostas milimétricas recobrindo a superfície das fraturas de quartzo nos pegmatitos complexos. As crostas exibem formas planas a mamelonares e são constituídas por miríades de indivíduos de hábito fibro-radiado dispostos perpendicularmente à superfície da camada. Ocionalmente, observa-se a presença de alguns cristais de aspecto quadrático desenvolvidos sobre a superfície das crostas. Segundo Labuntsov (1950) o hábito pseudo-cúbico de alguns cristais é devido ao crescimento mais acentuado do romboedro {0221}. Amostras desse tipo são as mais adequadas para o ensaio das propriedades físicas, especialmente das propriedades óticas. A tabela 2, apresenta de forma condensada, as propriedades gerais da florencita de Bicas, juntamente com dados referentes às demais ocorrências reportadas na literatura.

A cor é amarela, porém, varia na intensidade desde ama-

rela clara bem pálida até amarela alaranjada, especialmente na região central das crostas mais espessas (Tabela 2). O brilho é intermediário entre o vítreo e o resinoso tendendo mais para essa última categoria. A dureza ensaiada sobre a superfície das crostas situa-se na faixa de 5 a 6. Foi observado, entretanto, que o lápis de dureza 5 deixa um risco quando o teste de dureza é realizado paralelamente à disposição dos indivíduos fibro-radiados, isto é, perpendicularmente à superfície das crostas. A densidade foi medida através de equilíbrios sucessivos de pequenos fragmentos do mineral em solução de Clerici convenientemente diluída com água destilada. O índice de refração da solução na qual os fragmentos ensaiados permaneceram em equilíbrio, foi determinado por meio de um refratômetro de Abbe. Pormenores sobre esse método incluindo cuidados e correções podem ser encontrados em Svisero (1971). Determinações com cinco fragmentos distintos forneceram uma densidade média de $3,65\text{g/cm}^3$ (Tabela 2).

Nas montagens microscópicas os fragmentos de florencita mantêm uma leve tonalidade amarela. Impurezas de quartzo estão sempre presentes, em geral recobertas por uma camada fina de florencita de aspecto glomerular. Os agregados exibem extinções ondulantes e, consequentemente, comportamento ótico indefinido, evidenciando má cristalinidade. Aliás, essa característica tem sido observada na maior parte das ocorrências conhecidas (Lefebvre & Gasparini, 1980). Nesse sentido, a florencita do Canadá (Pouliot & Hofmann, 1981) distingue-se das demais apresentando excelente cristalinidade. Os indivíduos fibro-radiados, por sua vez, separados do quartzo subjacente e isolados uns dos outros por movimento da lamínula sobre a lâmina, não puderam ser devidamente caracterizados sob o ponto de vista ótico em virtude das dimensões exígues por eles exibidas. O caráter ótico uniaxial positivo só pode ser confirmado em montagens confeccionadas a partir de cristais de aspecto quadrático desenvolvidos sobre a superfície de algumas crostas. Os índices de refração medidos nesses exemplares, utilizando-se luz branca, são aproximadamente $\epsilon = 1,70$ e $\omega = 1,69$ (Tabela 2).

Difração de raios X: Além de ser uma substância rara, o modo de ocorrência e as propriedades gerais de florencita não favorecem a identificação rápida desse mineral. Ocorrendo sob a forma de crostas finas de coloração amarelada, preenchendo fraturas de quartzo em meio a uma massa caolinizada, a impressão inicial é que esse material corresponda a crostas ferruginosas provenientes da alteração dos pegmatitos. O comportamento ótico, por outro lado, é pouco conclusivo de vez que os agregados exibem extinções ondulantes, e os cristalinos isolados possuem dimensões extremamente reduzidas. Nessas condições, o método mais rápido e conclusivo de identificação é a difração de raios X.

A figura 2 mostra o segmento mais importante do difratograma de raios X, obtido com radiação Cuk $\alpha = 1,5418\text{\AA}$, abrangendo os valores de 20 situados entre 15° a 55° . Nesse intervalo encontram-se a maior parte das reflexões características desse mineral, cujos valores em ordem decrescente de intensidade relativa são $2,92\text{\AA}$ (10); $5,64\text{\AA}$ (7); $2,15\text{\AA}$ (6); $3,48\text{\AA}$ (4); $2,69\text{\AA}$ (4); $2,19\text{\AA}$ (4); $1,88\text{\AA}$ (3); $5,31\text{\AA}$ (2); $3,34\text{\AA}$ (2); $2,13\text{\AA}$ (2); e $1,74\text{\AA}$ (2).

O difratograma completo do material de Bicas (MG), está apresentado na tabela 3 juntamente com dados referentes às florencitas de Diamantina, MG (ficha nº 8-143, ASTM), Zaire (Lefebvre & Gasparini, 1980) e Boldaybo, URSS (Aleksandrov et al. 1975). Embora haja uma boa correspondência entre a maior parte das reflexões listadas, cada um dos difratogramas possui pequenas particularidades relativamente à presença de reflexões extras, além de variações nos valores das intensidades. Por exemplo, o material de Bicas contém três raias bem definidas a $5,31\text{\AA}$ (2), $2,13\text{\AA}$ (2) e a $1,59\text{\AA}$ (1), bem como uma série de reflexões de intensidades baixas (<1) situadas a $4,96\text{\AA}$, $4,76\text{\AA}$, $4,23\text{\AA}$, $4,13\text{\AA}$ e a $1,81\text{\AA}$, que não possuem correspondência nos demais difratogramas. Analogamente, a florencita de Diamantina (MG) mostra reflexões extras em $1,66\text{\AA}$ (10), $1,62\text{\AA}$ (20) e $1,34\text{\AA}$ (20); a do Zaire a $1,33\text{\AA}$ (10); a do Boldaybo, por sua vez, a $3,23\text{\AA}$ (2). Essas diferenças podem estar relacionadas a defeitos de cristalinidade ou à variações na composição química.

Simone (1983) desenvolveu um estudo estrutural amplo da

florencita de Bicas. Em tese de mestrado apresentada ao Instituto de Física e Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo, o referido autor efetuou o refinamento da estrutura cristalina do material de Bicas a partir de quatorze reflexões de alto ângulo. O trabalho de Simone (1983) está apoiado nos constantes cristalográficos da goyazita (Kato, 1971), que é isoestrutural com a florencita, e no grupo espacial R₃m comum a esses dois minerais. As dimensões da cela unitária $a = 6,96 \text{ \AA}$ e $c_0 = 16,33 \text{ \AA}$ permitiram calcular a densidade $3,67 \text{ g/cm}^3$ (Simone et al. 1982), confirmando o valor $3,65 \text{ g/cm}^3$ obtido experimentalmente. Esses dados estão incluídos na tabela 2 para efeito de comparação com dados correspondentes de outras localidades.

Origem: As descrições da literatura mineralógica já comentadas nos parágrafos anteriores indicam que a florencita está relacionada à diversos tipos de paragêneses. Como um constituinte primário, ela ocorre em pegmatitos potássicos comumente associada à monazita (Whittle, 1954), nos resíduos finais de carbonatitos (McKie, 1962), e em rochas metamórficas novamente associada à monazita (Nikolaeva et al. 1971).

Em vários outros locais, entretanto, a florencita tem sido descrita como um produto de alteração. Nos depósitos sulfetados de ouro da Bacia do Donets (Kuznetsov et al. 1974), bem como nas montanhas do norte de Baikal (Aleksandrov et al. 1975), a florencita é uma fase hidrotermal tendo-se formado a partir da precipitação de carbonatos de terras raras. Fato análogo se observa no depósito de ouro e cíncabrio de Boudokou na Costa do Marfim estudado por Casanova et al. (1970). Já em outros locais incluindo Califórnia (Milton & Bastron, 1971) e Zaire (Lefebvre & Gasparrini, 1980), a gênese desse mineral tem sido relacionada à processos de alteração intempéricos.

Com relação à florencita de Bicas (MG), as evidências disponíveis no momento sugerem que a gênese nesse local esteja relacionada à alteração supérgea. É bem provável que os mesmos processos que levaram a cabo a alteração de certos constituintes dos pegmatitos, como por exemplo, a caolinização dos feldspatos, promoveram também a formação da florencita. Tudo indica, inclusive, que essa alteração seja de natureza intempérica, tal como no caso da florencita do Zaire descrita por Lefebvre & Gasparrini (1980), muito embora não esteja completamente eliminada a possibilidade dessa alteração ser de natureza hidrotermal. De qualquer modo, a formação da florencita está relacionada à alteração de algum mineral primário do pegmatito, entre os quais o mais provável é a monazita, cuja composição química simplificada é (Ce, La, Nd, Th) (PO₄).

Nessas condições, tudo indica que a alteração intempérica dos pegmatitos acarretou a alteração da monazita deixando em solução o fosfato e as terras raras nela presentes os quais foram posteriormente reprecipitados nas fraturas dos cristais de quartzo sob a forma de florencita. Já foi mencionado que o material de Bicas desenvolve-se sob a forma de crostas de pequena espessura, por vezes irregulares, por vezes mamelonares, acompanhando simplesmente a forma da superfície do quartzo subjacente. Foi comentado também que as crostas exibem hábito coloforme sendo constituídas pela disposição de cristais aciculares formados, ao que tudo indica, em condições supérgeas. Foi verificado também que as crostas apresentam desenvolvimento cristalino incompleto, evidenciado pelas extinções ondulantes e pelo comportamento ótico indefinido do conjunto. Recorda-se que foram observados apenas alguns raros cristais isolados desenvolvidos em geodos incipientes sobre as crostas, os quais permitiram as caracterizações óticas e roentgenográficas. Relacionando todos esses fatos entre si, tudo leva a crer que a florencita de Bicas, a exemplo do que ocorre na Califórnia (Milton & Bastron, 1971) e no Zaire (Lefebvre & Gasparrini, 1980), seja também de origem intempérica. Aliás, a comparação com o Zaire é bastante sugestiva tendo em vista que, as condições climáticas vigorantes nos dois países são extremamente favoráveis à ação do intemperismo químico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), o apoio dado à presente pesquisa. Agradecem também as sugestões do Prof. Thomas Farchild do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

BIBLIOGRAFIA

- Aleksandrov, A.L., Olovyashnikov, V.M. & Potorochenko, A.N. -1975- Florencite from the Bodaybo gold-ore field as an indicator of hidrothermal processes. Dokl. Acad. Sci. USSR, Earth Sci. Sect., 224: 110-112.
- Aplonov, V.S. & Petrova, N.V. -1965- Novos dados sobre a mineralogia de terras raras do norte de Verkhoyanski. Uch. Zap. Nauch-Issled Inst. Geol. Arktiki, Reg. Geol., 155-161 (Em russo).
- A.S.T.M. - American Society for Testing Material, X-ray powder file, 1916 Race St., Philadelphia 3, Pa., USA.
- Bain, D.C. -1970- Plumbogummite-group minerals from Mull and Morven. Mineral. Mag., 37: 934-938.
- Casanova, R., Loup, G. & Broche, J. -1970- Découverte de florencite en Côte d'Ivoire. Ann. Univ. Abidjan, Ser. C, 6:5-7.
- Dagenhart, T.V. & Maddox, G.L. -1977- The history and mineralogy of a Revolutionary War period iron mine, North Garden, Virginia. Rocks Minerals 52: 360-366.
- Devismes, P., Guigues, J., Laurent, Y. & Parfenoff, A. -1968- Première découverte de florencite en France. Soc. franc. Mineral. Crist. Bull., 91: 500-502.
- Fleischer, M. -1983- Glossary of mineral species. Mineral. Record, P. O. Box 35565, Tucson, Arizona, USA.
- Francesconi, R. -1972- Pegmatitos da região de São João Del Rei-MG. Tese de Doutoramento apresentado ao IG-USP, 101pp.
- Gapon, A.E. -1965- Florencita como acessório. Mineral. Sb. L'vovsk. Gos. Univ., 19: 105-110 (Em russo).
- Garson, M.S. -1958- Investigations of carbonatites and ring structures. Nyasaland Protectorate Geol. Surv. Bull., 1957: 7-11.
- Hussak, E. & Prior, G. -1900- On florencite, a new hydrated phosphate of aluminum and the cerium earths, from Brazil. Mineral. Mag., 12: 244-248.
- James, T.C. -1958- Carbonatite investigation: progress report. Rec. Geol. Surv. Tanganyika, 6: 45.
- Kamenetskii, F.V.A., Kombov, A.I. & Nardov, V.V. -1953- Difração de raios X de florencite e koivinite. Zap. Vses. Mineral. Obshchest, 82: 297-301 (Em russo).
- Kato, T. -1971- The crystal structures of goyazite and woodhouseite. Neues Jahrb. f. Mineral., Monatshefte, 6: 241-247.
- King, D. -1952- Examination of rare-earth pegmatite near Wiperaminga Hill, Old Boolcoomata station. S. Aust. Dep. Mines Mining Rev., 97: 93-94.

Kukharenko, A.A. -1951- Comentário sobre o artigo de A.N. Labuntsov sobre "Cristais de Florencita". Zap. Vses. Mineral Obshchest, 80:238 (Em russo).

Kuznetsov, Y.A., Kuznetsova, S.V., Mel'nik, M.A. & Sidenko, D.G.-1974- Florencite, an accessory mineral of gold in the Bobrikovo ore deposit in the Donbas. Dokl. Acad. Sci. USSR, Earth Sci. Sect., 210: 144-145.

Kuznetsova, S.V., Kuznetsov, Y.A., Kornienko, T.G. & Sidenko, D.G. -1972- Florencita da Bacia do Donets. Dopov. Akad. Nauk. Ukr. SSSR, Ser. B, 34: 316-319 (Em russo).

Labuntsov, A.N. -1950- Cristais de florencita. Trudy Mineral. Muzeya Akad. Nauk. SSSR, 2: 135-136 (Em russo).

Lefebvre, J.J. & Gasparrini, C. -1980- Florencite, an occurrence in the Zairian copperbelt. Can. Mineral., 18: 301-311.

Mckie, D. -1962- Goyazite and florencite from two African carbonatites. Mineral. Mag., 33: 281-297.

Mel'nikova, E.M., Kokarev, F.N. & Knyazeva, D.N. -1975- Florencita de metasomatitos hidrotermais da região polar dos Urais. Zap. Vses. Mineral. Obshchest., 104: 341-343 (Em russo).

Milton, D.J. & Bastron, H. -1971- Churchite and florencite-Nd from Sau salito, California. Mineral. Record, 2: 166-168.

Mitchell, R.S. & Geitgey, R.P. -1968- Barian florencite, weinschenkite, and rhabdophane from a perrieoite-bearing pegmatite in Amherst County, Virginia. Southeastern Geol., 9: 143-150.

Nikolaeva, E.P., Gertman, P.L., Zhdanova, Zh.N. & Elizov, I.N. -1971- Florencita do sopé norte da cadeia do Turquestão. Zap. Uzb. Otd. Vses. Mineral. Obshchest, 24: 124-127 (Em russo).

Palache, C., Berman, H. & Frondel, C. -1957- The system of Mineralogy, vol. II. pp. 838-839.

Pouliot, G., Hofmann, H.J. -1981- Florencite: a first occurrence in Canada. Canad. Mineral., 19: 535-540.

Rao, A.B. & Silva, J.C. -1968- Fosfatos dos pegmatitos brasileiros Journ. Mineral., Recife, Ed. Esp., 6: 99-121.

Ramdohr, P. & Thilo, E. -1940- Stiepelmannit, ein neues Mineral der Haminitgruppe mit Yttrium und seltenen Erden. Zbl. Mineral. (Abt. A), 1-8.

Semenov, E.I. & Barinskii, R.L. -1958- The composition characteristics of the rare earths in minerals. Geochem., 4: 398-419.

Simone, A.C. -1983- Refinamento de estruturas cristalinas por difração de raios X pelo método de mínimos quadrados utilizando dados de amostras policristalinas. Tese de mestrado apresentada ao Instituto de Física e Química de São Carlos, 170pp.

Simone, A.C., Mascarenhas, Y.P. & Svisero, D.P. -1982- Refinamento de estruturas cristalinas com dados obtidos por difração de raios X de polícrustais. Ciência e Cultura, 34: 258, Campinas.

Smith, W.C. -1953- Carbonatites of the Chilwa series of southern Nyasaland. Brit. Mus. (Nat. Hist.), Bull. Mineral, 1: 97-119.

Somina, M.Y. & Bulakh, A.G. -1966- Florencite from the carbonatites of eastern Sayan and the chemical constitution of the crandallite group. Zap. Vses. Mineral. Obshchest., 95: 537-550 (Em russo).

Svisero, D.P. -1971- Mineralogia do diamante da região do Alto Ara
guaia, MT. Tese de doutoramento apresentada ao Instituto de Geociências
da Universidade de São Paulo, 127pp.

Theunissen, K. & Martin, H. -1969- Découverte d'un phosphate alumineux
des terres rares dans un coticule de Vielsalm. Soc. Geol. Ann., 92:
173-176.

Trace, R.D. -1960- Significance of an unusual mineral occurrence at
Hicks Dome, Hardin County, Illinois. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap., 400-
B, 63-64.

Trueb, L.F. & de Wys, E.C. -1971- Carbon from Ubangi - a microstructural study. Amer. Mineral., 56: 1252-1268.

van Wambeke, L. -1971- The problem of cation deficiencies in some phosphates due to alteration process. Amer. Mineral., 56: 1366-1384.

Whittle, A.W.G. -1954- The radioactive minerals of South Australia and
their petrogenetic significance, Joun. Geol. Soc. Austr., 2: 21-45.

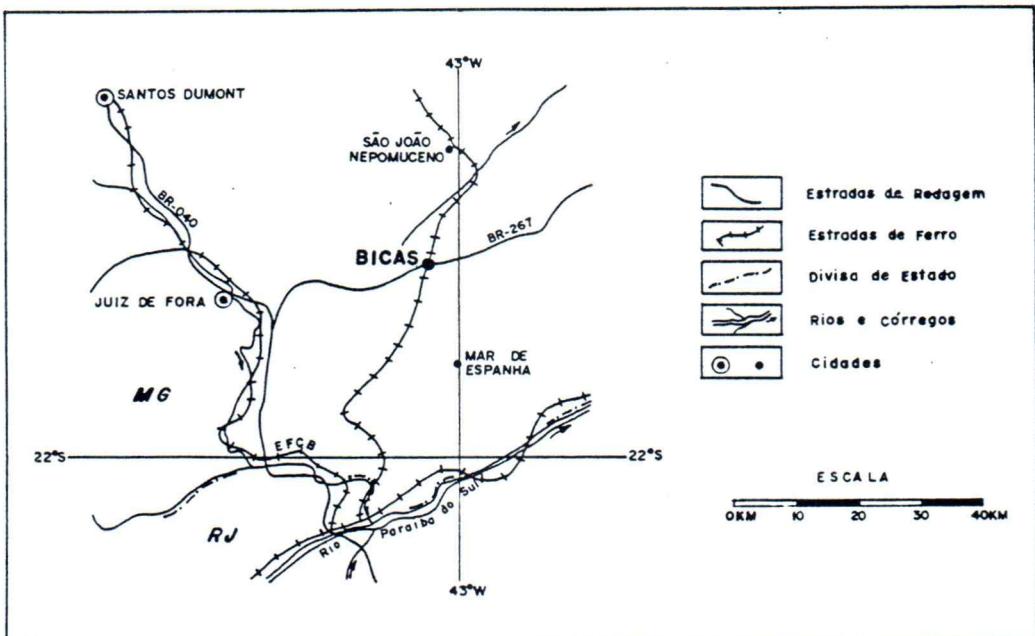


Fig. 1 - Localização geográfica da ocorrência de florencita em Bicas, MG

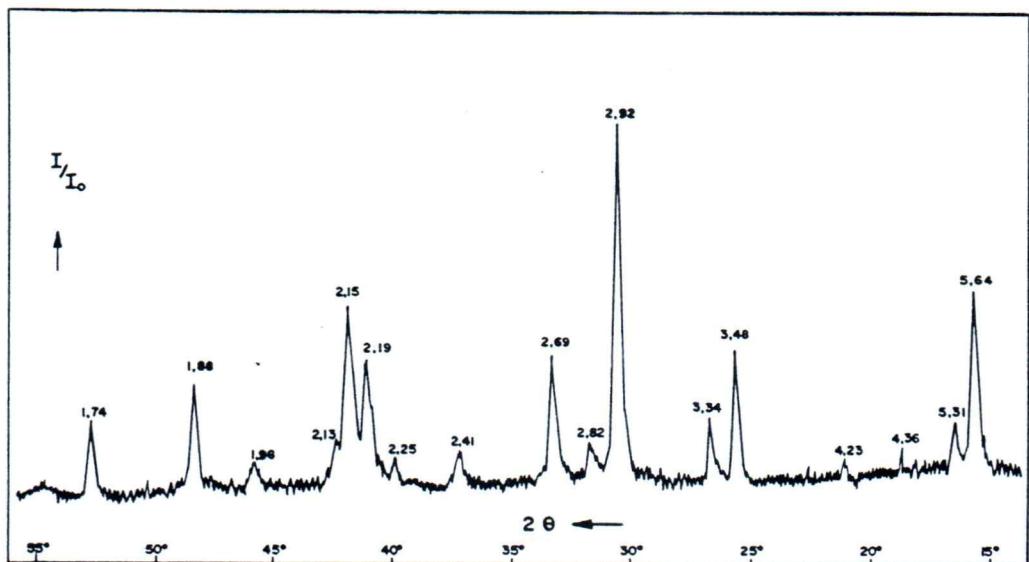


Fig. 2 - Difratograma de florencita de Bicas, MG.

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE FLORENCITAS DAS PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS CONHECIDAS.

Composição Teórica	Diamantina MG (1)	Diamantina MG (2)	Zaire (3)	Sayan URSS (4)	Sibéria URSS (5)	Donets URSS (6)	Malawi (7)	Bodaybo URSS (8)	Urais URSS (9)	Namíbia (10)	Canadá (11)
SiO ₂		0,48	0,5	1,4	1,95	7,35	4,54		3,48	1,15	0,29
Al ₂ O ₃	29,80	32,28	32,0	32,0	34,49	26,00	29,78	29,80	24,10	24,39	30,83
Fe ₂ O ₃		0,76			1,41	6,62	1,40		5,64	1,46	
MgO			2,3	0,9	0,81				0,20	0,38	
CaO		1,31	0,4	0,2		4,10	1,60	1,60	0,85	1,50	0,50
BaO								0,10			
SrO					7,87		2,40	9,00			
ThO ₂							1,10				
RE ₂ O ₃	32,00	28,00	28,4	31,2	19,19	22,77	21,40	17,60	24,66	31,69	29,25
P ₂ O ₅	27,70	25,61	28,6	29,1	23,28	33,00	25,52	26,00	23,37	27,27	26,94
SO ₃								1,70			
F								1,60			
H ₂ O ⁺	10,50	10,87			11,11		12,30	12,90		11,46	11,07
Total	100,00	99,31	94,2	94,8	100,11	99,84	100,04	100,30	82,30	99,30	98,88
											91,34

1) Hussak & Prior (1900);

2 e 3) Lefebvre & Gasparrini (1980);

4) Somina & Bulakh (1966);

5) Gapon (1965);

6) Kuznetsov et al. (1974);

7) McKie (1962);

8) Aleksandrov et al. (1975);

9) Kukharenko (1951);

10) Ramdohr & Thylo (1940);

11) Pouliot & Hofmann (1981).

TABELA 2 - PROPRIEDADES FÍSICAS, ÓTICAS E ROENTGENOGRÁFICAS DA FLORENCITA DE BICAS M.G.,
COMPARADAS COM DADOS REFERENTES À FLORENCITAS DE OUTROS LOCAIS.

LOCAL	COR	Dens.(med.) g/cm ³	Dens.(calc.) g/cm ³	ϵ	ω	B	a_0 (A)	c_0 (A)	c_0/a_0
Bicas, MG	amarela, alaranjada	3,65	3,67	1,70	1,69	0,010	6,96	16,33	2,349
Canadá (1)	incolor, cinza	3,54	3,69	1,715	1,702	0,013	6,99	16,25	2,324
Zaire (2)	incolor, amarela clara	3,52	-	1,701	1,694	0,007	6,987	16,248	2,325
Zaire (3)	-	-	-	1,64	1,62	0,020	-	-	-
Urais, URSS (4)	-	-	-	1,636	1,630	0,006	-	-	-
África (5)	rosa	3,457	3,471	1,661	1,653	0,008	6,971	16,42	2,35
Sayan, URSS (6)	laranja, rosa	-	-	1,664	1,658	0,006	-	-	-
Turquestão, URSS (7)	amarela, mel	3,32	-	1,675	1,662	0,013	-	-	-
Diamantina, MG (8)	amarela	-	-	-	-	-	6,979	16,25	2,328
Donets, URSS (9)	cinza, verde, vermelha	3,46	-	1,684	1,678	0,006	-	-	-
Australia (10)	amarela, castanha, vermelha	-	-	1,685	1,680	0,005	-	-	-
Diamantina, MG (11)	amarela clara	3,586	-	1,685	1,680	0,005	6,971	16,42	2,355
Costa do Marfim (12)	amarela, laranja, vermelha	3,5	-	1,690	1,680	0,010	-	-	-
Bodaybo, URSS (13)	incolor, amarela	-	-	1,688	1,685	0,003	-	-	-
Sayan, URSS (14)	laranja, rosa, castanha	-	-	1,705	1,691	0,014	-	-	-
Namíbia (15)	amarela clara	3,695	3,702	1,705	1,695	0,010	6,75	16,52	2,45
Normandia França (16)	laranja, vermelha	3,50	-	-	1,696	-	-	-	-
Verkhoyansk URSS (17)	-	-	-	1,715	1,702	0,013	-	-	-
Urais, URSS (18)	incolor	-	-	1,718	1,709	0,009	6,960	16,34	2,35

1) Pouliot & Hofmann (1981);

2) Lefebvre & Gasparrini (1980);

3) van Wanbecke (1971);

4) Mel'nikova et al. (1975);

5) McKie (1962);

6) Somina & Bulakh (1966);

7) Nikolaeva et al. (1971);

8) Lefebvre & Gasparrini (1980);

9) Kuznetsov et al. (1974);

10) Whittle (1954);

11) Hussak & Prior (1900);

12) Casanova et al. (1970);

13) Aleksandrov et al. (1975);

14) Somina & Bulakh (1966);

15) Ramdohr & Thylo (1940);

16) Devismes et al. (1968);

17) Aplonov & Petrova (1965);

18) Kamenetskii et al. (1953);

TABELA 3 - DIAGRAMA DE PÔ DA FLORENCITA DE BICAS (MG), OBTIDO COM
RADIAÇÃO FILTRADA DE COBRE, COMPARADO COM DADOS
REFERENTES A OUTRAS OCORRÊNCIAS.

(hkl)	Bicas, MG	Diamantina, MG (1)	Zaire (2)	Bodaybo, URSS (3)				
	d (Å)	I/I ₀	d (Å)	I/I ₀	d (Å)	I/I ₀	d (Å)	I/I ₀
101	5,64	7	5,63		90	5,67	90	5,70
003	5,31	2						
*	4,96	< 1						
*	4,36	< 1						
*	4,23	< 1						
*	4,13	< 1						
110	3,48	4	3,48		70	3,49	70	3,48
*	3,37	< 1						
104	3,34	2	3,37		10	3,37	10	
							3,23	2
113	2,92	10	2,93		100	2,93	100	2,93
202	2,82	1	2,83		20	2,86	20	
006	2,69	4	2,71		40	2,74	20	2,70
024	2,41	1	2,42		50			2,42
211	2,26	1	2,28		20			
122	2,19	4				2,21	10	2,21
107	2,15	6	2,16		80	2,17	80	2,17
116	2,13	2						
214	1,98	1	1,99		20			1,99
303	1,88	3	1,89		80	1,88	70	1,89
009	1,81	< 1						
220	1,74	2	1,74		70	1,74	70	1,75
208	1,68	1	1,68		10			
			1,66		10			
306	1,62	1	1,62		20			
119	1,59	1	1,60		40	1,60	70	
042	1,48	1	1,49		50	1,49	20	1,49
226	1,46	1	1,46		50	1,47	20	1,47
01.11	1,43	1	1,43		60	1,44	20	1,43
404			1,41		10	1,42	10	
321			1,38		10			
137,00.12	1,36	1	1,36		20	1,36	10	1,36
309			1,34		20	1,33	10	1,34
324,410	1,31	1	1,32		20	1,31	10	
413	1,27	1	1,28		50	1,28	50	1,29
327,416	1,19	1	1,19		60	1,19	70	1,19
330	1,16	1	1,16		50			1,16
31.11			1,11		40			1,11
21.13			1,10		50			1,10

1) ASTM, ficha nº 8-143;

2) Lefebvre & Gasparrini (1980);

3) Aleksandrov et al. (1975).

* Reflexões de intensidades muito baixas.