

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

MEMÓRIA DA MINERALOGIA BRASILEIRA

Daniel Atencio

Concurso para obtenção de Título de
Livre-Docente junto ao Departamento de
Mineralogia e Geotectônica do Instituto
de Geociências da Universidade de
São Paulo. Área de conhecimento:
Mineralogia Básica e Aplicada

SÃO PAULO
1999

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

MEMÓRIA DA MINERALOGIA BRASILEIRA

Daniel Atencio



Concurso para obtenção de Título de
Livre-Docente junto ao Departamento de
Mineralogia e Geotectônica do Instituto
de Geociências da Universidade de
São Paulo. Área de conhecimento:
Mineralogia Básica e Aplicada

DEDALUS - Acervo - IGC



30900006686

SÃO PAULO
1999

*Em memória de
Armando Márcio Coimbra
e
Michael Fleischer,
que se foram em setembro de 1998.*

Daniel, é um assombro a sua capacidade de organização.
Você deve ser um pesquisador muito destacado.

Abraços, obrigado.

Tom Zé

Abstract

Memory of Brazilian mineralogy

Before the establishment of the Commission on New Minerals and Mineral Names (CNMMN) of the International Mineralogical Association (IMA) in 1959 more than 80 new mineral names were generated from Brazilian samples. Only 21 of these have a reputable standing in mineralogy today: arrojadite, arsenopalladinite, barbosalite, brazilianite, chrysoberyl, derbylite, euclase, faheyite, florencite-(Ce), frondelite, gorceixite, goyazite, joséite, lipscombite, moraesite, palladium, scorzalite, senaite, souzalite, tavorite and tripuhyite.

After CNMMN - IMA establishment, the descriptions of tantaloeschynite-(Y), atheneite, isomertieite, bahianite, palladseite, whiteite-(CaFeMg) and whiteite-(MnFeMg), lanthanite-(Nd), minasgeraisite-(Y), parabariomicrolite, zanazziite, arupite, yanomamite and quintinite-2H were published after CNMMN - IMA approval and remain valid.

The mineral stiringite also was published after CNMMN - IMA approval but was officially discredited. The name pseudorutile was introduced without CNMMN - IMA approval for a mineral from several occurrences including Brazil, but none of the specimens investigated was designated as a type specimen. This name was rejected, but subsequently was officially revalidated and a neotype specimen was proposed from South Australia. The name zirkelite, introduced for a Brazilian mineral, was redefined. Following this redefinition, the Brazilian mineral is zirkelite if cubic or zirconolite if metamict.

The minerals chavesite and ferrazite were discredited with CNMMN - IMA approval. The name iridosmine was officially discarded in favour of osmium and the type specimen of osmium is from Borneo. The pyrochlore-group minerals rijkeboerite and djalmaite had their names changed officially to bariomicrolite and uranmicrolite, respectively and the type specimens remain from Brazil. The names tantaloeschynite-(Ce), ferrohalotrichite, trauirite, coutinite, coutinhite, neodymite and heitorite were introduced without adequate justification and also without CNMMN - IMA approval. Coutinite, coutinhite and neodymite were officially discarded.

Several minerals were first described as independent new mineral species, but later were discredited as misidentification (chalmersite, chavesite, harttite, starringite etc.) or varieties of existing minerals (eschwegeite, paredrite, porpezite, ribeirite etc.).

Some minerals changed their names due to new nomenclature systems of groups (rijkeboerite, djalmaite, iridosmine). Some mineral names, as for example, guimarãesite and reitingrite, were given to doubtful minerals without adequate justification, and therefore do not have a reputable standing in mineralogy. The name tantalaeschynite-(Ce) was erroneously given to tantalaeschynite-(Y).

There are also several minerals with insufficient description that need further studies in order to establish them as independent species (joséite-B, kalkowskyn, oliveiraite, orvillite, pennaite etc.). Some problematic Brazilian minerals are presently under study (giannettite, palladinite, lewisite etc.). Type occurrence problems also exist: the type occurrence of lanthanite-(La) is Bastnäs, Sweden, but the mineral from this occurrence is lanthanite-(Ce). Lanthanite-(La) was recorded only in Brazil (Curitiba, Paraná and Santa Isabel, São Paulo).

Several unnamed minerals were also described, for example: Mineral X from Perus, São Paulo (= phurcalite); $Ti_3(UO_2)_3SiO_8$ from Poços de Caldas, Minas Gerais; $(Au,Ag)_3Hg$ from Sumidouro de Mariana, Minas Gerais, OsAs₅, OsRhAsS, RuTeAs, OsRuAs, ReS₂ and a complex Os-Re-As-Te-Fe-Y-Rh mineral from Fortaleza de Minas, Minas Gerais, AgPd from Serra de Carajás, Pará, and two phosphates from Sapucaia pegmatite, Galiléia, Minas Gerais. The unnamed mineral ReS₂ was also quoted in other world occurrences.

Unfortunately most of the names were published in rather inaccessible sources (for example, camposite, coutinhite, neodymite, lavrite, gonzagaite, paulistanite etc.). In addition several type specimens were not preserved (bariomicrolite, chrysoberyl, giannettite, pennaite, gorceixite, palladium etc.).

Resumo

Antes do estabelecimento da Comissão de Novos Minerais e Nomes de Minerais (CNMNM) da Associação Mineralógica Internacional (IMA), em 1959, foram gerados mais de 80 nomes novos de minerais a partir de amostras brasileiras. Atualmente, apenas 21 destes são aceitos como nomes válidos para amostras-tipo do Brasil: arrojadita, arsenopaladinita, barbosalita, brazilianita, crisoberilo, derbylita, euclásio, faheyíta, florencita-(Ce), frondelita, gorceixita, goyazita, joseíta, lipscombíta, mōraesita, paládio, scorzalita, senaíta, souzalita, tavorita e tripuhyíta.

Depois do estabelecimento da CNMNM-IMA, as descrições de tantalaeschynita-(Y), atheneíta, isomertieíta, bahianita, paladseíta, whiteíta-(CaFeMg), whiteíta-(MnFeMg), lantanita-(Nd), minasgeraisita-(Y), parabariomicrolita, arupita, zanazziíta, yanomamita e quintinita-2H foram publicadas após aprovação pela CNMNM-IMA e permanecem válidas.

O mineral *staringita* também foi publicado após aprovação pela CNMNM-IMA, mas foi desacreditado oficialmente. O nome *pseudo-rutilo* foi introduzido sem aprovação da CNMNM-IMA para um mineral de várias ocorrências, inclusive o Brasil, mas nenhum dos espécimes investigados foi designado como espécime-tipo. Este nome foi rejeitado, mas subsequenteemente foi oficialmente revalidado e um espécime neotipo do sul da Austrália foi proposto. O nome *zirkelita*, introduzido para um mineral brasileiro, foi redefinido. Com base nesta redefinição, o mineral brasileiro é *zirkelita* se cúbico ou *zirconolita* se metamítico.

Os minerais *chavesita* e *ferrazita* foram desacreditados com aprovação da CNMNM-IMA. O nome *iridosmina* foi descartado oficialmente em favor de ósmio e o espécime-tipo de ósmio é de Bornéu. Os minerais do grupo do pirocloro, *rijkeboerita* e *djalmaíta* tiveram seus nomes mudados oficialmente para *bariomicrolita* e *uranomicrolita*, respectivamente e os espécimes-tipo permanecem do Brasil. Os nomes *tantalaeschynita*-(Ce), *ferrohalotriquita*, *trauirita*, *coutinita*, *coutinhita*, *neodimita* e *heitorita* foram introduzidos sem justificação adequada e também sem aprovação pela CNMNM-IMA. *Coutinita*, *coutinhita* e *neodimita* foram oficialmente desacreditados.

Vários minerais foram descritos inicialmente como espécies minerais independentes, mas posteriormente foram desacreditados, devido a tratar-se de identificações errôneas (chalmersita, chavesita, harttita, staringita etc.) ou variedades de minerais existentes (eschwegeíta, paredrita, porpezita, ribeirita etc.).

Alguns minerais tiveram seus nomes trocados devido a novos sistemas de nomenclatura de grupos de minerais (rijkeboerita, djalmaíta, iridosmina). Alguns nomes de minerais, como, por exemplo, guimarãesita e reitingerita, foram atribuídos a minerais duvidosos, sem justificativa adequada, e, conseqüentemente, não tem aceitação em mineralogia. O nome tantal-aeschynita-(Ce) foi erroneamente atribuído a tantal-aeschynita-(Y).

Existem muitos minerais com descrição insuficiente, que necessitam estudos adicionais para seu estabelecimento como espécies independentes (joseíta-B, kalkowskyn, oliveiraíta, orvillita, pennaíta etc.). Alguns minerais brasileiros problemáticos já estão sendo reestudados (lewisita, giannettita, paladinita etc.). Problemas de ocorrência-tipo também existem: a ocorrência-tipo da lantanita-(La) é Bastnäs, Suécia, mas o mineral desta ocorrência é lantanita-(Ce). Lantanita-(La) ocorre somente no Brasil (Curitiba, Paraná e Santa Isabel, São Paulo).

Vários minerais sem nome foram também descritos, por exemplo: Mineral X de Perus, São Paulo (= furcalita), $Ti_3(UO_2)_3SiO_8$ de Poços de Caldas, Minas Gerais, $(Au,Ag)_3Hg$ de Sumidouro de Mariana, Minas Gerais, $OsAs_5$, $OsRhAsS$, $RuTeAs$, $OsRuAs$, ReS_2 e um mineral complexo de Os-Re-As-Te-Fe-Y-Rh de Fortaleza de Minas, Minas Gerais, $AgPd$ de Serra de Carajás, Pará, dois fosfatos do pegmatito Sapucaia, Galiléia, Minas Gerais etc. O mineral sem nome ReS_2 foi também mencionado em outras ocorrências mundiais.

Infelizmente, grande parte dos nomes foi publicada em fontes praticamente inacessíveis (por exemplo, camposita, coutinhita, neodimita, lavrita, gonzagaíta, paulistanita etc.). Em adição, não existe informação a respeito da preservação ou não da maioria das amostras-tipo (bariomicrolita, crisoberilo, giannettita, pennaíta, gorceixita, paládio etc.).

Agradecimentos

O número de pessoas e instituições científicas às quais se deseja agradecer pela colaboração prestada à realização deste trabalho é muito grande. Seria praticamente impossível nomear a todas. O autor gostaria, entretanto, de destacar as pessoas cujos nomes seguem citados.

Em primeiro lugar, cabe agradecer aos colegas do Instituto de Geociências da USP, pelo permanente apôio e estímulo à realização deste trabalho, sobretudo os professores José Moacyr Vianna Coutinho, José Vicente Valarelli e Raphael Hypolito.

Aos colegas da Comissão de Novos Minerais e Nomes de Minerais da Associação Mineralógica Internacional (CNMNM-IMA), especialmente Joe Mandarino e Ernie Nickel, o autor é grato por um grande número de importantes informações, sugestões e comentários.

Agradecimentos especiais ao Físico Flávio Machado de Souza Carvalho, técnico do Laboratório de Difração de Raios X do IGUSP, pelo empenho extraordinário na obtenção de resultados. Estes agradecimentos devem ser estendidos ao Engenheiro Isaac Jamil Sayeg do Laboratório de Microscopia Eletrônica do IGUSP e à equipe do Laboratório de Caracterização Tecnológica do Departamento de Engenharia de Minas da Escola Politécnica da USP, na pessoa do Prof. Dr. Henrique Kahn, pelo valioso auxílio na obtenção de dados químicos por EDS.

O autor gostaria de manifestar seu apreço aos inúmeros estagiários que colaboraram em trabalhos de campo e laboratório. O autor deseja igualmente externar sua gratidão a Paulo Anselmo Mاتيoli pelo importante auxílio na localização de afloramentos, pedreiras e obtenção de amostras.

O presente trabalho foi possível graças a empresas mineradoras que permitiram a execução de trabalhos de campo em pedreiras de sua propriedade. Igualmente, é muito grande o número de pessoas que auxiliou em pesquisas de bibliotecas e museus, algumas vezes em áreas de acesso restrito.

Várias pessoas colaboraram na obtenção de artigos raros. Entre elas, destacam-se Jacques Jedwab, Reiner Neumann, Ciro Alexandre Ávila e Antonio Luciano Gandini. Agradecimentos especiais também aos funcionários da Biblioteca do Instituto de Geociências da USP, pelo constante apôio em pesquisas bibliográficas.

Aos funcionários da gráfica do IGUSP, muito obrigado pela impressão e encadernação deste trabalho.

O autor é grato a sua esposa, Mírian Alves de Oliveira Atencio, e seu filho, Guilherme Oliveira Atencio, pelo salutar convívio e permanente estímulo.

O Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo permitiu a utilização de suas instalações e laboratórios para a realização da presente pesquisa.

Assistência financeira por parte da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, através do Processo 96/0669-0, possibilitou a concretização deste trabalho. Igualmente, inúmeras bolsas de Iniciação Científica foram concedidas pela FAPESP e pelo CNPq para estagiários sob a orientação do autor.

Sumário

Introdução	
Capítulo 1	
Elementos nativos e ligas intermetálicas	
Ouro preto	5
Porpezita	6
Paládio	8
Palladiumplatin	11
AgPd	12
Au ₃ Hg	13
Osmirídio	14
Iridosmina	14
Tetrataenita	16
Catarinita	16
Carbonado	16
Capítulo 2	
Sulfetos, selenetos, arsenietos e antimonietos	
JOSEÍTA, JOSEÍTA-A e JOSEÍTA-B	18
Joseíta	20
Joseíta-B	21
Chalmersita	23
OsRhAsS, RuTeAs, OsAs ₅ , OsRuAs e um mineral complexo de Os-Re-As-Te-Fe-Y-Rh	24
Seleneto de paládio e bismuto	24

ARSENOPALADINITA, ATHENEÍTA, ISOMERTIEÍTA E PALADSEÍTA	25
Arsenopaladinita	26
Atheneíta	28
Isomertieíta	30
Paladseíta	32
Capítulo 3	
Haletos	
Pd_2FeI	34
Capítulo 4	
Óxidos	
Paladinita	35
Óxidos de paládio contendo cobre, isótopos	39
$Pd_5(Cu,As)O_3$	39
Compostos de Pt-Pd-Au-Cu-Fe-Mn contendo oxigênio	40
Óxidos e hidróxidos de Ru e Ir	43
RuO_4	44
Crisoberilo	46
Martita	47
Senaíta	48
Uranomicrolita	52
Bariomicrolita	54
Parabariomicrolita	56
Lewisita	58
Romeíta rica em Na	61
Fluornatromicrolita	62
Derbylita	62
Tripuhyíta	64

Zirkelita	66
Paredrita	69
Titan-favas	69
Pseudo-rutilo	70
Kalkowskita	70
Vanadoniobato de Y e elementos de terras-raras	71
Alvarolita	72
Eschwegeita	73
Guimarãesita	74
Staringita	75
Tantalaeschynita-(Y)	76
Bahianita	81
Calogerasita	82
Brazilita	84
Reitingerita	84
Zirkita	85
Oliveiraíta	85
Brazilianita	86
Claussenita	86
Minasita	86
Capítulo 5	
Carbonatos	
Eschwegita	88
Eschwegita	88
LANTANITA-(Nd) e LANTANITA-(La)	88
Lantanita-(Nd)	92
Lantanita-(La)	93
Quintinita-2H	94

Capítulo 6	
Sulfatos	
Harttita	96
Ferrohalotriquita	96
Capítulo 7	
Fosfatos	
Chavesita	98
Castelnaudita	98
Hussakita	99
Arupita	100
Harbortita	101
Goyazita	104
Florencita-(Ce)	106
Gorceixita	107
Ferrazita	110
Geraesita	113
Bário-hamlinita	114
Arrojadita	114
BRAZILIANITA, SOUZALITA e SCORZALITA.	116
Brazilianita	117
Souzalita	118
Scorzalita	119
Berkeyíta	120
FRONDELITA, FAHEYÍTA, MORAESITA, AVELINOÍTA, TAVORITA, BARBOSALITA e LIPSCOMBITA.	120
Frondelita	122
Faheyíta	123
Moraesita	124

Tavorita	125
Barbosalita	126
Avelinoíta	127
Lipscombita	128
WHITEÍTA-(CaFeMg), WHITEÍTA-(MnFeMg) e ZANAZZIÍTA	129
Whiteíta-(CaFeMg)	130
Whiteíta-(MnFeMg)	131
Zanazziíta	132
Chernikovita	133
Mineral X	134
Capítulo 8	
Arseniatos	
Yanomamita	138
Arseniatos não identificados de Ba, Bi, Pb e Sn	139
Capítulo 9	
Silicatos	
Ribeirita	141
Orvillita	141
Água-marinha do Brasil	141
Safira brasileira	142
Topázio brasileiro	142
Topázio imperial	142
Euclásio	142
Esmeralda brasileira	143
Minasgeraisita-(Y)	143

Theilita	145
Giannettita	147
Pennaíta	158
$Ti_3(UO_2)_3SiO_8$	158
Água-marinha maxixe	159
Água-marinha Santa Maria	159
Halbanita	159
Heitorita	160
Esmeralda brasileira	160
Crisólita brasileira	160
Peridoto brasileiro	161
Safira brasileira	161
Trifana do Brasil	161
Siderosquisolita	161
Malacacheta	161
Eunicita	162
Amazonita	162
Ágata cera	162
Ágata Umbu	162
Brasilinita	163
Jade do Brasil	163
Quartzo da Bahia	163
Topázio Bahia	163
Topázio Palmira	163
Topázio Rio Grande	164
Antossiderita	164
Eschwegita	164
Paulistanita	165

Capítulo 10	
Compostos orgânicos	
Gonzagaíta	166
Conclusões	167
Referências bibliográficas	175
Índice de nomes de minerais	208

Introdução

Existem vários minerais que foram descritos pela primeira vez no Brasil, muitos dos quais são raros, problemáticos ou incompletamente caracterizados.

De acordo com Smith (1995), existem apenas três compêndios sobre minerais brasileiros: Ferraz (1928), Fróes Abreu (1965) e Franco *et al.* (1972), além de um sobre os minerais do estado de São Paulo (Knecht 1950), todos eles bastante desatualizados. Alguns artigos sobre o assunto também podem ser adicionados: Oliveira (1930), Leonardos (1955) e Franco (1981).

Antes do estabelecimento da Comissão de Novos Minerais e Nomes de Minerais (CNMNM) da Associação Mineralógica Internacional (IMA), em 1959, foram gerados mais de 80 nomes novos de minerais a partir de amostras brasileiras. Atualmente, apenas 21 destes são aceitos como nomes válidos para amostras-tipo do Brasil: arrojadita, arsenopaladinita, barbosalita, brazilianita, crisoberilo, derbylita, euclásio, faheyíta, florencita-(Ce), frondelita, gorceixita, goyazita, joseíta, lipscombíta, moraesita, paládio, scorzalita, senaíta, souzalita, tavorita e tripuhyíta.

Depois do estabelecimento da CNMNM-IMA, as descrições de tantalaeschynita-(Y) (1974), atheneíta (1974), isomertieíta (1974), bahianita (1976), paladseíta (1977), whiteíta-(CaFeMg) (1978), whiteíta-(MnFeMg) (1978), lantanita-(Nd) (1980), minasgeraisita-(Y) (1986), parabariomicrolita (1986), arupita (1990), zanazziíta (1990), yanomamita (1994) e quintinita-2H (1997) foram publicadas após aprovação pela CNMNM-IMA e permanecem válidas.

O mineral starringita (1969) também foi publicado após aprovação pela CNMNM-IMA, mas foi desacreditado oficialmente (1992). O nome pseudo-rutilo (1966) foi introduzido sem aprovação da CNMNM-IMA para um mineral de várias ocorrências, inclusive o Brasil, mas nenhum dos espécimes investigados foi designado como espécime-tipo. Este nome foi rejeitado (1968), mas subsequenteemente foi oficialmente revalidado (1994) e um espécime neotipo do sul da Austrália foi proposto. O nome zirkelita (1895), introduzido para um mineral brasileiro, foi redefinido (1989). Com base nesta redefinição, o mineral brasileiro é zirkelita se cúbico ou zirconolita se metamítico.

Os minerais chavesita (1958) e ferrazita (1919) foram desacreditados (1994 e 1996, respectivamente) com aprovação da CNMNM-IMA. O nome iridosmina (1827) foi descartado oficialmente em favor de ósmio (1991) e o espécime-tipo de ósmio é de Bornéu. Os minerais do grupo do pirocloro, rijkeboerita (1963, sem aprovação da CNMNM-IMA) e djalmaíta (1939) tiveram seus nomes mudados oficialmente para bariomicrolita e uranomicrolita, respectivamente (1977) e os espécimes-tipo permanecem do Brasil. Os nomes tantalaeschynita-(Ce) (1968), ferrohalotriquita (1969), coutinita (1980), coutinhita (1981), neodimita (1980, 1981) e heitorita (1991) foram introduzidos sem justificativa adequada e também sem aprovação pela CNMNM-IMA. Coutinita, coutinhita e neodimita foram oficialmente desacreditados (1999).

Vários minerais foram descritos inicialmente como espécies minerais independentes, mas posteriormente foram desacreditados, devido a tratar-se de identificações errôneas (chalmersita, chavesita, harttita, starringita etc.) ou variedades de minerais existentes (eschwegeíta, paredrita, porpezita, ribeirita etc.).

Alguns minerais tiveram seus nomes trocados devido a novos sistemas de nomenclatura de grupos de minerais (rijkeboerita, djalmaíta, iridosmina). Alguns nomes de minerais, como, por exemplo, guimarãesita e reitingerita, foram atribuídos a minerais duvidosos, sem justificativa adequada, e, conseqüentemente, não tem aceitação em mineralogia. O nome tantal-aeschynita-(Ce) foi erroneamente atribuído a tantal-aeschynita-(Y).

Existem muitos minerais com descrição insuficiente, que necessitam estudos adicionais para seu estabelecimento como espécies independentes (joseíta-B, kalkowskyn, oliveiraíta, orvillita, pennaíta etc.). Alguns minerais brasileiros problemáticos já estão sendo reestudados (lewisita, giannettita, paladinita etc.). Problemas de ocorrência-tipo também existem: a ocorrência-tipo da lantaníta-(La) é Bastnäs, Suécia, mas o mineral desta ocorrência é lantanita-(Ce). Lantanita-(La) ocorre somente no Brasil (Curitiba, Paraná e Santa Isabel, São Paulo).

Vários minerais sem nome foram também descritos, por exemplo: Mineral X de Perus, São Paulo (= furcalita), $Ti_3(UO_2)_3SiO_8$ de Poços de Caldas, Minas Gerais, $(Au,Ag)_3Hg$ de Sumidouro de Mariana, Minas Gerais, $OsAs_5$, $OsRhAsS$, $RuTeAs$, $OsRuAs$, ReS_2 e um mineral complexo de Os-Re-As-Te-Fe-Y-Rh de Fortaleza de Minas, Minas

Gerais, AgPd de Serra de Carajás, Pará, dois fosfatos do pegmatito Sapucaia, Galiléia, Minas Gerais etc. O mineral sem nome ReS_2 foi também mencionado em outras ocorrências mundiais.

Infelizmente, grande parte dos nomes foi publicada em fontes praticamente inacessíveis (por exemplo, camposita, coutinhita, neodimita, lavrita, gonzagaíta, paulistanita etc.). Em adição, não existe informação a respeito da preservação ou não da maioria das amostras-tipo (bariomicrolita, crisoberilo, giannettita, pennaíta, gorceixita, paládio etc.).

A seguir, uma compilação de nomes de minerais descritos pela primeira vez no Brasil é apresentada. Neste trabalho são reunidas informações bibliográficas (históricas e descritivas) sobre todos estes minerais, algumas obtidas em publicações de difícil acesso, além de dados obtidos por este autor, parte já publicados, parte inéditos, para alguns dos minerais [lewisita e romeíta rica em Na associada, lantanita-(La) e lantanita-(Nd) (coutinita, coutinhita e neodimita desacreditados), quintinita-2H, gorceixita, ferrazita (= gorceixita), chernikovita, mineral X de Perus (= furcalita), giannettita (= hainita?), inclusões em hainita]. Muitas vezes, a simples confrontação e análise de dados bibliográficos de diferentes fontes permitiu chegar a conclusões diferentes daquelas existentes na literatura (ver, por exemplo, tantalaeschynita-(Y), castelnaudita, harbortita, lipscombbita e thellita). Diversas fórmulas empíricas, bem como ângulos $2V$ apresentados foram calculados agora pela primeira vez. O tratamento e a atenção dados a cada mineral foram diferenciados. Para alguns, foi possível agrupar dados descritivos completos (ou quase), como é o caso dos minerais mais recentemente aprovados pela CNMNM – IMA. Para outros, foram usadas várias páginas para discutir aspectos históricos e polêmicos. Certos minerais, desacreditados ou com nomes comerciais ou populares, receberam apenas algumas linhas de atenção.

Um trabalho desta natureza parecia necessário, visto que sequer existia uma lista dos minerais-tipo do Brasil, ou seja, aqueles que quando foram descritos pela primeira vez o foram com base em amostras do Brasil. Existe uma quantidade relativamente grande de dados a respeito destes minerais na literatura, mas sua compilação foi árdua, por estes dados estarem espalhados em fontes de difícil ou praticamente impossível obtenção. Entretanto, a junção destes dados parece compensadora, pois permite resgatar a memória

mineralógica do Brasil, além de possibilitar a visualização dos problemas mineralógicos existentes e elaborar estratégias de trabalho para sua solução.

Em resumo, a motivação para a execução deste trabalho foi em tudo semelhante àquela expressa por Ferraz (1928): *“Há muitos anos, vinha observando a falta absoluta de um livro que, com caráter prático e sem fantasias, compilasse, metodicamente, as interessantes e valiosas contribuições, informações, notícias etc., tudo disseminado em relatórios, memórias, boletins e revistas. É bem sabido que, na generalidade dos casos, tais escritos dormem o sono do esquecimento nas bibliotecas e nos arquivos. É mesmo, em condições de real necessidade, uma pesquisa do livro ou do autor, que tratou de determinado assunto, torna-se fastidiosa, longa e muitas vezes infrutífera. Além de tudo, seria de lastimar que os esforços valorosos de notáveis geólogos e excursionistas brasileiros e de eminentes cientistas estrangeiros permanecessem nesse esquecimento imperdoável, quando os nossos recursos mineralógicos, de reconhecida e elevada potência, exigem um lugar saliente entre as nações do mundo”*. 1928 ou 1999, tudo parece muito semelhante.

Capítulo 1

Elementos nativos e ligas intermetálicas.

Ouro preto

Antonil (1711)

(= compostos de Pt-Pd-Au-Cu-Cu-Fe-Mn contendo oxigênio)

black gold, oiro preto, ouro negro

Expressão aplicada a ouro com superfície escura ou aos compostos que formam esta superfície. Compostos marrom escuros a pretos, associados com ouro nativo, foram descobertos em Minas Gerais, trezentos anos atrás, e têm sido conhecidos desde então como ouro preto (Jedwab & Cassedanne 1998). Durante as primeiras décadas do ciclo do ouro, este ouro foi achado em tal abundância que a cidade de Vila Rica foi redenominada Ouro Preto.

O primeiro aparecimento fidedigno por escrito do nome ouro preto é achado no trabalho de Antonil (1711): *“Quanto às qualidades diversas do ouro, sabe-se que o ouro, a quem chamam preto, por ter na superfície uma cor semelhante à do aço, antes de ir ao fogo, provando-se com o dente logo aparece amarelo, vivo, gemado, e é o mais fino, porque chega quase a vinte e três quilates”*.

Estudos recentes (Jedwab 1995, Jedwab & Cassedanne 1998) de amostras de Itabira, Minas Gerais, demonstraram que o material denominado ouro preto corresponde a um grupo de compostos de Pt-Pd-Au-Cu-Fe-Mn contendo oxigênio (ver), coexistindo com óxidos e hidróxidos triviais de Fe e/ou Mn, visualmente indistinguíveis uns dos outros.

Porpezita

Fröbel (1843)

(= ouro com Pd)

porpezite, Porpezit, porpecita, ouro paladiado, ouro-paládio, palladium gold, palladiumgold, palladian gold, palladiated gold, ouro palladiado, palladiferous gold, ouro com paládio, ouro branco, oro branco, ouro podre, ouro cinzento, "prata".

O nome porpezita (Porpezit) foi introduzido por Fröbel (1843) para designar uma variedade de ouro paladiado, analisado quantitativamente por Berzelius (1835). *"Com a denominação de ouro podre, enviou-me E.Pohl uma espécie de ouro nativo que é encontrado na Capitania de Porpez na América do Sul. Este ouro forma grãos poliédricos de cor de ouro impuro, que fundem ao maçarico...este ouro compõe-se, segundo uma análise que fiz em um único grão dos maiores pesando 0,623g: Au 85,98%, Pd 9,85%, Ag 4,17%. De cobre, nem traços apareceram"* (Berzelius 1835).

Existe controvérsia sobre a procedência deste material. De acordo com Hussak (1906a), a porpezita viria do estado de Goiás (*"antigamente eram os estados denominados Capitánias"*). O geólogo Pohl realmente viajou por Goiás e teria havido problema de interpretação de sua caligrafia; Berzelius teria lido "Porpez" ao invés de "Goyaz" (o nome antigo de Goiás). De acordo com Eschwege (1833), o ouro paladiado já em 1740 havia sido encontrado abundantemente em depósitos aluviais dos arredores de "Arrayas, Goyaz" (hoje o município de Arraias encontra-se no estado do Tocantins). Por outro lado, O.A. Derby (comunicação pessoal, in Dana 1892) acreditou que Porpez fosse grafia errada da mina de Pompéu (Pompeo ou Pompeio), próximo a Sabará, Minas Gerais. Hoje existe um bairro de Sabará denominado Pompéu e um município próximo com o mesmo nome [a Fazenda do Pompéu, descrita por Eschwege (p. 173, v. 2 e N. do T. 434, p. 294 e 295, v. 2) transformou-se neste município].

Uma carta escrita por Pedro Taques de Almeida para D. João de Lencastro, em 1700, em São Paulo, e publicada por Derby (1900) dá notícia dos primeiros descobrimentos de ouro por Borba Gato no distrito de Sabará, Minas Gerais, e aí se encontram referências a um metal com aspecto de prata, encontrado juntamente com ouro nas aluviões e denominado "prata". Estes dados, segundo Hussak (1906a),

referem-se, muito provavelmente, ao ouro paladiado, então desconhecido, e que também é encontrado naquela região rica em itabiritos.

Hussak (1906a) também acreditou que a liga citada por Lampadius & Plattner (1833) como composta por Au 52,95%, Pt 30,60%, Ag 9,52%, Ir 1,42% fosse, na realidade, porpezita, tendo ocorrido confusão entre Pt e Pd.

O nome porpezita foi utilizado por Gagarin & Cuomo (1949).

A expressão ouro branco foi aplicada na literatura para ouro com paládio e também para platina nativa. A primeira citação parece ter sido feita por Antonil (1711), segundo o qual o ouro branco "*é ouro ainda não bem formado*", proveniente da mina da serra de Itatiaia, próximo a Ouro Preto. Segundo Hussak (1906a), o ouro paladiado pode ser também amarelo, vermelho cobre e marrom (ver ouro preto).

Como se trata apenas de uma variedade de ouro, o uso do nome porpezita (e suas variantes) é inadequado, devendo-se referir ao mineral como "ouro paladiado" ou "ouro com paládio".

Olivo *et al.* (1994 e 1995) identificaram ouro paladiado em jacutinga da mina Cauê, Itabira, Minas Gerais (Figura 1.1), tendo obtido diversas análises pontuais por microsonda eletrônica. De acordo com Olivo & Gammons (1996), este mineral ocorre como inclusões em turmalina e quartzo; sua composição química é a seguinte (% em peso): Au 78,5 a 99, Pd 1 a 19, Cu até 4,6, Ag até 0,6, Fe até 3,2, Zn até 3.

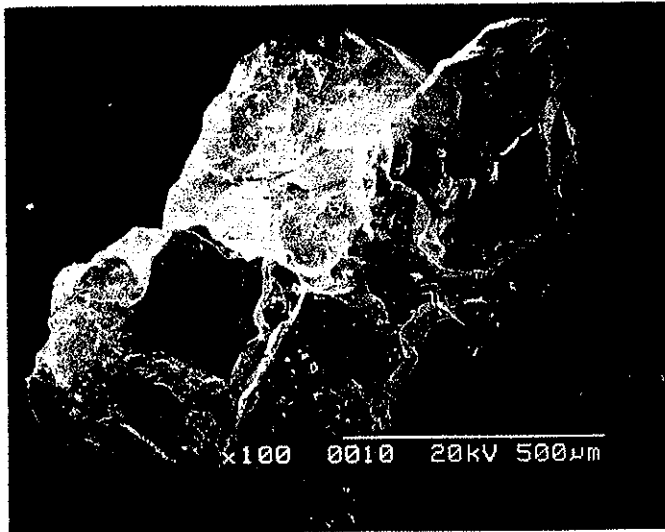


Figura 1.1. Micrografia eletrônica de varredura de grão de ouro paladiado da mina Cauê, Itabira, Minas Gerais (Olivo *et al.* 1994).

Paládio

Wollaston (1809)

Pd, cúbico

palladium, palladio

As citações a respeito da descoberta do “elemento químico paládio” e do “mineral paládio nativo” são confusas e por vezes conflitantes. A leitura dos trabalhos originais de Wollaston, entretanto, sugere a seguinte seqüência de fatos. O elemento químico paládio foi denominado por Wollaston em uma nota de rodapé anônima no trabalho de Chenevix (1803). De acordo com Frondel (1972), Wollaston já teria atribuído este nome ao elemento em 1802 em anotações de laboratório. Também segundo Frondel (1972), uma circular, impressa particularmente em 1803 por Jacob Forster, anunciava a descoberta de um novo metal denominado paládio. As amostras estudadas por Wollaston, e de onde ele isolou paládio e ródio, teriam sido adquiridas de J. Forster, colecionador e comerciante de minerais em Londres. Posteriormente, Wollaston (1804 e 1805) publicou novos dados sobre os elementos paládio e ródio e

como eles foram extraídos, ou seja separados quimicamente, da platina. Não se tratava, evidentemente, dos minerais paládio e ródio. A procedência das amostras de platina não foi mencionada, mas, segundo Frondel (1972), as amostras de platina seriam provenientes da América do Sul.

No trabalho de Wollaston (1809), são descritas novas amostras, desta vez recebidas, segundo ele, de minas de ouro do Brasil, pelo embaixador da corte de Portugal, Souza Coutinho. Neste artigo, Wollaston compara as novas amostras com as do “Peru”, insinuando que as anteriormente estudadas fossem do “Peru”, mais precisamente das localidades de Chocó e Santa Fé. Na época, o “Vice-reino do Peru” ocupava quase toda a América Espanhola; hoje a região de Chocó pertence à Colômbia. A ocorrência do mineral paládio nativo foi descrita pela primeira vez neste trabalho, onde Wollaston determinou como sendo deste metal, alguns grãos encontrados juntamente com outros de platina nativa. Entre os grãos de platina, Wollaston encontrou dois grãos da mesma cor e brilho, apresentando, também, estrutura fibrosa divergente, que eram, contudo, mais facilmente atacados pela água régia; além do Pd, também foi possível determinar um pouco de Pt e Ir. Pela descrição de Wollaston, Hussak (1906a), entre outros, considerou como muito provável que a amostra tenha procedido do córrego de Lages, perto de Conceição do Serro, Minas Gerais, pois só neste lugar encontra-se platina nativa com esta forma particular. Conforme Leonardos (1969 e 1970), a amostra era oriunda da Fazenda Limeira, Córrego de Lajes [rio Largos (Lajes) ou Ouro Branco], afluente do Santo Antônio, a 6,5 km de Conceição, no distrito do Morro do Pilar, Minas Gerais, onde se encontra platina juntamente com ouro e óxido negro de ferro, e também de Goiás. Em Morro do Pilar, Barbosa (1962) identificou também o mineral potarita. O hábito, segundo Cassedanne & Alves (1992) e Cassedanne *et al.* (1996) é típico de amostras do Córrego Bom Sucesso e outros córregos na região do Serro, Minas Gerais.

Segundo Hussak (1906a), o paládio nativo maciço encontra-se no Brasil nos resíduos de lavagem de jacutinga aurífera de Itabira, Minas Gerais.

Olivo & Gauthier (1995) & Olivo *et al.* (1995) identificaram paládio nativo em jacutinga da mina Cauê, Itabira, Minas Gerais (Figura 1.2), tendo apresentado o resultado de análises pontuais por microsonda eletrônica. De acordo com Olivo &

Gammons (1996), este mineral ocorre em bandas ricas em quartzo e caulinita. Os grãos são cobertos por ouro puro, e geralmente têm interiores corroídos, que são parcialmente substituídos por ouro.



Figura 1.2. Fotomicrografia de dois grãos de paládio (Pd) recobertos por ouro (Au) em filossilicato. O grão maior apresenta um núcleo de paladseíta (Ps). Mina Cauê, Itabira, Minas Gerais. (Olivo & Gauthier 1995).

Apesar de considerado como uma espécie mineral válida pela IMA, ainda falta uma descrição completa de paládio nativo na literatura. A seguir, é apresentada a descrição de paládio, baseada principalmente em propriedades de material sintético. Os dados químicos são de material natural da mina Cauê.

Ocorrência. (1) Região de Morro do Pilar – Serro, Minas Gerais (Localidade tipo). (2) Em jacutinga (= formação ferrífera, fácies óxido, contendo carbonato, tipo Lago Superior, hidrotermalmente alterada) da mina de ferro Cauê, Itabira, Minas Gerais (Lat. 19° 39' S, Long. 43° 14' W), associado com ouro e paladseíta (3) Montes Urais, Rússia. (4) Merensky Reef, Transvaal, África do Sul. (5) Chocó, Colômbia. (6) rio Potaro, Guiana.

Aparência e propriedades físicas. Comumente em grãos, às vezes com textura fibrorradiada. Raramente como octaedros {111}. Metálico; opaco; branco a cinza-azulado, traço não determinado. Dureza VHN não determinada, Mohs 4½ a 5; maleável e dúctil. Clivagem não observada; fratura não mencionada. Densidade: 11,9 g/cm³ (medida), 12,008 g/cm³ (calculada).

Propriedades ópticas. Em luz refletida: branco a cinza-azul pálido, isotrópico, sem birrefletância, pleocroísmo ausente. R: (67,8 %)540nm.

Dados químicos. Análises por microsonda eletrônica (% em peso): Pd 91,99, Au 1,98, Cu 1,31, Fe 1,31, Hg e Se não detectados, total 96,65. Fórmula empírica: Pd_{0,94}Fe_{0,03}Cu_{0,02}Au_{0,01}.

Cristalografia. Cúbico, *Fm3m*, *a* 3.8898 Å, *V* 58.85 Å³, *Z* 4. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 2,246 (100) (111), 1,945 (42) (200), 1,376 (25) (220), 1,173 (24) (311), 1,1232 (8) (222), 0,9723 (3) (400), 0,8924 (13) (331), 0,8697 (11) (420). ICDD: 5-681.

Nome. O nome paládio constitui homenagem ao planeta descoberto aproximadamente ao mesmo tempo (em 1802) pelo Dr. Olbers (Wollaston 1805), ou, segundo Ferraz (1928), esta palavra deriva do grego *palladion*, de Pallas, sobrenome de Atenas, venerado em estátua como penhor da conservação de Tróia. Como os heróis gregos falsificavam a estátua, esta tomou a designação de falso paládio. Daí o nome de paládio a esse corpo que, junto ao ouro, tornava este falso.

Material tipo. Não preservado.

Relação com espécies conhecidas. Grupo da platina.

Estrutura cristalina. Não determinada.

Sintético. Obtido originalmente por Wollaston (in Chenevix 1803).

Palladiumplatin

Hussak (1906b)

(provavelmente uma mistura)

palladian platinum, palladic platinum, platina palliada

Nome dado a variedade de platina com paládio da Fazenda do Condado, Serro, Minas Gerais. O atual córrego João Caboclo [próximo ao Córrego Bom Sucesso] corresponde ao Córrego da Ignez dos autores antigos, que mencionaram a região como Fazenda do Condado (Moraes *et al.* 1937). Cassedanne & Alves (1992) apresentaram resultados de análises químicas por via úmida de amostras do Córrego Bom Sucesso, ao lado daquelas resultantes das análises de “platina palliada” ou “Palladiumplatin”,

proveniente da Fazenda do Condado, Serro, Minas Gerais, de Hussak (1906b). Observa-se grande semelhança entre os resultados (Tabela 1.1). As amostras de Cassedanne & Alves (1992) eram poliminerálicas (Cassedanne & Cassedanne 1974), o que sugere que os resultados de Hussak (1906b) também refiram-se a mistura de fases.

Tabela 1.1 - Análises químicas por via úmida (% em peso) de amostras de "platina paladiada" de Serro, Minas Gerais (Cassedanne & Alves (1992)

	1	2	3	4	5
Pt	73,99	72,96	85,2	78,1	68,0
Pd	21,77	21,82	11,7	18,6	29,3
Ir	0,08	0,88	1,2	2,1	1,4
Os	3,14	3,92	tr.	n.d.	tr.
Fe	0,10	tr.	1,9	tr.	n.d.
Cu	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Insol.	0,92	0,42	n.d.		n.d.
Total	100,00	100,00	99,1	98,8	98,7

1 e 2: Hussak (1906b)

3 a 5: Cassedanne & Cassedanne (1974)

AgPd

Zang *et al.* (1992)

silver-palladium alloy

Uma liga de paládio e prata, com relação Pd:Ag próxima a 1 (Tabela 1.2), ocorre em laterito no depósito de ouro Bahia, Carajás, Pará, em cavidade de um nódulo de goethita e hematita. A forma angular e as protuberâncias (Figura 1.3) sugeriram para Zang *et al.* (1992) crescimento cristalino em ambiente laterítico, indicando que a liga é um mineral secundário.

Tabela 1.2 - Análises por microsonda eletrônica de liga AgPd, Mina Bahia, Serra de Carajás, Pará. Pt, Au e Hg não detectados. (Zang *et al.* 1992).

	1	2
% em peso		
Pd	49,70	49,28
Ag	49,19	49,43
Cu	0,13	0,09
Total	99,02	98,81
% em átomos		
Pd	1,010	1,004
Ag	0,986	0,993
Cu	0,004	0,003
Total	2,000	2,000

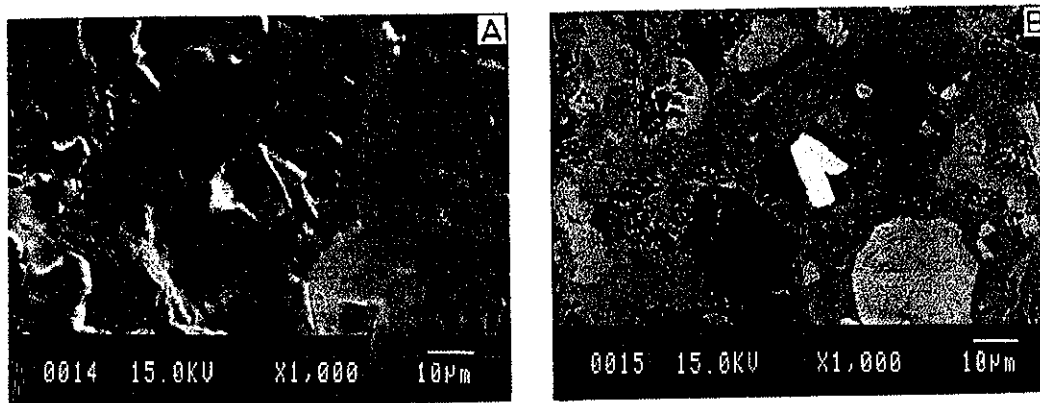


Figura 1.3. (A) Micrografia eletrônica de varredura de seção delgada polida com grãos de liga Ag-Pd (centro) em uma cavidade de nódulo de óxido de ferro. (B) Imagem de elétrons retroespalhados de (A), branco = liga Ag-Pd; cinza claro = hematita; cinza escuro = goethita; preto = cavidade. Mina Bahia, Carajás, Pará. (Zang *et al.* 1992).

Au₃Hg

Baptista & Baptista (1986)

gold amalgam, amálgama de ouro

Baptista & Baptista (1986) estudaram a amostra 6210M da coleção mineralógica do Museu Nacional do Rio de Janeiro, proveniente de Sumidouro (atualmente Padre Viegas), distrito do município de Mariana, Minas Gerais. Esta amostra é constituída por

grãos soltos, entre os quais ocorrem algumas rosetas de cristais prismáticos, hexagonais, de aspecto metálico e cor amarela pálida, e agregados microcristalinos de aspecto semelhante, os quais foram identificados por difratometria de raios X como Au_3Hg . Três padrões de difratometria de raios X foram apresentados e comparados ao de material sintético. O estudo por difratometria de raios X de um monocristal em câmara de precessão indicou simetria hexagonal, a 2,951 e c 4,810 Å. Análises espectroquímicas mostraram Au, Hg e Fe como os elementos principais, Mn, Pb e Ag como secundários, e traços de W, Zn e Cu. Associam-se stolzita, raspita, galena, mimetita ou vanadinita, um mineral do grupo do pirocloro, mercúrio metálico e piromorfita. Segundo Baptista & Baptista (1986), nada se pode afirmar, com segurança, com relação à origem do amálgama: alguns indícios apontam para formação natural, enquanto outros indicam uma possível consequência de trabalho de antigos mineradores da região.

Jambor (1989) afirmou que o mesmo mineral já havia sido descrito na China com o nome de weishanita. A fórmula da weishanita é $(Au,Ag)_3Hg_2$ e seu gráfico de difração de raios X é semelhante ao do mineral de Baptista & Baptista (1986). Como não existem dados químicos quantitativos para este mineral, é possível realmente que se trate de weishanita.

Osmirídio

Steffens (1824)

(= irídio com Os)

Iridosmina

Breithaupt (1828)

(= ósmio com Ir)

Osm-Iridium, *osmiridium*, *iridosmine*, *iridian osmium*, *Ore of Iridium*, *Iridium osmié*, *Irid-Osmin*, *natif osmium*, *ósmio nativo*, *irídio*.

É bastante confuso o uso dos nomes osmirídio e iridosmina e suas inúmeras variantes (mencionadas em Hey 1963). Hoje todos estes nomes foram abandonados oficialmente (Harris & Cabri 1991); osmirídio passou a ser considerado sinônimo de

irídio (liga com Ir predominante, cúbico) e iridosmina sinônimo de ósmio (liga com Os dominante, hexagonal). O nome ruteniridosmina foi preservado para ligas hexagonais com Ir como elemento predominante.

De acordo com Hey (1963), ligas naturais de Os e Ir são conhecidas desde o trabalho de Wollaston (1805), que aplicou o termo "Ore of Iridium", apesar de saber que ósmio era um constituinte importante, e vários autores posteriores utilizaram o termo irídio. O nome Osm-Iridium foi originalmente atribuído por Steffens (1824) a uma liga hexagonal do Brasil, então sem dados químicos quantitativos, a mesma que Haüy (1822) nomeara "Iridium osmié". Esta liga, fornecida por Wollaston [mas a amostra que Wollaston (1805) denominou "Ore of Iridium" não era do Brasil], foi posteriormente analisada por Thomson (1826), que encontrou Ir 72,9, Os 24,5, Fe 2,6%, mas teria certamente subestimado, segundo Hey (1963), o conteúdo em Os. O nome Irid-Osmin foi aplicado por Breithaupt (1827) para um material não analisado de Nizhne-Tagilsk.

De acordo com Ferraz (1928), "osmiridium" ou iridosmina acompanha as jazidas de platina e paládio, no Estado de Minas Gerais. Levy & Picot (1961) registraram a ocorrência de osmio nativo [90,8% Os, 3,7% Ir] em concentrado de platina proveniente do Brasil.

São necessários estudos adicionais sobre ósmio e irídio nativos no Brasil. Quanto ao material original, sendo hexagonal, este seria ósmio se Os predominasse, ou ruteniridosmina se Ir predominasse. Após as redefinições de Hey (1963), a ocorrência tipo de iridosmina era tida como "Brasil" e a de osmirídio era considerada Montes Urais, enquanto a do mineral ósmio é Bornéu e a de ruteniridosmina, Hokkaido, no Japão.

Tetrataenita

Clark & Scott (1980)

(amostra-tipo não é do Brasil)

tetrataenite, clear taenite

O mineral tetrataenita, FeNi tetragonal, foi descrito simultaneamente em diversos meteoritos, incluindo-se os brasileiros Santa Catarina, Avanhandava, São José do Rio Preto e Ipiranga, mas os autores definiram a tetrataenita do meteorito Estherville como espécimen-tipo. Corresponde à “clear taenite” de Taylor & Heymann (1971). (ver catarinita e arupita).

Catarinita

Meunier (1884)

(= mistura)

catarinite, Catarinit, catharinita

Nome dado ao “fer meteorique” de Santa Catarina (Santa Catharina), encontrado em 1875, no Morro do Rocio, São Francisco do Sul, Santa Catarina. Baseado em análises químicas de Damour (1877) [Fe 63,69; Ni 33,97; Co 1,48; P 0,05; S 0,16; C 0,20; Si 0,01; Total 99,56], Meunier (1884) assumiu a fórmula Fe_2Ni e atribuiu o nome “catarinite”. De acordo com Damour (1877), a densidade situa-se entre 7,75 e 7,84. O nome catharinita foi utilizado por Ferraz (1928). O material analisado deve provavelmente corresponder a uma mistura entre os minerais taenita, tetrataenita, troilita e schreibersita, identificados no meteorito Santa Catarina (ver tetrataenita e arupita).

Carbonado

Tennant (1852)

(variedade de diamante)

diamante negro, diamante amorpho, carbão, carbonita, carbono, carbonato, lavrita

Diamante de cor preta ou acinzentada, maciço, de granulação fina. De acordo com Oliveira (1930), foi encontrado primeiramente no Distrito de Lavras

Diamantina, Bahia, em 1843, e posteriormente registrado também na região diamantina de Minas Gerais, entre Diamantina e Grão Mongol, Serra do Espinhaço; em Goiás, Mato Grosso e Paraná. Conforme Ferraz (1928), é chamado de lavrita no estado da Bahia. *“A designação que propusemos em 1904 [Souza Carneiro 1904], e desde logo admitida por nós na Escola Politécnica da Bahia, foi lavrita”* (Souza Carneiro 1908).

Sulfetos, selenetos, arsenietos e antimonietos

JOSEÍTA, JOSEÍTA-A e JOSEÍTA-B

A primeira menção a joseíta, de acordo com Leonardos (1973), parece ter sido a de Eschwege (1832), que referiu-se à ocorrência de telureto de bismuto, em placas tabulares de seis faces, nos veeiros auríferos do morro do Furquim, entre Mariana e São José, Minas Gerais. Eschwege não esclareceu, porém, como soube que se tratava de um telureto e quem o analisou. Parece ser o telureto de bismuto do Brasil “encontrado num calcário granular em São José, perto de Mariana” e levado pela primeira vez à França pelo naturalista Claussen, que percorreu Minas Gerais na primeira metade do século 19. Palache *et al.* (1944) trazem também a referência de Beudant (1832). Conforme Leonardos (1973), Damour descreveu-o em 1844 e o redescreveu no ano seguinte (Damour 1845a, b) com o nome de joseíta. Entretanto, isto não corresponde à realidade, pois o nome joseíta foi introduzido por Kengott (1853). Originalmente, este mineral foi confundido com “bornina” (= tetradimita) e telurobismutita. Posteriormente, vários pesquisadores ocuparam-se do mineral: Glocker (1847) [Bismuthotellurites Brasiliensis], Hausmann (1852) [Bornit], Kengott (1853) [joseite], Dufrenoy (1856) [tellure bismuthifère du Brésil], Rammelsberg (1875) [Schwefelselen-tellurwismuth] e Genth (1886), entre outros. De acordo com Ferraz (1928), ocorre nas areias “argilo-silicosas”, com mica, granadas, rutilo e ouro (8g/t) extraídas das minas de São José e São João do Morro, fronteiras ao arraial do Furquim. Seu nome deriva exatamente dessa mina de São José, próximo a Mariana, Minas Gerais.

Peacock (1941) reestudou a amostra tipo da coleção de Damour, armazenada no United States National Museum sob o código R 400, e a amostra analisada por Genth (1886), armazenada no Harvard Mineralogical Museum, sob número 94935. Ele concluiu que eram de duas espécies diferentes, a primeira, de Damour, de fórmula

$\text{Bi}_{4+x}\text{Te}_{1-x}\text{S}_2$ e a segunda, de Genth, de fórmula $\text{Bi}_{4+x}(\text{Te,Se})_{2-x}\text{S}$, com parâmetros de cela unitária ligeiramente diferentes. Um terceiro tipo de joseíta brasileira foi descrito por Garrido & Feo (1938) e confirmado por Peacock (1941) em amostra de Vernon, British Columbia, Canadá.

Thompson (1949) denominou a primeira espécie, correspondente à joseíta original, de joseíta-A, e a segunda de joseíta-B.

A partir do estudo sistemático de 24 amostras de joseíta de 13 depósitos mundiais, Zav'lyalov & Begizov (1983) concluíram que a fórmula da joseíta-A é $\text{Bi}_{4+x}\text{Te}_{1-x-y}\text{S}_{2+y}$, com $x = 0,08$ a $0,33$, e $y = -0,11$ a $0,09$. Substituições de Bi por Pb, e S por Se, são menores. Segundo eles, a fórmula da joseíta-B é $\text{Bi}_{4+x}\text{Te}_{2-x-y}\text{S}$, com $x = 0,04$ a $0,11$.

Bayliss (1991), com base em padrões de difratometria de raios X, observou ausência de ordenamento de Te e S em joseíta (-A) e joseíta-B, e também na série Bi_4S_3 - Bi_4Te_3 (ikunolita - pilsenita). Joseíta seria, então, $\text{Bi}_4(\text{S,Te})_3$, e joseíta-B, $\text{Bi}_4(\text{Te,S})_3$. Segundo ele, esta desordem é difícil de explicar, pois a maioria dos relativamente poucos espécimens estudados apresentam razões S:Te aproximadamente inteiros, o que favoreceria uma estrutura ordenada. Joseíta teria fórmula similar àquela de ikunolita com Te, e joseíta-B, similar a pilsenita com S.

De acordo com o banco de dados MINERAL, de Nickel & Nichols, a joseíta (-A) é um mineral "apadrinhado" pela IMA, ikunolita é um mineral questionável, talvez joseíta com Se, assim como joseíta-B, provavelmente pilsenita com S.

Outros nomes, (joseíta-C, joseíta-D e protojoseíta) foram introduzidos para amostras de outros países e também não têm validade perante a IMA.

A seguir, é apresentada a descrição de joseíta (-A) e, posteriormente, a de joseíta-B. Estes dados referem-se a combinação de informações sobre amostras de diversas procedências, visto que não existe descrição completa para as amostras brasileiras.

Joseíta

Kenngott (1853)

Bi_4TeS_2 , trigonal

joséite, josëite, joseite, tellure de bismuth, bornine, Bornit, tellure bismuthifère du Brésil, tellurure de bismuth du Brésil, Schwefelselen-tellurwismuth, Bismuthotellurites Brasiliensis, Tellurbismuth, Tellurwismuth, joséite-A, josëite-A, joseite-A, joseíta-A, telureto de bismuto do Brasil.

Ocorrência. Em veios auríferos que atravessam calcário, com ouro e “joseíta-B”, na mina São José, próximo a Mariana, Minas Gerais. Intercrescida com bismuto e “joseíta-B”, em Glacier Gulch, Hudson Bay Mountain, próximo a Smithers, British Columbia, Canadá. Em dolomito, com bismuto, bismutinita, arsenopirita e scheelita, na Serranía de Ronda, Malaga, Espanha. Em um grossulária-diopsídio-quartzo-calcita-tremolita escarnito desenvolvido entre calcário dolomítico e granito, com bismuto, bismutinita, pirrotita, chalcopirita, esfalerita e ouro, em Nagakuki, Hanawa-cho, Fukushima Prefecture, Japan (Lat. 36° 52' N, Long. 140° 33,5' E) (Kato *et al.* 1994).

Aparência e propriedades físicas. Folhas e placas, ocasionalmente limitadas por faces. A morfologia não pôde ser determinada. Brilho metálico. Opaco. Branco-galena, tendendo a branco-prata, com superfícies antigas cinza-chumbo ou iridescentes, azul-aço a preto-ferro, traço não determinado. Clivagem {0001} perfeita; fratura não descrita. Flexível, inelástico, séctil. Geminados não mencionados. D_{medida} 8,26 g/cm³ $D_{\text{calc.}}$ 8,218 g/cm³. VHN₂₅ (5 indentações) 29 a 43 kg/mm², H 2.

Propriedades ópticas. Em luz refletida, ligeiramente mais branca que a galena, com anisotropismo moderado de cinza esverdeado claro a escuro. $R_1, R_2; {}^{\text{im}}R_1, {}^{\text{im}}R_2$

[amostra de Serranía de Ronda, Malaga, Espanha]:

(53,7, 51,7; 40,8, 38,0 %)400nm, (53,9, 51,6; 40,9, 37,8 %)420nm,

(54,0, 51,6; 41,0, 37,6 %)440nm, (54,4, 51,6; 41,1, 37,4 %)460nm,

(54,5, 51,6; 41,2, 37,2 %)470nm, (54,7, 51,6; 41,2, 37,2 %)480nm,

(54,95, 51,6; 41,3, 37,05 %)500nm, (55,2, 51,6; 41,4, 36,8 %)520nm,

(55,4, 51,5; 41,45, 36,6 %)540nm, (55,4, 51,4; 41,45, 36,5 %)546nm,

(55,4, 51,3; 41,5, 36,3 %)560nm, (55,5, 51,1; 41,35, 36,0 %)580nm,

(55,5, 51,0; 41,3, 35,9 %)589nm, (55,45, 50,9; 41,3, 35,75 %)600nm,
(55,3, 50,6; 41,1, 35,45 %)620nm, (55,1, 50,3; 40,8, 35,0 %)640nm,
(54,9, 50,1; 40,6, 34,8 %)650nm, (54,8, 50,0; 40,5, 34,6 %)660nm,
(54,6, 49,7; 40,1, 34,2 %)680nm, (54,3, 49,3; 39,8, 33,9 %)700nm.

Dados químicos. Análises por microsonda eletrônica (% em peso): Bi 80,5, Pb 2,0, Te 12,2, S 6,2, Total 100,9, correspondendo a $(\text{Bi}_{3,94}\text{Pb}_{0,10})_{\Sigma 4,04}\text{Te}_{0,98}\text{S}_{1,98}$ [amostra de Glacier Gulch, Hudson Bay Mountain, próximo a Smithers, British Columbia, Canadá]. A fórmula ideal $\text{Bi}_4\text{Te}_2\text{S}_2$ requer Bi 81,34, Te 12,42, S 6,24, Total 100,00 %.

Cristalografia. Trigonal, $R\text{-}3m$, a 4,25, c 39,81 Å, V 622,94 Å³, Z 3, $c:a = 9,3655$. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 4,41 (30) (009), 3,10 (100) (107), 2,25 (80) (0.0.14), 2,13 (30) (110), 2,06 (30) (1.0.16), 1,973 (30) (0.1.17), 1,894 (30) (0.0.21), 1,752 (30) (027), 1,658 (30) (1.1.15), 1,415 (40) (1.1.21) [amostra de Glacier Gulch, Hudson Bay Mountain, próximo a Smithers, British Columbia, Canadá]. ICDD: 2-580, 12-735, 22-364 e 42-609 (nenhuma destas fichas é de amostra do Brasil).

Nome. Em referência à mina São José.

Material tipo. United States National Museum sob o código R 400 (amostra de Damour)

Relação com espécies conhecidas. Ver texto anterior e joseíta-B.

Estrutura cristalina. Não determinada.

Sintético. Não obtido.

Joseíta-B

Thompson (1949)

$\text{Bi}_4\text{Te}_2\text{S}_2$, trigonal (provavelmente pilsenita com S)

joséite-B, josëite-B, joseite-B

De acordo com Thompson (1949), a joseíta-B é idêntica a joseíta-A com relação à maioria das propriedades físicas, sendo distinguida desta por medições acuradas de sua densidade relativa.

Ocorrência. Em veios auríferos que atravessam calcário, com ouro e joseíta (-A), na mina São José, próximo a Mariana, Minas Gerais. Intercrescida com bismuto e joseíta (-A), em Glacier Gulch, Hudson Bay Mountain, próximo a Smithers, British Columbia, Canadá. Em fina camada de diopsídio-tremolita escarnito rico em galena, intercalada em quartzito de granulação média, associada a bismuto nativo, tsumoíta com Bi, pirrotita, calcopirita, esfalerita com Cd, greenockita com Mn, breithauptita, ulmannita, antimônio nativo, hessita, gustavita, membros da série homóloga da andorita contendo Bi, meneghinita, boulangerita e tetraedrita, em Tunaberg, Bergslagen, Suécia central (Dobbe 1993). Em Nagybörzsöny (Deutsch-Pilsen), Hungria.

Aparência e propriedades físicas. Folhas e placas, ocasionalmente limitadas por faces. Em Tunaberg, ocorre como inclusões anedrais de até 20 μm , mas usualmente entre 5 e 10 μm . A morfologia não pôde ser determinada. Brilho metálico. Opaco. Branco-galena, tendendo a branco-prata, com superfícies antigas cinza-chumbo ou iridescentes, azul-aço a preto-ferro, traço não determinado. Clivagem {0001} perfeita; fratura não descrita. Flexível, inelástico, séctil. Geminados não mencionados. D_{medida} 8,30 g/cm^3 $D_{\text{calc.}}$ 8,439 g/cm^3 . VHN₂₅ (5 indentações) 46,1 (35,8 a 55,8) kg/mm^2 , H 2.

Propriedades ópticas. Em luz refletida, apresenta cor acinzentada e é distintamente mais escura que o bismuto nativo, mais amarelado, com birreflectância e anisotropismo distintas a fortes. R_1 , R_2 ; ${}^{\text{im}}R_1$, ${}^{\text{im}}R_2$ [amostra de Nagybörzsöny (Deutsch-Pilsen), Hungria]:

(55,4, 54,5; 41,4, 40,5 %)400nm, (55,7, 54,5; 42,0, 40,55 %)420nm,
(56,0, 54,6; 42,8, 40,6 %)440nm, (56,5, 54,8; 43,45, 40,7 %)460nm,
(56,8, 54,9; 43,8, 40,8 %)470nm, (57,1, 55,1; 44,1, 41,0 %)480nm,
(57,8, 55,4; 44,7, 41,2 %)500nm, (58,6, 55,8; 45,4, 41,5 %)520nm,
(59,3, 56,2; 46,1, 41,9 %)540nm, (59,4, 56,25; 46,3, 41,95 %)546nm,
(59,75, 56,5; 46,7, 42,2 %)560nm, (60,2, 56,7; 47,1, 42,3 %)580nm,
(60,4, 56,7; 47,2, 42,4 %)589nm, (60,5, 56,75; 47,4, 42,4 %)600nm,
(60,6, 56,7; 47,5, 42,4 %)620nm, (60,5, 56,6; 47,35, 42,2 %)640nm,
(60,5, 56,4; 47,2, 42,1 %)650nm, (60,4, 56,3; 47,0, 41,9 %)660nm,
(60,1, 56,0; 46,7, 41,6 %)680nm, (59,8, 55,7; 46,3, 41,3 %)700nm.

Dados químicos. Análises por microsonda eletrônica (% em peso): Bi 75,1, Pb 0,6, Te 21,5, S 2,7, Total 99,9, correspondendo a $(\text{Bi}_{4,09}\text{Pb}_{0,03})_{\Sigma 4,12}\text{Te}_{1,92}\text{S}_{0,96}$ [amostra de Nagyörzsöny (Deutsch-Pilsen), Hungria]. A fórmula ideal $\text{Bi}_4\text{Te}_2\text{S}$ requer Bi 74,43, Te 22,72, S 2,85, Total 100,00 %.

Cristalografia. Trigonal, $R\text{-}3m$, a 4,34, c 40,83 Å, V 666,02 Å³, Z 3, $c:a = 9,4078$. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 4,53 (20) (009), 3,16 (100) (107), 2,30 (40) (0.1.14), 2,17 (50) (110), 1,949 (20) (0.0.21), 1,784 (30) (027), 1,570 (20) (1.1.18), 1,379 (20) (217) [amostra de São José]. ICDD: 9-435 (amostra de São José) e 42-609.

Nome. Em referência à mina São José.

Material tipo. Harvard Mineralogical Museum, número 94935 (amostra de Genth)

Relação com espécies conhecidas. Ver texto anterior e joseíta (-A).

Estrutura cristalina. Não determinada.

Sintético. Não obtido.

Chalmersita

Hussak (1902)

(= cubanita)

chalmersite

A chalmersita, originalmente confundida com millerita (Saxe-Cobourg-Gotha 1890), foi denominada por Hussak (1902, 1903, 1906c), em homenagem ao engenheiro Jorge Chalmers, superintendente da mina de Morro Velho. Apresenta-se sob a forma de agulhas, geralmente recobertas por cristais de calcopirita, estando associada também a quartzo, dolomita, pirrotita (em plaquetas) e siderita, na mina de ouro Morro Velho, Nova Lima, Minas Gerais. Posteriormente, Palache (1907) efetuou o estudo das formas cristalinas da chalmersita. A identidade entre chalmersita e cubanita, CuFe_2S_3 ortorrômbico, foi demonstrada por Kalb & Bendig (1923), Merwin *et al.* (1923) e Zenzén (1925).

OsRhAsS, RuTeAs, OsAs₅, OsRuAs

e um mineral complexo de Os-Re-As-Te-Fe-Y-Rh

Marchetto (1986, 1990)

A ocorrência destas fases foi mencionada no Depósito O'Toole, município de Fortaleza de Minas, Minas Gerais. O depósito consiste em uma lente de sulfetos de Cu, Ni e Co, hospedada por rochas ultrabásicas. Os principais sulfetos são pirrotita, pentlandita e calcopirita. Minerais da série cobaltita-gersdorffita e esfalerita são os minerais acessórios mais frequentes. Kotulskita-melonita, irarsita, sperrylita, omeiíta, osarsita, OsRhAsS, RuTeAs, OsAs₅, OsRuAs e um mineral complexo de Os-Re-As-Te-Fe-Y-Rh ocorrem como inclusões em cobaltita-gersdorffita. A segunda ocorrência mundial de ReS₂ (sem nome) foi detectada neste depósito, sendo a primeira no Complexo Stillwater, Montana, Estados Unidos (Volborth *et al.* 1986). A terceira ocorrência deste mineral foi registrada no vulcão Kudryavyi, ilha Iturup, arquipélago Kuriles (Korzhinsky *et al.* 1994). Nenhum dado adicional foi apresentado para os minerais sem nome de Fortaleza de Minas.

Seleneto de paládio e bismuto

Marchetto & Figueiredo (1991)

unnamed palladium-bismuth selenide

Um seleneto de paládio e bismuto sem nome, contendo quantidades menores de Pt e Sb, foi detectado por microsonda eletrônica em amostras da mineralização Buraco do Ouro, distrito de Cavalcante, centro-oeste de Goiás. Esta região foi primeiramente prospectada e minada para ouro pelos portugueses no período colonial (1760). Associa-se a estibiopaladinita, arsenopaladinita (ver), sperrylita e paladobismutarseneto. Estes minerais ocorrem incluídos em guanajuatita ou intercrescidos com guanajuatita e ouro. Quantidades menores de calcopirita, clausthalita e rutilo estão também presentes. Dois selenetos de paládio e bismuto, também sem nome, PdBiSe e Pd₆(Bi,Cu,Pb)₈(Se,S)₉ foram identificados no rio

Padma, em Karelia, Rússia. Posteriormente, o primeiro mineral recebeu o nome de padmaíta (Polekhovskiy *et al.* 1991), tendo sido aprovado pela CNMNM - IMA. Como Marchetto & Figueiredo (1991) não apresentaram dados químicos quantitativos, nem outros dados, não é possível saber se o mineral de Cavalcante equivale a um destes minerais russos.

ARSENOPALADINITA, ATHENEÍTA, ISOMERTIEÍTA E PALADSEÍTA

Uma amostra de concentrados residuais dos trabalhos de lavagem do ouro na mina Cauê, Itabira, Minas Gerais foi coletada por Sanders e incorporada ao British Museum (Natural History) sob o código BM 1934,72. A partir desta amostra Hey (1955) definiu o mineral novo arsenopaladinita. Após novas investigações, Clark *et al.* (1974) redefiniram arsenopaladinita e definiram atheneíta e isomertieíta, além de mencionarem a presença de um seleneto de paládio, depois descrito como paladseíta (Davis *et al.* 1977). Identificaram ainda ouro nativo, um óxido de Pd e Hg (paladinita), uma liga Pd-Hg-Au, hematita, quartzo e produtos de oxidação superficial. Davis *et al.* (1977), por sua vez, identificaram dois óxidos de Pd contendo Cu isotrópicos, inclusos na paladseíta. Cabri (1981) adicionou porpezita (= ouro paladiado), mertieíta II, temagamita, estibiopaladinita e paladoarseneto à lista de minerais da amostra. Cabri *et al.* (1977) e Clark & Criddle (1982) atribuíram novas fórmulas a arsenopaladinita e isomertieíta, respectivamente, a partir de estudos da mesma amostra. Jedwab (1995) e Jedwab & Cassedanne (1998) identificaram um grupo de compostos de Pt-Pd-Au-Cu-Fe-Mn contendo oxigênio, coexistindo com óxidos e hidróxidos triviais de Fe e/ou Mn, correspondendo a "ouro preto". Assim sendo, esta é uma amostra muito produtiva.

Arsenopaladinita

Hey (1955)

$\text{Pd}_8(\text{As,Sb})_3$, triclínico

arsenopalladinite

A primeira citação do nome arsenopaladinita apareceu em Hey (1955) como uma comunicação pessoal de Bannister e a menção de um trabalho de “Bannister, Claringbull & Hey, 1955”, o qual aparentemente nunca foi publicado. Segundo Hey (1955), uma análise não publicada, obtida por ele, estabeleceu a existência de um mineral de composição Pd_3As . Posteriormente, em 7 de junho de 1956, um trabalho sobre a arsenopaladinita foi apresentado por Claringbull & Hey em encontro da Mineralogical Society e seu resumo foi publicado no Mineralogical Abstracts (Claringbull & Hey 1957). Segundo eles, pequenos cristais selecionados de concentrados de lavagem em Itabira, Minas Gerais, apresentam composição Pd 79,8 e As 19,2 % em peso. Um estudo de cristal único por difração de raios X resultou em cela unitária hexagonal com a 6,80, c 3,48 Å, Z 2, grupo espacial $P6/mmm$, assumindo simetria holoedra, sobreposta por um tipo incomum de superestrutura. Clark *et al.* (1974) concluíram que na amostra estudada por Claringbull & Hey (1957), tida como monominerálica, existiam na verdade diversos minerais e redefiniram a arsenopaladinita, com aprovação pela CNMNM – IMA, como $\text{Pd}_5(\text{As,Sb})_2$ triclínico. Este era o mineral predominante na amostra. O mineral hexagonal, a partir do qual foram obtidos os dados cristalográficos por Claringbull & Hey (1957) recebeu o nome de atheneíta [(Pd,Hg)₃As (ver)]. Cabri *et al.* (1977) verificaram que a fórmula correta da arsenopaladinita é $\text{Pd}_8(\text{As,Sb})_3$.

Ocorrência. Em concentrados residuais dos trabalhos de lavagem do ouro da mina Cauê, em Itabira, Minas Gerais (Lat. 19° 39' S, Long. 43° 14' W). Estes concentrados são provenientes de jacutinga (formação ferrífera, fácies óxido, contendo carbonato, tipo Lago Superior, alterada hidrotermalmente) rica em ouro. Minerais associados são atheneíta, isomertieíta e paladseíta. Uma cobertura no mineral contém aproximadamente PdO 90, HgO 10% em peso, podendo tratar-se de uma variedade

com mercúrio da até agora duvidosa espécie paladinita (ver). Apresenta grãos arredondados de hematita como inclusões. Descrita em concentrados de minerais pesados provenientes de norito, gabro e anortosito do Complexo Stillwater, Montana, Estados Unidos. Também em Merensky Reef, Transvaal, África do Sul.

Aparência e propriedades físicas. Grãos de 0,3 a 1,8 mm, apresentando raramente intercrescimento com atheneíta ou isomertieíta. A morfologia não pôde ser determinada. Brilho metálico. Opaco. Traço não determinado. Clivagem não observada, fratura não mencionada. Geminação polissintética complexa. D_{medida} 10,4 g/cm³ $D_{calc.}$ 11,02 g/cm³. VHN₁₀₀ (10 grãos) 407 (379-449). H 4. Tenacidade não mencionada.

Propriedades ópticas. Em luz refletida, apresenta anisotropismo forte, fraca birreflectância e pleocroísmo ausente. Branca, com tonalidade amarelada creme. Sob luz polarizada, o mineral não se extingue, apresentando cores vivas de anisotropia de vermelho e marrom dourado a azul e cinza azulado em ar e marrom-cáqui a cinza azulado e cinza aço intenso em óleo. $R_1, R_2; {}^{im}R_1, {}^{im}R_2$:

(43,9, 44,5; 30,3, 30,8 %)400nm, (44,7, 45,75; 31,4, 32,1 %)420nm,
(45,7, 46,5; 32,6, 33,3 %)440nm, (46,8, 47,8; 33,9, 34,7 %)460nm,
(47,4, 48,5; 34,4, 35,5 %)470nm, (48,1, 49,4; 35,1, 36,2 %)480nm,
(49,4, 50,85; 36,4, 37,9 %)500nm, (50,75, 52,4; 37,9, 39,5 %)520nm,
(52,1, 53,9; 39,3, 41,1 %)540nm, (52,5, 54,3; 39,7, 41,5 %)546nm,
(53,2, 55,1; 40,6, 42,35 %)560nm, (54,4, 56,4; 41,8, 43,6 %)580nm,
(54,9, 56,8; 42,4, 44,2 %)589nm, (55,4, 57,3; 42,8, 44,7 %)600nm,
(56,4, 58,1; 43,9, 45,6 %)620nm, (57,0, 58,8; 44,6, 46,3 %)640nm,
(57,4, 59,0; 44,9, 46,5 %)650nm, (57,7, 59,2; 45,25, 46,7 %)660nm,
(58,2, 59,8; 45,8, 47,2 %)680nm, (58,85, 60,0; 46,35, 47,6 %)700nm.

Dados químicos. Análises por microsonda eletrônica (% em peso), média de 13 grãos: Pd 77,56, As 17,08, Sb 5,15, Total 99,79, correspondendo a $Pd_{8,02}(As_{2,51}Sb_{0,47})_{\Sigma 2,98}$. A fórmula ideal $Pd_8(As,Sb)_3$, com As:Sb 5:1 requer Pd 77,42, As 17,04, Sb 5,54, Total 100,00 %.

Crystalografia. Triclínico, $P1$ ou $P-1$, a 7,43, b 13,95, c 7,35 Å, α 92.88, β 119.50, γ 87.85°, V 662,14 Å³, Z 4, $a:b:c = 0.5326:1:0.5269$. Reflexões mais fortes no

padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 2,34 (60) (-213), 2,28 (20) (122), 2,19 (20) (-251), 2,13 (100) (003), 1,41 (40) (-291), 1,39 (20) (-1-15), 1,24 (30) (-1.11.0) e 1,21 (30) (-623). ICDD: 29-959

Nome. Em analogia com estibiopaladinita, descrita poucos anos antes.

Material tipo. British Museum (Natural History) BM 1934,72

Relação com espécies conhecidas. Grupo da arsenopaladinita. Stillwaterita é Pd₈As₃ hexagonal.

Estrutura cristalina. Não determinada.

Sintético. Não obtido.

Atheneíta

Clark *et al.* (1974)

(Pd,Hg)₃As, hexagonal

Aprovado CNMNM-IMA 73-50

atheneíte, atheneite, atenasita

Ocorrência. Em concentrados residuais dos trabalhos de lavagem do ouro da mina Cauê, em Itabira, Minas Gerais (Lat. 19° 39' S, Long. 43° 14' W). Estes concentrados são provenientes de jacutinga (formação ferrífera, fácies óxido, contendo carbonato, tipo Lago Superior, alterada hidrotermalmente) rica em ouro. Minerais associados são arsenopaladinita, isomertieíta e paladseíta. Apresenta grãos arredondados de hematita como inclusões. Originalmente, pensou-se que estes concentrados contivessem apenas arsenopaladinita. O grão utilizado para estudo de estrutura cristalina da arsenopaladinita era em realidade de atheneíta.

Aparência e propriedades físicas. Grãos de até 0,5 mm, contendo apenas atheneíta monocristalina e não geminada, ou representando intercrescimento de arsenopaladinita com atheneíta. A morfologia não pôde ser determinada. Geminção não mencionada. Brilho metálico. Opaco. Traço não determinado. Clivagem não observada, fratura não mencionada. D_{medida} 10,2 g/cm³ $D_{calc.}$ 10,16 g/cm³. VHN₁₀₀ (2 grãos) 431 (419-442). H 5. Tenacidade não mencionada

Propriedades ópticas. Branca, com tonalidade amarelada creme, ligeiramente azulada quando comparada com arsenopaladinita. Em luz refletida, apresenta anisotropismo forte, sem birrefletância, pleocroísmo ausente em ar, muito fraco em óleo, com cores de branco-amarelo pálido a branco-cinza azulado. Sob luz polarizada, o mineral não se extingue, apresentando cores de anisotropia de marrom-púrpura a cinza escuro. $R_1, R_2; {}^{im}R_1, {}^{im}R_2$:

(46,1, 48,3; 32,9, 35,05 %)400nm, (47,4, 49,75; 34,3, 36,6 %)420nm,
(48,5, 50,9; 35,6, 38,0 %)440nm, (49,7, 52,35; 36,6, 39,2 %)460nm,
(50,3, 53,0; 37,0, 39,9 %)470nm, (50,8, 53,6; 37,7, 40,5 %)480nm,
(51,9, 54,8; 38,7, 41,6 %)500nm, (53,0, 55,85; 39,9, 42,7 %)520nm,
(54,0, 56,7; 40,9, 43,6 %)540nm, (54,3, 56,9; 41,2, 43,8 %)546nm,
(54,8, 57,3; 41,8, 44,25 %)560nm, (55,7, 57,85; 42,75, 44,8 %)580nm,
(56,0, 58,0; 43,1, 45,0 %)589nm, (56,45, 58,3; 43,5, 45,2 %)600nm,
(57,0, 58,5; 44,1, 45,5 %)620nm, (57,4, 58,6; 44,5, 45,6 %)640nm,
(57,5, 58,7; 44,7, 45,7 %)650nm, (57,6, 58,7; 44,75, 45,7 %)660nm,
(57,9, 59,0; 44,9, 45,7 %)680nm, (58,2, 59,1; 45,2, 45,8 %)700nm.

Dados químicos. Análises por microsonda eletrônica (% em peso) em dois grãos:

Grão 1: Pd 66,0, Cu 0,1, Hg 14,9, Au 0,5, As 19,0, Sb 0,1, Total 100,6.

Grão 2: Pd 65,6, Cu 0,1, Hg 16,1, Au 0,3, As 19,0, Sb 0,3, Total 101,4.

Média: Pd 65,8, Cu 0,1, Hg 15,5, Au 0,4, As 19,0, Sb 0,2, Total 101,0, correspondendo a $(Pd_{2,65}Hg_{0,33}Cu_{0,01})_{\Sigma 2,99}(As_{1,00}Sb_{0,01})_{\Sigma 1,01}$. A fórmula ideal Pd_3As requer Pd 80,99, As 19,01, Total 100,00 %.

Cristalografia. Hexagonal, $P6/mmm$. a 6,798(1), c 3,483(1) Å, V 139,36 Å³, Z 2, $c:a = 0,5123$. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X [d em Å (I) (hkl)]: 2,423 (100) (111), 2,246 (90) (201), 2,221 (60) (210), 1,871 (70) (211), 1,371 (80) (212), 1,302 (80) (302), 1,286 (60) (410), 1,259 (80) (321), 1,205 (60) (411), 1,034 (70) (412). ICDD: 26-889.

Nome. de Pallas Athene (deusa grega), em referência oblíqua ao conteúdo em Pd. Branco (1979) traduziu este nome como atenasita.

Material tipo. British Museum (Natural History) BM 1934,72

Relação com espécies conhecidas. Grupo da arsenopaladinita.

Estrutura cristalina. Não determinada.

Sintético. Não obtido.

Isomertieíta

Clark *et al.* (1974)

$Pd_{11}Sb_2As_2$, cúbico

Aprovado CNMNM-IMA 73-57

isomertieite

Ocorrência. Em concentrados residuais dos trabalhos de lavagem do ouro da mina Cauê, em Itabira, Minas Gerais (Lat. 19° 39' S, Long. 43° 14' W). Estes concentrados são provenientes de jacutinga (formação ferrífera, fácies óxido, contendo carbonato, tipo Lago Superior, alterada hidrotermalmente) rica em ouro. Minerais associados são arsenopaladinita, atheneíta e paladseíta. Em um dos grãos, intercrescido com arsenopaladinita, onde apenas isomertieíta apresenta inclusões de hematita. Em veios de calcita contendo ouro, com ouro paladiado, mertieíta-II e outros minerais em Hope's Nose, Torquay, Devon, Inglaterra (Lat. 50° 28' S, Long. 3° 28' W). Também em Lac des Iles, Ontario, Canadá, e Konttijärvi, Finlândia.

Aparência e propriedades físicas. Grãos de até 0,4 a 0,8 mm, contendo apenas isomertieíta monocristalina e não geminada, ou representando intercrescimento de arsenopaladinita com isomertieíta. A morfologia não pôde ser determinada. Amarelo claro. Traço não determinado. Brilho metálico. Opaco. Clivagem não observada, fratura não mencionada. Geminção não mencionada. D_{calc} . 10,33 g/cm³. VHN₁₀₀ 592 (585-598). H 5½. Tenacidade não mencionada.

Propriedades ópticas. Notadamente mais amarelada quando comparada com arsenopaladinita. Em luz refletida, branco-amarelado claro. Isótropo ou ligeiramente anisótropo. 3 dos 5 grãos estudados apresentam anisotropia em tons de marrom fosco, mais brilhante em óleo. Sem birreflectância, pleocroísmo ausente. R; ^{im}R:

(42,8; 29,4 %)400nm, (43,2; 30,0 %)420nm,

(44,05; 31,0 %)440nm, (45,5; 32,4 %)460nm,

(46,4; 33,3 %)470nm, (47,3; 34,3 %)480nm,
(49,4; 36,4 %)500nm, (51,5; 38,5 %)520nm,
(53,5; 40,5 %)540nm, (54,0; 40,9 %)546nm,
(54,95; 42,1 %)560nm, (56,2; 43,3 %)580nm,
(56,8; 43,95 %)589nm, (57,35; 44,55 %)600nm,
(58,4; 45,65 %)620nm, (59,2; 46,4 %)640nm,
(59,45; 46,65 %)650nm, (59,7; 47,0 %)660nm,
(60,2; 47,45 %)680nm, (60,7; 47,9 %)700nm.

Dados químicos. Análises por microsonda eletrônica (% em peso) (média de 14 análises): Pd 72,53, Au 0,37, Cu 1,08, Sb 14,61, As 10,42, Total 99,01, correspondendo a $(\text{Pd}_{10,66}\text{Cu}_{0,27}\text{Au}_{0,03})_{\Sigma 10,96}(\text{As}_{2,17}\text{Sb}_{1,88})_{\Sigma 4,05}$. Estes dados são de Clark & Criddle (1982), onde a fórmula $\text{Pd}_{11}\text{Sb}_2\text{As}_2$ é apresentada, ligeiramente diferente daquela do trabalho original, $(\text{Pd,Cu})_5(\text{Sb,As})_2$. A fórmula ideal $\text{Pd}_{11}\text{As}_2\text{Sb}_2$ requer Pd 74,85, As 9,58, Sb 15,57, Total 100,00 %.

Cristalografia. Cúbico, $Fd\bar{3}m$. a 12,283(1) Å, V 1.853,16 Å³, Z 16. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X [d em Å (I) (hkl)]: 2.356 (90) (511), 2.167 (100) (440), 1.533 (70) (800), 1.446 (60) (660), 1.287 (60) (931), 1.253 (70) (844), 1.234 (60) (933), 1.188 (70) (951), 1.182 (60) (10.2.2), 1.086 (60) (880). ICDD: 26-833 (as fichas 17-221 e 29-958 referem-se, provavelmente, a minerais diferentes).

Nome. Em alusão à sua relação composicional com mertieíta. Os minerais guanglinita e fengluanita têm sido considerado como isomertieíta, mas estudos adicionais são necessários.

Material tipo. British Museum (Natural History) BM 1934,72.

Relação com espécies conhecidas. Grupo da arsenopaladinita, quimicamente similar a mertieíta.

Estrutura cristalina: Não determinada.

Sintético. $\text{Pd}_{11}\text{Sb}_2\text{As}_2$. Cabri (1980).

Paladseíta

Davis *et al.* (1977)

Pd₁₇Se₁₅, cúbico

Aprovado CNMNM-IMA 75-027

palladseite, palladseite

Ocorrência. Em concentrados residuais dos trabalhos de lavagem do ouro da mina Cauê, em Itabira, Minas Gerais (Lat. 19° 39' S, Long. 43° 14' W). Estes concentrados são provenientes de jacutinga (formação ferrífera, fácies óxido, contendo carbonato, tipo Lago Superior, alterada hidrotermalmente) rica em ouro. Minerais associados são arsenopaladinita, isomertieíta e atheneíta. Apresenta inclusões de óxido de paládio contendo cobre, isotrópico, não identificado (provavelmente não é paladinita, que é tetragonal) (ver).

Aparência e propriedades físicas. Grãos individuais de até 0,5 mm. A morfologia não pôde ser determinada. Branco. Traço não determinado. Brilho metálico. Opaco. Geminação não observada. Clivagem não observada, fratura não mencionada. D_{medida} 8,30 g/cm³ (sintético) $D_{calc.}$ 8,15 g/cm³ (natural). $D_{calc.}$ 8,33 g/cm³ (sintético). VHN₁₀₀ 414 (390-437) kg/mm². H 4½ a 5.

Propriedades ópticas. Em luz refletida, é isotrópica. Branca no ar e em luz plano polarizada, cinza muito claro em óleo. Sem birrefletância, pleocroísmo ausente. R;
 n_R :

(42,35; 28,6 %)400nm, (42,8; 29,0 %)420nm,
(43,3; 29,4 %)440nm, (43,8; 29,8 %)460nm,
(44,0; 30,0 %)470nm, (44,3; 30,2 %)480nm,
(44,8; 30,6 %)500nm, (45,4; 31,1 %)520nm,
(45,7; 31,35 %)540nm, (45,75; 31,4 %)546nm,
(45,8; 31,4 %)560nm, (45,7; 31,3 %)580nm,
(45,7; 31,3 %)589nm, (45,65; 31,2 %)600nm,
(45,65; 31,2 %)620nm, (45,65; 31,3 %)640nm,
(45,65; 31,3 %)650nm, (45,7; 31,4 %)660nm,
(45,85; 31,5 %)680nm, (46,2; 31,8 %)700nm.

Dados químicos. Análises por microsonda eletrônica (% em peso) em três grãos:

Grão 1: Pd 55,77, Pt 0,00, Cu 3,99, Hg 1,66, Se 38,59, Total 100,01.

Grão 2: Pd 55,13, Pt 0,39, Cu 4,33, Hg 1,24, Se 39,38, Total 100,47.

Grão 3: Pd 55,47, Pt 0,04, Cu 3,89, Hg 1,68, Se 38,97, Total 100,05.

Média: Pd 55,46, Pt 0,14, Cu 4,07, Hg 1,53, Se 38,98, Total 100,18 %. Fórmula empírica: $(\text{Pd}_{15,34}\text{Cu}_{1,88}\text{Hg}_{0,22}\text{Pt}_{0,01})_{\Sigma 17,45}\text{Se}_{14,53}$. A fórmula ideal $\text{Pd}_{17}\text{Se}_{15}$ requer Pd 60,43, Se 39,57, Total 100,00 %.

Cristalografia. Cúbico, $Pm\bar{3}m$. a 10,635(2) Å, V 1.202,85 Å³, Z 2. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 2,827 (95) (321), 2,563 (85) (410), 2,426 (85) (331), 2,037 (85) (333), 1,870 (100) (440), 1,715 (85) (611), 1,295 (75) (733), 1,284 (75) (820), 1,248 (75) (660), 1,232 (75) (750). ICDD: 11-508 (sintético); 29-1437 (sintético, calculado); 30-883 (sintético).

Nome. Em referência à composição química: PALADio SEleneto.

Material tipo. British Museum (Natural History) BM 1934,72.

Relação com espécies conhecidas. Grupo da teluropaladinita.

Estrutura cristalina. Não determinada.

Sintético. Várias referências em Davis *et al.* (1977) e fichas ICDD.

Capítulo 3

Haletos

Pd₂FeI

Milliotti & Stumpfl (1996)

Esta fase ocorre na borda de um grão de liga Pt-Fe em goethita no interior de cromita de Niquelândia, Goiás. Apresenta forma irregular e aproximadamente 10 µm de comprimento e 2 a 3 µm de largura. É anisótropa, com baixa reflectância, comparável à da goethita. Análises semi-quantitativas por microsonda eletrônica mostraram grande variação em Pd (50 a 67% em peso) e Fe (7 a 13% em peso), e a melhor fórmula composicional obtida foi $(Pd_{1,96}Pt_{0,04})_{\Sigma 2,00}(Fe_{0,88}Cu_{0,12}Ni_{0,04})_{\Sigma 1,04}I_{0,92}$, que se aproxima de Pd₂FeI. A ampla variação composicional obtida em um único grão pode ser atribuída a processos mineralizantes ligados à laterização. A coexistência de liga de Pt-Fe e esta fase sugere, segundo Milliotti & Stumpfl (1996), a mobilização de elementos do grupo da platina como complexo iodado nos fluidos de alteração, bem como a origem supérgena de ligas de Pt-Fe. (ver RuO₄ e óxidos e hidróxidos de Ru e Ir)

Capítulo 4

Óxidos

Paladinita

Shepard (1857)

(provavelmente uma espécie válida)

palladinite, palladite, Palladiumoxydul, Palladiumocker, palladium-ochre, palladinita, ocre de paládio, óxido de paládio e cobre

Este nome foi introduzido para o composto PdO, que ocorreria em Gongo Soco, Barão de Cocais, Minas Gerais. Entretanto, o material original analisado por Johnson & Lampadius (1837), de acordo com suas análises, era “*um composto oxidado de paládio [Palladoxydat] rico em ferro, provavelmente um óxido*”. Rammelsberg (1847) fez a citação deste resultado como: “*Palladiumoxydul. De acordo com os dados de Johnson & Lampadius, este composto parece acompanhar o ouro paladiado brasileiro, e mais precisamente, estando misturado com óxido de ferro, forma uma crosta de ocre marrom que é solúvel em ácido clorídrico.*” De acordo com Jedwab & Cassedanne (1998), observa-se aqui a introdução de duas declarações nem discutidas nem apoiadas pelo trabalho original:

- a) a existência de um óxido definido de paládio (“oxydul” era então usado para protóxido) apresentada como um fato definitivo.
- b) o óxido de paládio estando em uma mistura com um óxido de ferro mineralogicamente separado.

Shepard (1852) descreveu “palladium-ochre” da seguinte forma: “*Ocorre em massas esféricas, com estrutura fibrosa, radiada. Cor amarelada, ou branco-acinzentada. Ao maçarico reage como ácido telúrico. Encontrado muito raramente em Fauberg e Zalatna, em Siebenburg [Fata Bii (Facebáj or Facebánya), próximo a Zlatna, Transilvânia, Romênia]*”, sem nenhuma referência ao trabalho de Johnson & Lampadius (1837). Todas estas informações são erradas, segundo Jedwab &

Cassedanne (1998). Elas pertencem ao mineral telurita, inclusive a localidade tipo. Shepard (1857) deu o nome de paladinita ao “palladium-ochre”. Adam (1869) forneceu a referência correta, mas acrescentou a fórmula química PdO, desconsiderando o ferro presente.

Dana (1857) deve ser parabenizado, de acordo com Jedwab & Cassedanne (1998), pelo cuidado notável na sua citação: “*Palladium Ochre - O ocre de paládio, que ainda tem uma existência duvidosa, é chamado paladinita por Shepard*”, mas sua posição tornou-se menos crítica em 1858: “*Uma substância ocre marrom associada com o ouro paladiado de Brasil foi considerada um ocre ou óxido de paládio. É solúvel em ácido muriático. Descoberto por Johnson e Lampadius*”.

Vernadsky (1914) usou o nome “palladite” para este mineral.

O composto de Johnson & Lampadius (1837) parece ter sido verificado novamente em Gongo Soco por Cabral *et al.* (1998), segundo os quais, “*uma intrigante cobertura escura rica em paládio e ferro ao redor dos grãos de ouro sugere algum estágio de enriquecimento tardio em paládio*”. (ver ouro preto e compostos de Pt-Pd-Au-Cu-Fe-Mn contendo oxigênio)

Segundo Jedwab & Cassedanne (1998), sabe-se que PdO realmente existe em Itabira, Minas Gerais (Clark *et al.* 1974, Jedwab *et al.* 1993, Olivo & Gauthier 1995), com um padrão de difração de raios X tetragonal e composição estequiométrica, mas este não é o composto estudado por Johnson & Lampadius (1837).

Paladinita (PdO tetragonal) foi identificada em concentrado residual dos trabalhos de lavagem do ouro da mina Cauê, em Itabira, Minas Gerais [amostra BM 1934, 72, coletada por Sanders, e armazenada no British Museum (Natural History)]. A partir deste mesmo concentrado, foram descritos os minerais novos arsenopaladinita (ver), atheneíta (ver), isomertieíta (ver) e paladseíta (ver).

Clark *et al.* (1974) observaram picos de PdO no padrão de difratometria de raios X da atheneíta. Em adição, descreveram um mineral constituindo película de cor cinza, baixa reflectância (da mesma ordem que a da hematita), fortemente anisótropo sob polarizadores cruzados, associado a hematita. Esta fase também ocorre como uma película superficial sobre grãos de arsenopaladinita, a qual substitui e penetra na forma de placas como cunhas, orientadas paralelamente. É proporcionalmente um

constituente menor. Clark *et al.* (1974) obtiveram aproximadamente 90% PdO e 10% HgO, concluído ser provavelmente uma variedade de paladinita contendo mercúrio.

Jedwab *et al.* (1993) propuseram informalmente que, devido à ausência de amostras de paladinita de Gongo Soco, uma nova ocorrência tipo fosse definida como Itabira, Minas Gerais. Segundo eles, grãos não polidos apresentam cor preta, enquanto os polidos são cinza escuros, sem reflexões internas. A formação de paladinita resulta da oxidação de arsenietos e antimonietos (arsenopaladinita e isomertieíta) e selenetos (paladseíta), que ainda são observados como relictos na paladinita. Os selenetos de paládio são muito mais alteráveis que arsenietos e antimonietos, e o ouro paladiado (ver) é menos propenso a alteração. Outra ocorrência foi mencionada pelos mesmos autores em Ruwe, Shaba, Zaire.

Dados adicionais foram obtidos para paladinita (“óxido de paládio e cobre”) a partir de amostras de rochas (jacutinga) da Mina Cauê por Olivo *et al.* (1994 e 1995), Olivo & Gauthier (1995) e Olivo & Gammons (1996). Segundo Olivo & Gauthier (1995), em luz plano-polarizada, em ar ou imersão em óleo, os grãos são cinza médio a escuro (mais escuros que a hematita), ligeiramente anisótipos e sem reflexões internas. Os grãos são euedrais, finamente zonados, cobertos por filmes de ouro, e comumente não excedem 100µm (Figura 4.1). O zoneamento é caracterizado pela alternância de áreas escuras (alta relação Pd/Cu) e claras (baixa relação Pd/Cu). O conteúdo em Hg é alto nos núcleos (até 1,42%) e diminui em direção às bordas (Hg<0,1%). O conteúdo em Se e Sb é baixo (<0,1%) e varia independentemente da coloração da banda ou posição (núcleo ou borda) no grão. 19 análises químicas pontuais foram apresentadas por Olivo & Gauthier (1995), enquanto Olivo *et al.* (1995) apresentaram médias para bandas escuras e claras (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Análises por microsonda eletrônica de paladinita, Mina Cauê, Itabira, Minas Gerais. Os valores são médias de duas análises (Olivo *et al.* 1995)

	Bandas escuras	Bandas claras
% em peso		
PdO	93,06	89,13
CuO	4,99	6,90
HgO	0,26	1,13
AuO	0,44	0,31
Fe ₂ O ₃	1,19	0,82
SeO ₂	0,08	0,03
Sb ₂ O ₅	0,04	0,04
Total	100,06	98,36
% em átomos		
Pd	77,04	74,31
Cu	3,77	5,21
Hg	0,23	1,00
Au	0,40	0,36
Fe	0,79	0,46
Se	0,06	0,02
Sb	0,02	0,03
Pd/Cu	20,44	14,26

Ainda inexistente descrição completa de paladinita na literatura, mas segundo Jedwab & Cassedanne (1998), este mineral “*está em processo de revalidação*”.



Figura 4.1. Paladinita (PdO) com ouro (Au) e hematita (He) da mina Cauê, Itabira, Minas Gerais. Os números representam pontos onde foram obtidos dados químicos. Imagens de eletrons retroespalhados. (Olivo & Gauthier 1995).

Óxidos de paládio contendo cobre, isotrópicos

Davis *et al.* (1977)

Em concentrado residual dos trabalhos de lavagem do ouro da mina Cauê, em Itabira, Minas Gerais [amostra BM 1934, 72, coletada por Sanders, e armazenada no British Museum (Natural History)], Davis *et al.* (1977) observaram inclusões em paladseíta de dois minerais de refletividade mais baixa que ela, isotrópicos, de contornos quadrados e cantos arredondados. A primeira fase, de refletividade inferior, inclui núcleos retangulares da fase de refletividade superior. Ambos são óxidos de paládio contendo cobre. Por serem isotrópicos, provavelmente não são paladinita, que é tetragonal. Óxidos de Cu e Pd (Cu_2PdO_3 e $\text{Cu}_5\text{Pd}_2\text{O}_7$) foram registrados em Broken Hill, Austrália (Dennis *et al.* 1994), mas suas propriedades ópticas não foram mencionados. A ocorrência de $\text{Pd}_5(\text{Cu,As})\text{O}_3$ foi registrada em Mariana, Minas Gerais (ver).

$\text{Pd}_5(\text{Cu,As})\text{O}_3$

Varajão (1994)

Este óxido (Varajão 1994, Varajão *et al.* 1998) foi descrito em itabirito da mina de ouro Maquiné, próximo a Mariana, Minas Gerais, associado a ouro paladiado (ver), estibiopaladinita, isomertieíta (ver) e sperryllita. Ocorre como partículas

xenomórficas de até 70 µm na dimensão máxima. Análises químicas foram obtidas por microsonda eletrônica (% em peso): Pd 77,00, Cu 10,17, As 1,13, O 7,60, total 95,90. A fórmula empírica correspondente é Pd_{4,74}Cu_{1,05}As_{0,10}O_{3,11}, e a fórmula ideal, Pd₅(Cu,As)O₃.

Compostos de Pt-Pd-Au-Cu-Fe-Mn contendo oxigênio

Jedwab (1995)

Compostos marrom escuros a pretos associados com ouro nativo foram descobertos em Minas Gerais, trezentos anos atrás, e têm sido conhecidos desde então como ouro preto (ver). Estudos recentes (Jedwab 1995, Jedwab & Cassedanne 1998) de amostras da Mina Cauê, em Itabira, Minas Gerais, demonstraram que o material denominado ouro preto corresponde a um grupo de compostos de Pt-Pd-Au-Cu-Fe-Mn contendo oxigênio, coexistindo com óxidos e hidróxidos triviais de Fe e/ou Mn, visualmente indistinguíveis uns dos outros.

Compostos oxidados de Pt-Pd-Fe foram corretamente determinados por Lampadius & Plattner (1833) e Johnson & Lampadius (1837). Lampadius & Plattner (1833), estudando material da região de “Sabará ou Vila Rica”, Minas Gerais, mencionaram que a platina poderia formar, em combinação com outros elementos, “*um material pulverulento quebradiço de cor que lembra a hematita e que dificilmente pode ser diferenciado desta*”. Johnson & Lampadius (1837) descreveram material da mina de Gongo Soco, em Barão de Cocais, Minas Gerais, como “*um composto oxidado de paládio [Palladoxydat] rico em ferro, provavelmente um óxido. Temos aqui como uma novidade a primeira ocorrência de um metal relacionado com a platina no estado oxidado*”. Infelizmente, estes trabalhos foram citados erroneamente na literatura, acarretando a definição também errônea de paladinita (ver).

Nos estudos de Carvalho da Silva *et al.* (1985), Roeser *et al.* (1989, 1991 e 1992) e Roeser & Schürmann (1990) foram detectados apenas óxidos de Fe com traços de óxidos de Cr e Al. Segundo Roeser *et al.* (1992), “*na realidade, o ouro*

negro de Ouro Preto é um tipo de ouro paladiado, só que o paládio se encontra distribuído dentro do ouro e não no revestimento". (ver porpezita)

De acordo com Jedwab (1995), os compostos de Pt-Pd-Au-Cu-Fe-Mn contendo oxigênio, de cor marrom a preta, formam incrustações depositadas sobre, e incluídas em, grãos de ouro observados em concentrados de minerais pesados. Os grãos de ouro podem estar associados com paladoarseneto, paladseíta (ver), isomertieíta (ver), paladinita (ver) etc. (Figura 4.2)

A composição química destes compostos é extremamente variada, até em um mesmo grão (Tabela 4.2). Apesar da presença de oxigênio ter sido demonstrada qualitativamente nos espectros analíticos, os resultados de análises são dados apenas para os metais. O caráter não metálico dos compostos descritos foi estabelecido através da observação de sua cor e fraca refletividade RPM ou através de seu número atômico aparentemente baixo sob SEM comparado com os PGE nativos geralmente presentes nas preparações. As possíveis espécies de oxigênio, isto é, a presença de O^{2-} , OH^- e/ou H_2O , não puderam, obviamente, ser estabelecidas com os métodos utilizados.

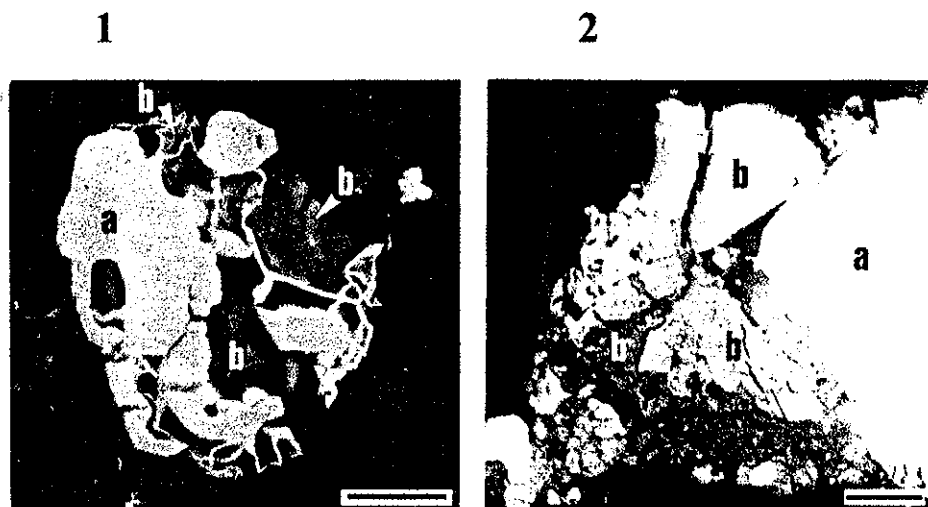


Figura 4.2 - 1) Grão formado por ouro (a) e óxidos de Pt-Fe (b) concentrados nas bordas e cavidades do ouro. 2) Ampliação de parte de outro grão de ouro (a) e de óxidos diversos (b, diferentes tons de cinza e preto). Imagens de elétrons retroespalhados. A escala corresponde a 20 μ m. As diferenças de cor refletem variações químicas (Tabela 4.2). (Jedwab 1995).

Tabela 4.2 – Análises químicas por microsonda eletrônica de compostos de Pt-Pd-Au-Cu-Fe-Mn contendo oxigênio de Itabira (oxigênio excluído). (Jedwab 1995).

	1	2	3	4	5
% em peso					
Pt	40,93	80,66	4,29	33,72	0,26
Pd	3,98	2,84	81,02	14,38	9,97
Au	0,35	1,60	n.d.	n.d.	6,03
Cu	0,76	1,30	11,52	4,29	n.d.
Mn	6,26	3,42	1,03	6,85	0,13
Fe	47,66	10,17	2,12	40,74	83,61
% em átomos					
Pt	17,05	58,04	2,15	14,04	0,08
Pd	3,04	6,23	74,30	10,96	5,90
Au	0,15	1,29	n.d.	n.d.	1,95
Cu	0,98	5,11	17,74	5,49	n.d.
Mn	9,28	8,35	1,84	10,14	0,15
Fe	69,39	25,15	3,72	59,30	91,87
Número de análises	3	3	1	1	3

1. Análises efetuadas em pontos das áreas b da Figura 4.2-1
- 2 a 4. Análises efetuadas em pontos das áreas b da Figura 4.2-2
5. Análises efetuadas em pontos não representados na Figura 4.2.

Apresentam texturas diversificadas e são amorfos aos raios X. Seu poder de reflexão (eminentemente variável) é geralmente fraco (13 a 15% a 588nm). A cor, o poder refletivo fraco, a ausência de estrutura cristalina e o alto conteúdo em Fe e Mn tornam-os visualmente indistinguíveis dos óxidos e hidróxidos triviais de Fe e/ou Mn associados.

Óxidos e hidróxidos de Ru e Ir

Milliotti & Stumpfl (1993)

Uma complexa associação de fases portadoras de Ru e Ir foi identificada por Milliotti & Stumpfl (1993) nos cromititos de Niquelândia, Goiás. Mostram reflectância muito baixa (~15%, semelhante ao espinélio), quando comparadas com os minerais do grupo da platina. Compreendem:

- a) massas irregulares cinza-amarronzado, por vezes com inclusões pequenas e disseminadas de laurita rica em irídio e ósmio nativo. Dois tipos composicionais foram determinados: Ru-Ir-Fe-Cr-Al-Ni em associação com laurita rica em irídio, e Ru-Fe-Cr-Ti-Al com ósmio nativo;
- b) pequenos cristais (até 15µm) pseudomórficos, euedrais, marrom claro, em contato direto com cromita: Ru-Ir-Fe-Cr-Al-Ni, Ru-Ir-Fe-Cr-Al e Ir-Fe-Cr-Al;
- c) franjas de alteração marrom claro em grãos de laurita, preservando sua forma original euedral: Ru-Ir-Fe-Cr, Ru-Fe-Cr-Al e Ru-Fe-Cr.

Essas fases foram interpretadas como óxidos ou hidróxidos de elementos do grupo da platina, produtos de laterização. Posteriormente, Milliotti & Stumpfl (1996) descreveram RuO₄ (ver) e Pd₂FeI (ver) nestas rochas.

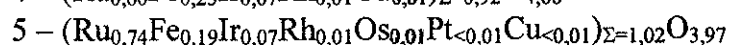
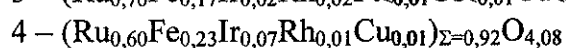
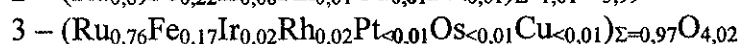
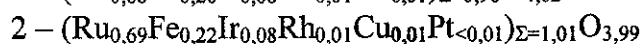
RuO₄

Milliotti & Stumpfl (1996)

Óxido de rutênio, de origem supérgena, ocorre em cromititos de Niquelândia, Goiás, como alteração em cristais de laurita contendo Os, incluídos em cromita e goethita. A espessura destas crostas de alteração varia de 1 a 5µm, dependendo do grau de alteração. O avanço da alteração é documentado por cristais pseudomórficos em cromita. Em luz refletida, o óxido de rutênio é cinza amarronzado e pode ser distinguido por sua baixa reflectância, similar a espinélio, e caráter isotrópico. A composição química aproxima-se de RuO₄, com conteúdo variável de Ru, Fe e Ir (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Análises químicas por microsonda eletrônica de óxido de rutênio. (Milliotti & Stumpfl 1996).

	1	2	3	4	5
% em peso					
Os	n.d.	0,03	1,07	n.d.	1,83
Ru	41,75	41,65	47,43	39,92	44,26
Fe	6,94	7,24	5,83	8,39	6,17
Pt	n.d.	0,66	0,10	0,01	0,04
Rh	0,74	0,56	1,39	0,65	0,98
Cu	0,53	0,54	0,27	0,57	0,16
Ir	9,60	8,94	1,98	8,88	7,48
Pd	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
O	39,31	38,26	39,97	43,16	37,54
Total	98,87	97,88	98,04	101,58	98,46
% em átomos					
Os	n.d.	0,01	0,18	n.d.	0,32
Ru	13,50	13,75	15,11	11,95	14,82
Fe	4,06	4,33	3,36	4,55	3,74
Pt	n.d.	0,11	0,02	n.d.	0,01
Rh	0,24	0,18	0,44	0,19	0,32
Cu	0,27	0,28	0,13	0,27	0,08
Ir	1,63	1,55	0,33	1,40	1,32
Pd	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
O	80,30	79,79	80,43	81,64	79,39



O Complexo Niquelândia corresponde a uma grande seqüência cumulática máfica-ultramáfica. Ampla variedade de inclusões de minerais do grupo da platina ocorre, tendo sido sugeridas três gerações por Milliotti & Stumpfl (1996): 1) cristalização magmática de laurita, erlichmanita e iridosmina (ver), aprisionadas como fases cristalinas euedrais discretas durante a nucleação da cromita; 2) cristalização magmática de irarsita e sulfetos de Ir-Pt, formados na matriz silicática após o término da cristalização de cromita; e 3) formação supérgena de RuO_4 e Pd_2FeI (ver), assim como precipitação de ligas de Pt-Fe e Os-Fe-Ir a partir de fluidos de alteração, durante

laterização da cromita. Goethita contendo elementos do grupo da platina também foram registrados. Óxidos e hidróxidos de Ru e Ir (ver) já haviam sido descritos por Milliotti & Stumpf (1993) nestas rochas.

Crisoberilo

Werner (1789), Karsten (1789)

BeAl_2O_4 , ortorrômbico

Krisoberil, chrysoberyll, chrysoberyl, cymophane, Alaunerde + Kieselërde, alumina + sílica, cimofana, chrysoberyllo, cymophana, crisólita, crisólita do Brasil, crisólita-do-brasil

De acordo com Leonardos (1970), é provável, conquanto não seguro, que seja brasileiro o crisoberilo analisado por Klaproth (1795) e que revelou: alumina, 71; sílica, 18; cal, 6; óxido de ferro, 1,5; total, 96,5% em peso. Na realidade, o crisoberilo é um aluminato de Be, mas na época o metal não havia sido ainda isolado. A gema conhecida no Brasil pelo nome de crisólita, e que Werner (1789) classificou como crisoberilo (Krisoberil), já vinha sendo obtida desde meados do século 18 nas aluviões do norte de Minas Gerais (especialmente na região de Araçuaí, antiga Calhau, Minas Gerais, segundo Leonardos 1945), juntamente com topázio incolor e azul, água-marinha, turmalina e granada. A designação crisólita foi reservada cientificamente por Romé de l'Isle (1772) para a variedade gemífera da olivina. Mas, ao que parece, tanto de l'Isle quanto Werner reviveram mal os nomes das gemas da antiguidade. A crisólita ou "pedra de ouro" de Plínio seria provavelmente o topázio, e o crisoberilo dos antigos, como o próprio nome indica, o berilo dourado. Quem primeiro analisou a "crisólita do Brasil" foi Klaproth (1795), designando-a simplesmente de Alaunerde + Kieselerde (alumina + sílica). A esse "aluminossilicato" verde-amarelado, Haüy (1798) batizou de cimofana, abandonando as designações anteriores; não obstante, o nome de crisoberilo prevaleceu. Seybert (1824) obteve análise correta do mineral (com Be). O nome crisólita-do-brasil também é aplicado para turmalina.

De acordo com Ferraz (1928), "chrysoberyllo ou cymophana" ocorre em jazidas de Minas Gerais (ribeirão do Lufa e no rio Gravatá, a NE do estado; nas

imediações de Araçuaí; no córrego do Urubu; rio Piauí, Minas Novas; Calhau, Neves e Serro), São Paulo (rio Canoas), e Espírito Santo (Colatina, rio Doce).

Inexistem informações precisas sobre área-tipo do crisoberilo, bem como um espécime-tipo e sua descrição completa.

Martita

Breithaupt (1828)

(pseudomorfo de hematita sobre magnetita)

Martit, martite, Eisenoxyd

Nome aplicado por Breithaupt (1828 e 1832) (Martit) a cristais octaédricos e dodecaédricos, antes reconhecidos por Haidinger (1827) e outros como Fe_2O_3 (Eisenoxyd) e imaginado por alguns tratar-se de dimorfo da hematita. Demonstrado ser hematita, por estudos de difratometria de raios X (Aminoff 1919). Pseudomorfos de magnetita, e talvez, em parte, de pirita (Gorceix 1880). De acordo com Leonardos (1973), Breithaupt examinou os minerais de ferro coletados por von Martius em Araçoiaba [Araçoiaba da Serra, São Paulo], Morro de Gaspar Soares [próximo ao córrego das Lajes, Conceição, Minas Gerais] e Pedra Branca, conservadas no Museu Brasileiro de Munique, e deu o nome de martita a um sesquióxido de ferro caracterizado pela forma e clivagem octaédricas e “brilho semi-metálico de ferro”. A relação organizada pela Comissão de Museus da IMA traz como ocorrência-tipo da martita “Araosaiava Itapicuru, Minas Gerais”, com a amostra tipo armazenada no museu da Technische Universität, Bergakademie Freiberg, Alemanha. De acordo com Ferreira (1885), Inficcionado (hoje Santa Rita Durão) é a localidade que forneceu as primeiras amostras de martita, descritas por Spix & Martius. Gorceix (1880) encontrou, em grande quantidade no estado de Minas Gerais, uma série de cristais, derivados da pirita, constituídos por limonita, hematita e magnetita. Estes apareciam disseminados em talco xisto nas proximidades de Ouro Preto e, segundo ele, foram formados pela transformação da pirita em limonita, mantendo a forma primitiva, sendo denominados de martita. O nome martita deriva de “mars, martis”, nome dado pelos alquimistas ao ferro.

Durante muito tempo, a martitização foi interpretada como uma transformação retro-metamórfica. Entretanto, a transformação pseudomórfica da magnetita em hematita (martita), é atualmente entendida como um processo supergênico. Varajão *et al.* (1996) demonstraram que, quando a magnetita é submetida a intensas condições de intemperismo (dissolução congruente), pode ser completamente martitizada; ou, parcialmente transformada em maghemita ou “keno-magnetita”, as quais são preferencialmente dissolvidas em relação à martita, originando, assim, esqueletos de martita, normalmente encontrados no topo dos perfis.

Senaíta

Hussak & Prior (1898)

$\text{PbMnTi}_{20}\text{O}_{38}$, trigonal.

senaite, Senait, fer titané tantalifère

Senaíta foi descrita inicialmente por Hussak & Prior (1898) nos arredores de Diamantina, Minas Gerais (Datas, rio Cipó, etc). Informações adicionais foram obtidas por Hussak & Reitinger (1903), que citaram ocorrências em Curralinho [atual Extração] e riacho das Varas, também nos arredores de Diamantina. Uma tradução (apenas da parte referente à senaíta) deste artigo de 1903 para o português, com inúmeros erros tipográficos que prejudicam o conteúdo do trabalho, é também disponível (Hussak 1920).

Senaíta foi reconhecida em conglomerados diamantíferos precambrianos, considerados como as rochas supridoras do cascalho diamantino da Serra do Espinhaço (Freise 1930). Metelo (1968) estudou amostras do Museu do DNPM, procedentes de Datas (DGM/DNPM 1651); Várgeas, Diamantina (DGM/DNPM 1653); rio Cipó, Diamantina (DGM/DNPM 1654) e Imbiruçu, Santa Quitéria (DGM/DNPM 1655).

Uma ocorrência de senaíta metamítica rica em U foi registrada (erroneamente como davidita) em Nezilovo, Macedônia, Iugoslávia (Bermanec *et al.* 1992), e outra em St. Peters Domo, El Paso County, Colorado, Estados Unidos, simultaneamente a uma variedade de senaíta rica em Zn e Na de Datas, Minas Gerais (amostra

DGM/DNPM 1651) (Foord *et al.* 1984). Cabe notar que esta última amostra já havia sido estudada por Metelo (1968).

A descoberta de senaíta em cascalhos aluviais contendo ouro e platina, próximo a Serro, Minas Gerais (Cassedanne & Cassedanne 1974) induziu a uma pesquisa visando à localização da rocha-fonte deste mineral. A primeira ocorrência *in situ* no Brasil foi, então, descrita por Cassedanne (1986) e Cassedanne & Chaves (1990), na Fazenda Guariba, na margem direita do córrego do mesmo nome, ao sulsudeste da cidade de Presidente Kubitschek, 40 km ao sul de Diamantina.

De acordo com Hussak & Reitinger (1903), a senaíta muito provavelmente foi conhecida por Damour (1856) e descrita como “fer titané tantalfère”. Segundo Hussak & Reitinger (1903), Damour atacou o mineral com ácido sulfúrico e sulfato de potássio, pelo que o chumbo precipitou como sulfato, que “*poderia ter sido tomado, por ventura, por ácido tantálico*”.

Ocorrência. Em aluviões diamantíferas de Diamantina, Datas, e arredores, Minas Gerais; em aluviões contendo ouro e platina próximo a Serro, Minas Gerais; em conglomerados diamantíferos precambrianos; e em veios de quartzo (com anatásio, caulinita, magnetita, pirita e rutilo) na Fazenda Guariba, Presidente Kubitschek. Em St. Peters Dome, Colorado, Estados Unidos, ocorre em um pequeno pegmatito, em contato com astrofilita, murataíta, xenotímio e outros minerais.

Aparência e propriedades físicas. Pelo menos quatro hábitos foram descritos para a senaíta dos veios de quartzo: romboedros pseudocúbicos, de tamanho milimétrico, com faces lisas pouco modificadas; cristais complexamente geminados; cristais em placas atingindo 1cm, comumente recobertos por rutilo acicular; cristais esponjosos, corroídos, com faces picotadas, possivelmente o tipo mais abundante. Os cristais ocorrem isolados ou em grupos. Formas {0001}, {10-11}, {20-21}, {40-41}. Cor preta, verde escura em escamas. Opaca a translúcida. Brilho fosco, sub-metálico. Uma capa de alteração marrom está presente em alguns cristais. Traço preto-amarronzado. Fratura conchoidal. D_{medida} 4,2-5,3 g/cm³ (dependendo do grau de alteração). D_{calc} 4,59 g/cm³. H 6. Não foi observada clivagem.

Propriedades ópticas. Uniaxial (-); $n \sim 2,50$ (Li). Reflectância baixa a moderada. Não pleocróica. $R_1, R_2; {}^{\text{im}}R_1, {}^{\text{im}}R_2$:

(22,7, 23,5; 8,80, 9,30 %)400nm, (21,7, 22,7; 8,16, 8,83 %)420nm,
(20,9, 22,0; 7,68, 8,35 %)440nm, (20,35, 21,4; 7,29, 7,97 %)460nm,
(20,1, 21,1; 7,10, 7,79 %)470nm, (19,8, 20,9; 6,93, 7,61 %)480nm,
(19,45, 20,5; 6,68, 7,35 %)500nm, (19,1, 20,1; 6,47, 7,14 %)520nm,
(18,75, 19,8; 6,27, 6,95 %)540nm, (18,7, 19,7; 6,23, 6,90 %)546nm,
(18,5, 19,5; 6,11, 6,78 %)560nm, (18,3, 19,3; 5,99, 6,65 %)580nm,
(18,2, 19,2; 5,92, 6,59 %)589nm, (18,1, 19,1; 5,89, 6,55 %)600nm,
(17,9, 19,0; 5,80, 6,47 %)620nm, (17,9, 18,9; 5,76, 6,41 %)640nm,
(17,8, 18,8; 5,73, 6,40 %)650nm, (17,7, 18,7; 5,70, 6,36 %)660nm,
(17,6, 18,7; 5,65, 6,33 %)680nm, (17,55, 18,6; 5,62, 6,32 %)700nm.

Dados químicos. Na Tabela 4.4, são apresentados os resultados mais completos de análises químicas da senaíta de Datas, Minas Gerais.

Tabela 4.4 – Análises químicas por microsonda eletrônica de senaíta.

% em peso	1	2	3	4	5	6	7
PbO	8,7	9,8	8,9	8,9	9,08	10,7	9,21
FeO*	(22,8)	(22,8)	(23,2)	(23,0)	-	(11,1)	8,53
ZnO	0,6	0,5	0,5	0,5	0,53	7,7	n.d.
Ce ₂ O ₃	0,6	0,5	0,6	0,7	0,60	0,2	0,07
La ₂ O ₃	0,8	0,4	0,7	0,7	0,65	0,0	0,06
Y ₂ O ₃	3,3	3,6	3,6	3,7	3,55	1,7	0,86
CaO	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
BaO	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,2	n.d.
MnO	3,0	3,4	3,5	3,4	3,33	1,9	4,08
ZrO ₂	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,09
ThO ₂	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,12
Na ₂ O	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,05	n.d.
TiO ₂	54,2	55,2	55,2	54,9	54,88	62,6	58,68
Fe ₂ O ₃ *	25,3	25,3	25,7	25,6	25,48	12,3	16,20
Nb ₂ O ₅	0,2	0,3	0,2	0,2	0,22	1,0	n.d.
SrO	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,1	0,20
MgO	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,08	0,02
Cr ₂ O ₃	0,12	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,16
V ₂ O ₅	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,70
Total*	96,17	98,44	98,34	97,94	-	98,87	-
Total**	98,67	100,94	100,84	100,54	100,27	100,07	98,98

1 a 4 – Datas, Minas Gerais. Amostra DGM/DNPM 1651. Foord *et al.* (1984)

5 – Datas, Minas Gerais. Amostra DGM/DNPM 1651. Média das análises 1 a 4. Foord *et al.* (1984)

6 – Datas, Minas Gerais. Amostra DGM/DNPM 1651. Análise mostrando enriquecimento em Zn e Na. Foord *et al.* (1984)

7 - Datas, Minas Gerais. Amostra U.S.National Museum, Mineralogy Division, #R7241. Inclui Al₂O₃ 0,05%, HfO₂ 0,13%. Grey *et al.* (1976).

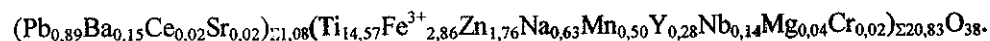
*Fe total como FeO

**Fe total como Fe₂O₃

A fórmula derivada para a análise 5 da Tabela 4.4. é:



E para a análise 6:



Cristalografia. Trigonal, R-3. Cella romboédrica: a 9,172(1) Å, α 69,020(5)°, V 648,89 Å³, Z 1. Cella hexagonal: a 10.393(2), c 20.811(5) Å, Z 3 (dados derivados do estudo de estrutura cristalina de Grey & Lloyd 1976). Reflexões mais intensas no

padrão de difração de raios X [d em Å (I) (hkl)]: 3,43 (90) (024), 2,894 (100) (116), 2,468 (50) (131), 2,265 (50) (208), 2,146 (50) (315), 1,981 (75) (045), 1,603 (70) (1 3 10) e 1,447 (70) (2 2 12). ICDD: 20-1048 [ICDD 45-1388: senaíta rica em U metamítica aquecida].

Nome. Homenagem a Joaquim Cândido da Costa Sena, diretor da Escola de Minas de Ouro Preto.

Material tipo. Os espécimes-tipo foram coletados, segundo Cassedanne & Chaves (1990), em depósitos aluvionares próximos à cidade de Datas. De acordo com a Comissão de Museus da IMA, as amostras-tipo de senaíta estão preservadas nos museus NMNH – Washington, e Museum – Paris.

Relação com espécies conhecidas. Originalmente, julgou-se que a senaíta fizesse parte do grupo da ilmenita (Hussak & Prior 1898, Hussak & Reitinger 1903). Posteriormente, entretanto, verificou-se seu relacionamento com minerais do grupo da crichtonita (Strunz & Tennyson 1966, Rouse & Peacor 1968, Grey & Lloyd 1976, Grey *et al.* 1976).

Estrutura cristalina. Determinada por Grey & Lloyd (1976) a partir de amostra de Datas, Minas Gerais (Amostra U.S.National Museum, Mineralogy Division, #R7241).

Sintético. Não obtido.

Uranomicrolita

Strunz (1957)

$(Ca,U)(Ta,Ti)_2O_6(OH)$, cúbico

uranmicrolite, uran-microlite, Uran-Mikrolit, djalmaite, uranmicrolita, djalmaíta

O mineral djalmaíta, cujas amostras foram coletadas por Octavio Barbosa, teve sua descrição original publicada quatro vezes (Guimarães 1939a, 1939b, 1941, 1948b). Tavora (1948) mencionou ter obtido resultados preliminares de difratometria de raios X da djalmaíta tipo, concluindo que se tratava de mineral do sistema cúbico, sem entretanto incluir estes resultados (parâmetro de cela, grupo espacial, raias obtidas) em sua nota. Posteriormente, Tavora (1949) apresentou resultados de difratometria de raios X de amostras descritas como “djalmaíta” de outras

ocorrências. Um destes padrões foi transformado na ficha ICDD para o mineral (43-693). O nome djalmaíta foi substituído oficialmente por uranomicroлита (Hogarth 1977) para conformar-se ao novo sistema de nomenclatura para minerais do grupo do pirocloro, aprovado pela CNMNM - IMA. Este nome havia sido introduzido por Strunz (1957). Segundo as novas resoluções, uranomicroлита contém U em substituição a Ca e Na, em porcentagem atômica mínima de 20% dos cátions ocupantes da posição A. Os dados químicos das amostras estudadas por Tavora (1949) demonstram que estas são apenas variedades de microлита enriquecidas em urânio. A quantidade de urânio observada não corresponde àquela da uranomicroлита. Assim sendo, a única amostra que se conforma à definição de uranomicroлита é aquela da ocorrência original, estudada por Guimarães (1939a, 1939b, 1941, 1948b), para a qual inexistem dados de difração de raios X, apenas se sabendo que o material é cristalino e pertencente ao sistema cúbico. Pires (1995) publicou um trabalho de revisão sobre o mineral.

Ocorrência. Em aluvião próxima a pegmatito granítico alterado que ocorre na Fazenda da Posse, situada a 1 km do arraial de Brejaúba, e localizada entre as cidades de Conceição do Mato Dentro, Ferros e Morro do Pilar, nas fraldas da serra do Espinhaço, Minas Gerais. O pegmatito é constituído por microclínio caulinizado, quartzo, “minério de bismuto”, muscovita, berilo (verde, azulado e pardo), granada, columbita, magnetita, monazita, samarskita e turmalina. A aluvião contém, além dos minerais citados, um mineral semelhante a eschwegeíta (ver), que é a djalmaíta (Guimarães 1939b e 1948b). Já segundo Guimarães (1939a e 1941) [versão em inglês], a aluvião contém um mineral semelhante a eschwegeíta, esmeralda (rara) e djalmaíta. Posteriormente sua ocorrência foi mencionada no pegmatito de Volta Grande e Germinal, região de São João del Rei, Minas Gerais (Guimarães 1950), mas trata-se apenas de variedade de microлита enriquecida em U.

Aparência e propriedades físicas. Octaedros perfeitos {111} modificados por icositetraedro {113}. Pardo amarelado, pardo esverdeado ou negro pardacento e brilhante. Traço amarelo claro. Sem clivagem, fratura irregular. D_{medida} 5,75 a 5,88, H 5½.

Propriedades ópticas. Em lâmina delgada, apresenta-se translúcido, castanho amarelado, com brilho graxo. n 1,97.

Dados químicos. Análises químicas (métodos não especificados) (% em peso): Ta₂O₅ 72,27, Nb₂O₅ 1,41, TiO₂ 2,54, SnO₂ traços, ZrO₂ 0,80, UO₂ 2,17, UO₃ 9,38, WO₃ 0,18, Bi₂O₃ 0,98, PbO 1,10, FeO 0,56, CaO 3,40, MgO 0,24, H₂O 4,62, total 99,65.

Fórmula empírica:
(Ca_{0,31}U⁶⁺_{0,17}U⁴⁺_{0,04}Fe²⁺_{0,04}Mg_{0,03}Pb_{0,03}Bi³⁺_{0,02})_{Σ0,64}(Ta_{1,66}Ti_{0,16}Nb_{0,05}Zr_{0,03})_{Σ1,90}O_{7,2,60}H₂O.

Cristalografia. Cúbico. A ficha ICDD 43-693 correspondente a uranomicrolita refere-se, em verdade, a microlita com urânio. A procedência mencionada também está incorreta, pois a amostra não é procedente da Fazenda da Posse, mas sim de Germinal (Volta Grande, rio das Mortes), distrito de Nazareno, município de São João del Rei, Minas Gerais, estudada por Tavora (1949) e Guimarães (1950).

Nome. Originalmente djalmaíta, em homenagem a Djalma Guimarães (1895-1973), mineralogista e petrólogo brasileiro. Renomeado uranomicrolita, de acordo com as novas regras para minerais do grupo do pirocloro.

Material tipo. Museu de Mineralogia da Divisão de Geologia e Mineralogia do Departamento Nacional da Produção Mineral (Tavora 1949).

Relação com espécies conhecidas. Grupo do pirocloro.

Estrutura cristalina. Não determinada.

Sintético. Não obtido.

Bariomicrolita

Hogarth (1977)

Ba(Ta,Nb)₂(O,OH)₇

bariomicrolite, rijkeboerite, rijkeboerita

Bariomicrolita foi descoberta por van der Veen (1963) como substituição de microlita em um pegmatito próximo a Chi-chico, em São João del Rei, Minas Gerais, Brasil. Originalmente denominada rijkeboerita, teve seu nome mudado por Hogarth

(1977) para consistência com a nomenclatura do grupo do pirocloro aprovada pela IMA e descrita naquele trabalho.

O status de bariomicrolita foi discutido por Ercit *et al.* (1986). A bariomicrolita tipo tem uma fórmula algo parecida com a da parabariomicrolita, se calculada com base em 4 átomos em B, por analogia com parabariomicrolita: $A_{0,78}B_4O_{9,56}(OH)_{2,44} \cdot 2,92H_2O$, onde $A = 0,35 Ba + 0,14 Sn^{2+} + 0,13 Fe^{2+} + 0,06 U + 0,04 Pb + 0,03 Ce + 0,01 Mn + 0,01 Sr$, e $B = 3,38 Ta + 0,46 Nb + 0,16 Ti$. Ela desvia da parabariomicrolita em sua baixa soma na posição A e alto conteúdo em H_2O , muito da qual deve ser devida a trocas catiônicas durante separação por líquido pesado (solução de Clerici) efetuada anteriormente às análises químicas.

O padrão de difração de raios X da bariomicrolita tipo (van der Veen 1963) indica que ela é isoestrutural com pirocloro, não com parabariomicrolita; entretanto, van der Veen (1963) registrou que três máximos de difração adicionais estão presentes no padrão. Estes foram atribuídos a fases contaminantes. Em vista da fórmula parecida com a da parabariomicrolita e da presença de máximos de difração adicionais em seu padrão de difração, Ercit *et al.* (1986) declararam pretender reexaminar a bariomicrolita tipo para determinar se ela é verdadeiramente isoestrutural com pirocloro. No entanto, não existe registro de preservação da amostra tipo de bariomicrolita.

Ocorrência. Em um concentrado de cassiterita de um pegmatito próximo a Chichico, São João del Rei, Minas Gerais.

Aparência e propriedades físicas. Rosa, avermelhado, marrom amarelado, incolor ou branco. D_{medida} 5,68 a 5,80, média 5,71, $D_{calc.}$ 5,60. VHN_{100} 491 (485 a 498), H $4\frac{1}{2}$ a 5.

Propriedades ópticas. Refletividade média 13,2. Uniaxial. Todos os índices de refração acima de 2,0 (luz branca). Cálculos de Gladstone-Dale indicam n médio 1,96.

Dados químicos. Análises por fluorescência de raios X e via úmida, corrigidas para impurezas (% em peso): CaO 0,01, BaO 5,15, SrO 0,10, FeO 0,91, MnO 0,10, PbO 0,92, Ce_2O_3 0,48, Sb_2O_3 0,01, Bi_2O_3 0,03, ThO_2 0,20, U_3O_8 1,72, Tl_2O 1,66, TiO_2 1,24, SnO_2 2,05, Nb_2O_5 6,02, Ta_2O_5 72,81, H_2O 7,27 (perda ao fogo), total 100,68.

Fórmula

empírica:

$(\text{Ba}_{0,17}\text{U}_{0,03}\text{Fe}^{2+}_{0,06}\text{Pb}_{0,02}\text{Mn}_{0,01}\text{Ce}^{3+}_{0,01})_{\Sigma 0,31}(\text{Ta}_{1,63}\text{Nb}_{0,22}\text{Ti}_{0,08}\text{Sn}_{0,07})_{\Sigma 2,00}\text{O}_{5,30}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$. O Tl foi considerado como tendo sido absorvido durante separação usando líquido de Clerici.

Cristalografia. Cúbico. a 10,570(5) Å. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 6,04 (80) (111), 3,18 (65) (311), 3,034 (100) (222), 2,631 (60) (400) e 1,865 (60) (440). ICDD: 16-616.

Nome. Originalmente rijkeboerita, em homenagem a A. Rijkeboer, chefe do departamento analítico do laboratório da N.V. Hollandse Metallurgische Industrie Billiton, Arnhem, Holanda, que efetuou as análises. Renomeado bariomicrolita, de acordo com as novas regras para minerais do grupo do pirocloro.

Material tipo. Não preservado.

Relação com espécies conhecidas. Grupo do pirocloro.

Estrutura cristalina. Não determinada.

Sintético. Não obtido.

Parabariomicrolita

Ercit *et al.* (1986)

$\text{BaTa}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, trigonal

Aprovado CNMNM - IMA 84-3.

parabariomicrolite, “*altered microlite*”, “*microlite alterada*”

Durante investigação geral de paragêneses da simpsonita, o exame detalhado da ocorrência de Alto do Giz, Rio Grande do Norte, revelou um mineral branco translúcido, associado com abundante microlita. Pough (1945) foi o primeiro a notar este mineral, referindo-se a ele como “microlita alterada”, mas sem efetuar investigações por óptica, difratometria de raios X ou análises químicas.

Ocorrência. Como substituição topotáxica de octaedros de microlita verde de até 1 cm de diâmetro ao longo das margens e planos de clivagem. O grau de substituição é de até 60% em volume. Mais raramente como preenchimento de vazios. Em assembléia de óxidos do Pegmatito Alto do Giz, localizado a 2 km a sul da estrada principal que conecta Equador e Parelhas, no Rio Grande do Norte. Uma segunda

ocorrência foi registrada (no mesmo trabalho que relata a primeira ocorrência) nas proximidades de Lake Kivu, Zaire. Minerais associados incluem simpsonita [originalmente descrita como calogerasita (ver)], tantalita, manganotantalita, tapiolita, natrotantita, alumotantita, estibiotantalita, berilo, espodumênio e petalita.

Aparência e propriedades físicas. Cristais individuais de 0,01 a 0,1 mm em agregados de até 2 mm. Branco a rosa claro. Traço branco. Brilho vítreo a perláceo. Translúcido. Clivagem {001} e {101} bem desenvolvidas. Muito quebradiço. Não fluorescente. $D_{\text{calc.}} 5,97 \text{ g/cm}^3$. H 4.

Propriedades ópticas. Uniaxial. Todos os índices de refração acima de 2,0 (luz branca). Cálculos de Gladstone-Dale indicam n médio 1,96.

Dados químicos. Análises por microsonda eletrônica (% em peso): Na₂O 0,4, K₂O 0,3, SrO 0,8, BaO 10,5, PbO 0,4, Nb₂O₅ 1,5, Ta₂O₅ 80,6, H₂O 5,2 (por estudo de estrutura cristalina), total 99,7. Fórmula empírica: (Ba_{0,73}Na_{0,13}Ca_{0,08}Sr_{0,08}K_{0,07}Pb_{0,02}) Σ 1,11(Ta_{3,88}Nb_{0,12}) Σ 4,00O_{9,93}(OH)_{2,2}0,07H₂O. A fórmula ideal BaTa₄O₁₀(OH)₂.2H₂O requer BaO 14,06, Ta₂O₅ 80,99, H₂O 4,95, total 100,00%.

Cristalografia. Trigonal, $R\text{-}3m$. a 7,4290(6), c 18,505(2) Å. Z 3. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 6,18 (50) (003), 3,172 (65) (021), 3,085 (41) (006), 3,040 (100) (202), 2,641 (50) (024) e 1,591 (42) (226). ICDD: 39-0401.

Nome. Em alusão à similaridade química com bariomicrolita.

Material tipo. Royal Ontario Museum, Toronto, Ontario, Canada (M22607) e Smithsonian Institution, Washington, DC, USA (104739)

Relação com espécies conhecidas. Grupo da natrotantita. Ver bariomicrolita.

Estrutura cristalina. Estudada por Ercit *et al.* (1986).

Sintético. Não obtido.

Lewisita

Hussak & Prior (1895)

$\text{CaSb}^{3+}_{2/3}(\text{Sb}^{5+}, \text{Ti}^{4+})_2\text{O}_6(\text{OH})$, com $\text{Sb}^{5+}:\text{Ti}^{4+} = 1:1$, cúbico

(provavelmente uma espécie válida)

lewisite

Romeíta e lewisita são tratados ora como espécies diferentes (*e.g.* Fleischer & Mandarino 1995), ora como mesma espécie (lewisita = variedade titanífera de romeíta; *e.g.* Palache *et al.* 1951, Tavora 1955). Romeíta, originalmente descrita por Damour (1841) na mina Praborna, Piemont, Itália, é isoestrutural com minerais do grupo do pirocloro. A fórmula geral é $\text{Ca}_{2-m}\text{Sb}^{5+}_2\text{O}_{6-w}(\text{O}, \text{OH}, \text{F})_{1-n} \cdot p\text{H}_2\text{O}$, com $m = 0$ a 2, w normalmente 0, $n = 0$ a 1, e $p < 2$ (Brugger *et al.*, 1997). Lewisita foi originalmente descrita por Hussak & Prior (1895) [tradução para o português: Hussak (1905)] na mina de cinábrio de Tripuí (originalmente Tripuhy), Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil. A partir de duas análises químicas por via úmida, a fórmula ideal $5\text{CaO} \cdot 3\text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{TiO}_2$ ($=\text{Ca}_5\text{Sb}_6\text{Ti}_2\text{O}_{24}$) foi atribuída ao mineral. Este foi relacionado à romeíta e ao grupo do pirocloro por Hussak & Prior (1895). Dados de difração de raios X registrados por Machatschki & Zedlitz (1932), Tavora (1955) e Baptista (1981) confirmaram este relacionamento. Machatschki & Zedlitz (1932) observaram, entretanto, que a composição química obtida por Hussak & Prior (1895) não se enquadrava na fórmula de minerais com a estrutura do pirocloro, pois havia um excesso de Sb na posição B.

Brugger *et al.* (1997), com base em dados de composição química, difratometria de raios X e propriedades ópticas, sugeriram que lewisita deve ser considerada como mistura submicroscópica de romeíta com uma fase hexagonal (trigonal?) estruturalmente relacionada ao pirocloro, que cresce às expensas da romeíta, mas caracterizada pelo ordenamento das vacâncias nas posições A, analogamente ao que acontece com parabariomicrolita (ver). Estes dados, entretanto, não foram obtidos para o espécime-tipo. A distribuição de cátions efetuada por Brugger *et al.* (1997), com todo o Sb com valência 5+ e concentrado na posição B gerou fórmulas com elevada vacância na posição A. A densidade calculada para estas fórmulas seria muito baixa, inferior à verificada na prática. Assim, pareceria mais

lógica a presença de Sb nos dois estados de valência (5+ e 3+) distribuídos nas posições B e A, respectivamente. No sentido de esclarecer esta situação, Rouse *et al.* (1998) estudaram a amostra-tipo armazenada no Museum of Natural History, Smithsonian Institution (USNM number R5741), concluindo, com base na determinação da estrutura cristalina, que para acomodar as diferentes necessidades de coordenação de Sb^{3+} e Ca^{2+} , a posição A é separada em Ca^{2+} com coordenação 8 em $A(16d)$ e Sb^{3+} com coordenação 5 em $A'(96g)$. Assim sendo, ficou estabelecida a diferença entre as espécies lewisita e romeíta, apesar de não ter sido submetida proposta de validação de lewisita para a CNMNM – IMA.

Ocorrência. Em cascalho da mina de cinábrio da Fazenda Tres Cruzes, Tripuí (formerly Tripuhy), Ouro Preto, Minas Gerais. Minerais associados incluem xenotima, monazita, zircão, cianita, turmalina, rutilo, hematita, pirita, magnetita, ouro, cinábrio, tripuhyíta (ver), derbylita (ver), florencita-(Ce) (ver), muscovita, quartzo e outros minerais. Apresenta inclusões de quartzo, hematita e rutilo.

Aparência e propriedades físicas. Octaedros perfeitos, com dimensões raras vezes superiores a 1 mm. Geminação segundo {111} rara. Clivagem {111} perfeita. Cor amarelo mel a pardo. Traço pardo amarelado. Brilho vítreo ou resinoso. Não é frágil. $D_{obs.}$ 4,950 g/cm³, $D_{calc.}$ 4,966. H 5½. Insolúvel em ácidos.

Propriedades ópticas. Isótropo, n 2,20.

Dados químicos. Os dados de análises químicas da literatura para lewisita estão representados na Tabela 4-5.

Tabela 4.5. Dados químicos para lewisita de Tripuí, Ouro Preto, Minas Gerais. (porcentagem em peso).

	1	2	3	4	5	6
Sb ₂ O ₅	67,52	65,52	66,11	70,25	39,7	64,66 (62,23-66,20)
Sb ₂ O ₃					23,5	
TiO ₂	11,35	11,70	13,06	7,20	15,0	14,47 (13,72-14,93)
Nb ₂ O ₅			0,16	0,07		
Al ₂ O ₃			0,53	1,14	0,7	1,70 (1,11-2,66)
Fe ₂ O ₃			3,65	5,66	3,8	4,43 (4,09-4,83)
FeO	4,55	6,79				
As ₂ O ₅			0,18	0,34		
Ce ₂ O ₃			<0,01	<0,01		
Na ₂ O	0,99	1,06	0,22	0,12	0,1	0,90 (0,44-1,94)
CaO	15,93	15,47	15,95	15,35	14,4	12,80 (11,96-13,24)
MnO	0,38		0,60	0,25	1,2	1,64 (1,50-1,86)
SO ₃						0,65 (0,22-1,17)
F			<0,05	<0,05	0,0	
H ₂ O					2,0	
(-OH,F)						
Total	100,72	100,54	100,46	100,38	100,4	101,25

1. e 2. Hussak & Prior (1895).

3. e 4. Brugger *et al.* (1997).

5. Rouse *et al.* (1998).

6. Atencio *et al.* (1998). Amostra-tipo de lewisita [Natural History Museum, London (B.M. 80141)]; média de 6 análises por EDS; variação entre parênteses. Os padrões utilizados foram: Sb metálico, titanita, Al metálico, Fe metálico, NaCl, calcita, Mn metálico e calcocita.

Os dados da coluna 5 da Tabela 4.5 correspondem à fórmula química $(Ca_{1,04}Mn^{2+}_{0,07}Na_{0,01})_{\Sigma 1,12}Sb^{3+}_{0,65}(Sb^{5+}_{0,99}Ti^{4+}_{0,76}Fe^{3+}_{0,19}Al_{0,06})_{\Sigma 2,00}O_6(OH)_{0,91}$. Os dados da coluna 6, considerando teores ideais de O e (OH), correspondem à fórmula química $(Ca_{0,91}Na_{0,12}Mn^{2+}_{0,09})_{\Sigma 1,12}Sb^{3+}_{0,66}(Sb^{5+}_{0,93}Ti^{4+}_{0,72}Fe^{3+}_{0,22}Al_{0,13})_{\Sigma 2,00}O_6(OH)$.

Cristalografia. Cúbico, $F-43m$ (pseudo $Fd3m$), a 10,277(1) Å, V 1085,4 Å³ (Rouse *et al.* 1998), a 10,311(7) Å, V 1096,23 Å³ (Zubkova *et al.*, no prelo), Z 8. Na Tabela 4.6 são representados os dados de difratometria de raios X de lewisita.

Tabela 4.6.. Dados de difratometria de raios X para lewisita de Tripuí, Ouro Preto, Minas Gerais.

1		2				hkl
d _{obs.} (Å)	I _{obs.} (%)	d _{obs.} (Å)	I _{obs.} (%)	d _{calc.} (Å)	I _{calc.} (%)	
5.84	20	5.794	7	5.953	34	111
3.08	30	3.069	9	3.109	27	311
2.94	100	2.9394	97	2.9765	100	222
2.55	30	2.5415	22	2.5777	25	400
		2.3656	3	2.3655	2	331
1.966	30	1.9710	6	1.9844	3	511
1.813	100	1.8097	32	1.8227	50	440
1.734	30	1.7328	13	1.7429	9	531
		1.5655	4	1.5724	5	533
1.548	100	1.5434	100	1.5544	42	622
1.483	30	1.4782	6	1.4883	9	444
1.438	30	1.4389	10	1.4438	5	551
1.337	30	1.3364	12	1.3424	7	731
1.284	30	1.2832	19	1.2889	7	800

1. ICDD 7-66, $a = 10,29 \text{ \AA}$
2. Zubkova *et al.*, no prelo

Nome. Em homenagem ao Prof. W.I. Lewis da Universidade de Cambridge.

Material tipo. Natural History Museum, London (B.M. 80141); Museum of Natural History, Smithsonian Institution (USNM number R5741).

Relação com espécies conhecidas. Grupo da romeíta.

Estrutura cristalina. Estudada por Rouse *et al.* (1998) e Zubkova *et al.* (no prelo).

Sintético. Não obtido.

Romeíta rica em Na

Atencio *et al.* (1998)

Ao estudar a amostra-tipo de lewisita [Natural History Museum, London (B.M. 80141)], Atencio *et al.* (1998) observaram que existe um mineral predominante, cuja composição coincide com aquela da lewisita (ver), e um segundo mineral (apenas 2 dentre aproximadamente 20 octaedros), morfológicamente indistinguível do primeiro tipo, que apresenta composição diferente, sendo rico em Na e não apresentando Ti (média de 15 análises): Sb₂O₅ 74,02 (68,31-77,75); TiO₂

0,00(0,00-0,00); Al₂O₃ 0,89 (0,06-2,64); Fe₂O₃ 2,66 (0,20-7,63); Na₂O 5,95 (1,15-9,06); CaO 13,63 (13,18-14,11); MnO 0,33 (0,00-1,04); SO₃ 0,00 (0,00-0,00); total 97,48. Os padrões utilizados foram: Sb, titanita, Al, Fe, NaCl, calcita, Mn e calcocita. A romeíta normalmente apresenta Ca > Na. Em alguns dos pontos aqui analisados, esta proporção se inverte. Romeíta rica em Na e Mn foi descrita em Miguel Burnier, Minas Gerais, com o nome de “atopita” (Schaller 1916). Romeíta com Na > Ca e F > OH foi descrita por Matsubara *et al.* (1996), na mina Gozaicho, Iwaki, Japão. Na > Ca e F > OH foram motivos suficientes para a descrição da nova espécie fluornatromicrolita (ver). Estudos adicionais dos cristais de romeíta de Tripuí são necessários.

Fluornatromicrolita

Na₂Ta₂O₆F, cúbico

fluornatromicrolite

Este mineral, procedente de Quixaba, Frei Martinho, Paraíba, encontra-se a venda pela Excalibur Mineral Company (<http://www.bestweb.net/~excalmin/CURRENT.HTM>), sem que tenha sido publicada sua descrição. A nova espécie, um análogo da microlita, ocorre como cristais verde escuros, bem delineados, singularmente formados sobre albita branca. Os cristais apresentam dimensões de 0,1 a 0,3 cm e são achatados.

Derbylita

Hussak & Prior (1897a)

Fe³⁺₄Ti⁴⁺₃Sb³⁺O₁₃(OH), monoclinico

derbylite, derbilite

Ocorrência. Em cascalho da mina de cinábrio da Fazenda Três Cruzes, Tripuí, Ouro Preto, Minas Gerais, associada a xenotímio, monazita, zircão, cianita, turmalina, rutilo, hematita, pirita, magnetita, ouro, cinábrio, tripuhyíta, lewisita, florencita-(Ce), muscovita, quartzo e outros minerais. Também em mineralização metassomática na

mina Buca della Vena, Apuan Alps, Itália, com barita microcristalina e em cavidade de dolomito, associada a pirita, esfalerita, bournonita, schafarzikita, versiliaíta e apuanita (Mellini *et al.* 1983).

Aparência e propriedades físicas. Cristais prismáticos de até 2 mm de comprimento. As formas observadas são {100}, {110}, {120}, {-101}, {010}, {-102}, {-201}, {-211}, {-231}. As formas {hk0} são as mais desenvolvidas. Brilho resinoso a metálico. Transparente a opaco. Marrom escuro a preto, traço marrom. Clivagem ausente; fratura conchoidal. Muito quebradiço. Geminados cruciformes, consistindo de 2 ou 3 indivíduos; plano de composição (-153). D_{medida} 4,62 g/cm³ $D_{calc.}$ 4,791 g/cm³. VHN₁₀₀ 1033 to 1121 kg/mm², H 5.

Propriedades ópticas. Biaxial (+), α 2,45, β 2,45, γ 2,51, $2V$ aproximadamente 0°. Em luz refletida, cinza com reflexões verde azuladas. Anisotropismo e birrefletância não mencionados, pleocroísmo ausente. R_1 , R_2 ; $^{im}R_1$, $^{im}R_2$
(22,1, 23,6; 8,44, 9,55 %)400nm, (21,3, 22,8; 7,80, 8,91 %)420nm,
(20,5, 22,0; 7,30, 8,31 %)440nm, (19,8, 21,15; 6,91, 7,79 %)460nm,
(19,5, 20,8; 6,66, 7,52 %)470nm, (19,2, 20,4; 6,48, 7,31 %)480nm,
(18,8, 19,9; 6,25, 7,01 %)500nm, (18,4, 19,6; 6,06, 6,78 %)520nm,
(18,1, 19,3; 5,90, 6,59 %)540nm, (18,0, 19,2; 5,85, 6,53 %)546nm,
(17,85, 19,0; 5,70, 6,39 %)560nm, (17,6, 18,7; 5,59, 6,24 %)580nm,
(17,5, 18,6; 5,52, 6,18 %)589nm, (17,4, 18,5; 5,47, 6,11 %)600nm,
(17,3, 18,4; 5,41, 6,04 %)620nm, (17,1, 18,15; 5,28, 5,89 %)640nm,
(17,0, 18,1; 5,26, 5,87 %)650nm, (16,9, 18,0; 5,22, 5,83 %)660nm,
(16,8, 17,8; 5,16, 5,72 %)680nm, (16,7, 17,7; 5,11, 5,70 %)700nm.

Dados químicos. Análises por microsonda eletrônica, H₂O calculada para um OH na fórmula (% em peso): TiO₂ 36,6, Fe₂O₃ 36,0, Sb₂O₅ 21,5, Al₂O₃ 3,8, Cr₂O₃ 0,3, H₂O 1,3, Total 99,5, correspondendo a (Fe_{3,12}Al_{0,52}Cr_{0,03})□_{3,67}Ti_{3,17}Sb_{0,92}O_{12,73}(OH) A fórmula ideal Fe₄Ti₃SbO₁₃(OH) requer Fe₂O₃ 43,76, TiO₂ 32,84, Sb₂O₅ 22,16, H₂O 1,24, Total 100,00 %.

Cristalografia. Monoclínico, $P2_1/m$, a 7.160(1), b 14.347(3), c 4.970(1) Å, β 104.61(2)°, V 494.07 Å³, Z 2, $a:b:c$ = 0.4990:1:0.3464. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 3,997 (18) (021), 3,830 (16) (-121),

3,186 (45) (140, 121), 3,118 (35) (220), 2,853 (100) (131), 2,647 (75) (-231), 2,479 (25) (-102), 2,393 (25) (060), 2,145 (17) (-251, 061), 1,721 (14) (-162). ICDD: 30-90 (amostra de Tripuí NMNH C4430; a ficha ICDD traz a procedência errada como Diamantina, sendo que esta informação foi copiada do trabalho sobre a estrutura cristalina).

Nome. Em honra a Orville A. Derby (1851-1915), diretor do Serviço Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo.

Material tipo. BMNH – Londres (80 143, 1 espécimen); Museum – Paris (cotipo, 97.31).

Relação com espécies conhecidas. Isoestrutural com tomichita.

Estrutura cristalina. Estrutura de empacotamento compacto; determinada a partir de cristal da localidade tipo (Moore & Araki 1976b).

Sintético. Não obtido.

Tripuhyíta

Hussak & Prior (1897b)

$\text{Fe}^{2+}\text{Sb}^{5+}_2\text{O}_6(?)$, tetragonal.

tripuhyite, tripuhyte, tripuíta

Descrita originalmente por Hussak & Prior (1897b) [tradução para o português: Hussak & Prior 1917], a tripuhyíta de Ouro Preto teve dados adicionais obtidos por Tavora (1955) e Baptista (1981). Esta é uma espécie problemática. Hussak & Prior (1897b) sugeriram a fórmula $\text{Fe}^{2+}_2\text{Sb}^{5+}_2\text{O}_7$, sem entretanto verificar a valência do ferro presente (nem do antimônio). A única análise química adicional é a de Tavora (1955), na qual verificou-se que o ferro era predominantemente bivalente. A fórmula $\text{Fe}^{2+}\text{Sb}^{5+}_2\text{O}_6$ passou a figurar nos compêndios de mineralogia, por analogia aos minerais do grupo da tapiolita, com os quais a tripuhyíta parece ser isoestrutural. Apesar disso, os dados químicos de Tavora (1955) não concordam perfeitamente com esta fórmula. Nova ocorrência de tripuhyíta foi descrita nas minas Palo Verde e Argentina, El Antimonio, Sonora, México (Mason & Vitaliano 1953), mas verificou-se presença única de ferro trivalente, sugerindo-se a fórmula $\text{Fe}^{3+}\text{Sb}^{5+}\text{O}_4$. Posteriormente,

foram descritos os minerais schafarzikita, $\text{Fe}^{2+}\text{Sb}^{3+}_2\text{O}_4$, e squawcreekita, $\text{Fe}^{3+}\text{Sb}^{5+}\text{O}_4$. Os padrões de difração de raios X das amostras de tripuhyíta do Brasil (Tavora 1955; ICDD 7-65) e do México (Mason & Vitaliano 1953; ICDD 7-349) são semelhantes, mas não idênticos. O padrão da amostra brasileira contém várias raias que não puderam ser indexadas de acordo com o grupo espacial e os parâmetros de cela unitária sugeridos. Assim sendo, não é certo que as amostras do Brasil e do México refiram-se à mesma espécie. Os padrões de difração de raios X de squawcreekita e da amostra de tripuhyíta do México são diferentes, apesar da mesma fórmula química. O mineral schafarzikita, onde o antimônio é trivalente, difere de tripuhyíta e squawcreekita em seu padrão de difração de raios X. Cabe ressaltar a necessidade da verificação do estado de valência do antimônio nas amostras de tripuhyíta, que pode não ser apenas 5+ como atribuído, mas pode haver associação dos estados 3+ e 5+ como acontece com a lewisita (ver) associada.

Ocorrência. Em cascalho da mina de cinábrio da Fazenda Três Cruzes, Tripuí, Ouro Preto, Minas Gerais, associada a xenotímio, monazita, zircão, cianita, turmalina, rutilo, hematita, pirita, magnetita, ouro, cinábrio, derbylita, lewisita, florencita-(Ce), muscovita, quartzo e outros minerais. Também descrito em diversas outras ocorrências, mas não existem provas de que se trate sempre da mesma espécie: com opala, como pequenos veios em dacito, próximo a Doncellas, Jujuy, Argentina [originalmente denominado “jujuyíta” por Ahlfeld (1948)]; com calcita, celestita e nadorita em Hamman N’bail, próximo a Constantine, Argélia [originalmente denominado “flajolotita” por Lacroix (1910)]; nas minas Palo Verde e Argentina, El Antimonio, Sonora, México (Mason & Vitaliano 1953); próximo a Taxco, Guerrero, México; Losacio, Espanha; em Mopung Hills, Churchill Co., Nevada, Estados Unidos; na mina Clara, Floresta Negra, Alemanha; em Faletta, Graunbunden, Suíça; em Cetine, próximo a Siena, Itália. As características a seguir referem-se à tripuhyíta de Ouro Preto.

Aparência e propriedades físicas. Em agregados microcristalinos de cor amarela esverdeada, carregada. Traço amarelo canário. Translúcido. $D_{\text{medida}} 5,82 \text{ g/cm}^3$.

Propriedades ópticas. Anomalmente biaxial (+), $\alpha 2,19(1)$, $\beta 2,20(1)$, $\gamma 2,33(1)$, $2V$ pequeno. $r < v$, muito forte.

Dados químicos. Análises por via úmida (?) (% em peso): Sb₂O₅ 71,18, FeO 23,68, Fe₂O₃ 4,82, Al₂O₃ 0,19, SiO₂ 0,16, CaO 0,01, SnO₂ 0,01, MgO 0,002, MnO, CuO, TiO₂, S, K₂O, Na₂O traços, Total 100,05, correspondendo a (Fe²⁺_{1,30}Fe³⁺_{0,24})_{Σ1,54}Sb⁵⁺_{1,74}O₆. A fórmula ideal Fe²⁺Sb⁵⁺₂O₆ requer Sb₂O₅ 81,83, FeO 18,17 Total 100,00 %.

Cristalografia. Tetragonal, P4₂/mnm (?), a 4,62, c 9,13 Å, V 194,87 Å³, Z 2, c:a = 1,9762. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 3,23 (90) (110), 2,53 (70) (103), 2,29 (70) (113), 1,702 (100) (213), 1,629 (70) (220), 1,522 (50) (006), 1,459 (70) (310), 1,381 (50) (116, 303), 1,373 (70) (215), 1,271 (50) (206). ICDD: 7-65.

Nome. Em relação à área-tipo, Tripuí (anteriormente Tripuhy).

Material tipo. Museum – Paris.

Relação com espécies conhecidas. Pertence ao grupo da tapiolita.

Estrutura cristalina. Não determinada.

Simético. Não obtido.

Zirkelita

Hussak & Prior (1895)

(zirkelita ou zirconolita?)

zirkelite

Zirkelita foi descrita inicialmente por Hussak & Prior (1895) [tradução para o português, incluindo os resultados de Prior (1896): Hussak (1905)]. Dados químicos adicionais foram publicados por Prior (1896). Este mineral recebeu pouca atenção até que Pudovkina *et al.* (1974), usando as amostras de Hussak, obtiveram novos dados químicos e efetuaram estudos de difratometria de raios X. Pudovkina *et al.* (1974) observaram que, no estado natural, os cristais eram metamíticos, embora um espécime mostrasse uma reflexão lânguida, difusa, no diagrama de Laue. Quando aquecidas a 800°C, as amostras produziram padrões cúbicos do tipo da fluorita, com *a* 5,08 Å. O padrão de difração de raios X dos cristais aquecidos a 1200°C foi identificado com o de zirconolita monoclinica. Alguns resultados diferentes foram obtidos por Sinclair & Ringood (1981),

segundo os quais as amostras naturais forneceram padrões de difração de raios X cúbicos do tipo da fluorita. Os grãos continuaram exibindo este padrão até 1100°C. A 1200°C, o mineral transformou-se em zirconolita monoclinica.

Bayliss *et al.* (1989) publicaram um trabalho de revisão de nomenclatura para zirkelita e zirconolita, com aprovação da CNMNM – IMA. Segundo este trabalho, zirconolita é o mineral não cristalino (metamítico), ou o mineral com politipóide não determinado; zirconolita-3O é o politipóide ortorrômbico; zirconolita-3T é o politipóide trigonal; zirconolita-2M é o politipóide monoclinico; e zirkelita é o mineral cúbico. A fórmula $\text{CaZrTi}_2\text{O}_7$ refere-se a todos os politipos de zirconolita e $(\text{Ti,Ca,Zr})\text{O}_{1-x}$ refere-se a zirkelita. Assim, a “zirkelita” de Jacupiranga seria zirconolita, se metamítica, zirkelita se cúbica a temperatura ambiente ou aquecida a 1100°C, ou zirconolita-2M se aquecida a 1200°C, de acordo com o esquema de Bayliss *et al.* (1989).

Os dados a seguir referem-se apenas à zirkelita de Jacupiranga, São Paulo, já que este nome foi aplicado a diferentes minerais.

Ocorrência. Em jacupiranguito (magnetita piroxenito) decomposto de Jacupiranga, São Paulo, associada a baddeleyita, perovskita e outros minerais. Menezes & Martins (1984) mencionaram ter identificado cristais de zirkelita em um pequeno bolsão do jacupiranguito, aderidos a flogopita, também em Jacupiranga.

Aparência e propriedades físicas. Em octaedros pretos, achatados paralelamente a uma das faces do octaedro, fortemente estriados paralelamente à mesma face em virtude da geminação polissintética. Brilho resinoso. Transparente em lascas muito finas, com cor marrom ou marrom avermelhada. Traço preto pardacento. Geminação em {111} muito comum, tipo espinélio ou em grupos de quatro indivíduos. A zirkelita de Menezes & Martins (1984) apresenta-se como cristais prismáticos, de 1 a 5 mm, com estriações típicas devidas a geminação polissintética. Clivagem ausente, fratura distintamente conchoidal. Quebradiço. Não magnético. $D_{\text{medida}} 4.741 \text{ g/cm}^3$. H 5½.

Propriedades ópticas. Isótropo, $n 2,19(1)$.

Dados químicos. A Tabela 4.7 traz os resultados de análises químicas da zirkelita de Jacupiranga. A fórmula empírica aproxima-se de $\text{CaZrTi}_2\text{O}_7$, que requer CaO 16,54, ZrO₂ 36,34, TiO₂ 47,12, Total 100,00 %.

Tabela 4.7. Análises químicas de zirkelita de Jacupiranga, São Paulo (% em peso).

	1	2	3	4	5	6
CaO	11,61	10,79	14,4	11,5	9,80	11,10
ThO ₂	-	7,31	8,0	6,6	14,00	8,65
Y ₂ O ₃	-	0,21	-	-	-	-
La ₂ O ₃	-	-	-	-	0,06	0,04
Ce ₂ O ₃	-	2,52	1,5	2,6*	0,74	1,17
Pr ₂ O ₃	-	-	-	-	0,20	0,25
Nd ₂ O ₃	-	-	0,5	-	1,03	1,19
Sm ₂ O ₃	-	-	-	-	0,30	0,36
Eu ₂ O ₃	-	-	-	-	0,08	0,12
Gd ₂ O ₃	-	-	-	-	0,32	0,43
Dy ₂ O ₃	-	-	-	-	0,17	0,06
UO ₂	-	1,40	-	0,4	0,86	0,36
PbO	-	-	-	-	0,16	0,09
ZrO ₂	48,90	52,89	32,8	35,2	31,40	33,20
Hf ₂ O ₃	-	-	-	-	0,70	0,66
TiO ₂	30,89	14,95	25,3	24,3	21,00	22,30
FeO	6,64	7,72	-	7,2	7,16	7,37
Fe ₂ O ₃	-	-	7,9	-	-	-
Nb ₂ O ₅	-	-	10,5	11,3	9,98	11,20
MgO	0,49	0,22	-	0,4	0,71	0,37
MnO	-	-	-	0,2	0,28	0,26
Ta ₂ O ₅	-	-	-	0,2	2,75	1,76
Al ₂ O ₃	-	-	-	-	0,12	0,22
Perda ao fogo	1,02	1,02	-	-	-	-
Total	99,55	99,03	100,9	99,9	102,01	101,40

1. Hussak & Prior (1895).

2. Prior (1896).

3. Pudovkina *et al.* (1974): (Ca_{0,98}Th_{0,12}Ce_{0,04}Nd_{0,01})_{Σ1,15}Zr_{1,01}(Ti_{1,20}Fe³⁺_{0,38}Nb_{0,30})_{Σ1,88}O₇

4. Sinclair & Ringood- (1981):

(Ca_{0,80}Th_{0,10}REE_{0,06}U_{0,01})_{Σ0,97}Zr_{1,12}(Ti_{1,19}Fe²⁺_{0,39}Nb_{0,33}Mg_{0,04}Mn_{0,01}Ta_{0,01})_{Σ1,97}O₇

5. e 6. Williams & Gieré (1996):

5.: (Ca_{0,72}Th_{0,22}REE_{0,08}U_{0,01})_{Σ1,03}(Zr_{1,05}Hf_{0,01})_{Σ1,06}(Ti_{1,08}Fe²⁺_{0,41}Nb_{0,31}Mg_{0,07}Ta_{0,05}Mn_{0,02}Al_{0,01})_{Σ1,95}O₇

6.: (Ca_{0,79}Th_{0,13}REE_{0,09}U_{0,01})_{Σ1,02}(Zr_{1,07}Hf_{0,01})_{Σ1,08}(Ti_{1,11}Fe²⁺_{0,41}Nb_{0,34}Mg_{0,04}Ta_{0,03}Mn_{0,02}Al_{0,02})_{Σ1,97}O₇

* ΣREE₂O₃

Cristalografia. Metamítico? Cúbico com a 5,08 Å?

Nome. Em homenagem ao Prof. Ferdinand Zirkel de Leipzig.

Material tipo. BMNH – Londres e Museum – Paris.

Relação com espécies conhecidas. Pertence ao grupo da zirconolita.

Estrutura cristalina. Não determinada.

Sintético. Não obtido.

Paredrita

Farrington (1916)

(variedade de rutilo)

paredrite

Dióxido de titânio, de cor preta, compacto, diferindo do rutilo por conter 0,6 % em peso de água, o que é insuficiente para formar um hidrato, devendo estar presente, então, como impureza. Seu nome deriva do grego, significando “um associado”, em alusão ao fato de ser encontrada em “favas” (seixos com forma de feijão), associada a diamantes no Brasil. Provavelmente se trata de variedade de rutilo. A procedência exata não foi mencionada, bem como não há menção sobre conservação de amostra-tipo.

Titan-favas

English (1939)

(variedade de rutilo ou anatásio)

favas de titânio

Termo aplicado para favas constituídas por rutilo ou anatásio. Em areias diamantíferas do Brasil.

Pseudo-rutilo

Teufer & Temple (1966)

(amostra-tipo não é do Brasil)

pseudorutile

O nome pseudo-rutilo foi introduzido para o mineral de fórmula $\text{Fe}^{3+}_2\text{Ti}_3\text{O}_9$, sem aprovação pela CNMNM-IMA. Várias ocorrências foram discriminadas, inclusive uma no Brasil (sem especificá-la), mas nenhum dos espécimes investigados foi designado como espécime-tipo. Este nome foi rejeitado (CNMNM 1968), mas subsequenteemente foi oficialmente revalidado (Grey *et al.* 1994) e um espécime neotipo de South Neptune Island, sul da Austrália, foi proposto. Pseudo-rutilo ocorre em areias monazíticas e ilmeníticas do Espírito Santo.

Kalkowskita

Rimann (1925)

(provavelmente pseudo-rutilo ou mistura)

kalkowskyn, kalkowskite, kolkowoskynita, calcovskita, calcovsquita

Ocorrência. Este mineral foi encontrado em um resíduo pesado, proveniente de lavagem de material oriundo de muscovita xisto de granulação fina, no meio de quartzito da Serra de Itacolomi, Ouro Preto, Minas Gerais. Associado com zircão, monazita e almandina.

Aparência e propriedades físicas. Em grânulos de 0,02 a 0,1 mm, achatados, contituídos por placas finas ligadas irregularmente, apresentando estrutura fibrosa em luz transmitida. Marrom claro, marrom escuro, preto. Traço marrom avermelhado. Brilho vivo, submetálico, com tendência a gorduroso ou resinoso. Transparente em lascas finas. Fratura conchoidal. D_{medida} 4,01(3) g/cm^3 . H 3½. Parcialmente decomposto por HCl.

Propriedades ópticas. Em luz transmitida, marrom avermelhado. Elongação das fibras positiva. Birrefringência baixa. Não pleocróico. $n > 1,769$.

Dados químicos. Análises por via úmida (% em peso): K_2O 0,67, CaO 1,64, MgO 0,48, $(\text{Ce},\text{La})_2\text{O}_3$ 2,66, SiO_2 5,63, Al_2O_3 2,21, Fe_2O_3 28,66, TiO_2 54,62, $(\text{Nb},\text{Ta})_2\text{O}_5$

1,67, P₂O₅ 0,28, H₂O 3,27, Total 101,79. Rimann (1925) apresentou a fórmula (Fe,Ce)₂O₃.4(Ti,Si)O₂. Foshag (1925) observou que se SiO₂ é excluído, a fórmula fica semelhante à da arizonita [=pseudo-rutilo (ver)], Fe³⁺₂Ti₃O₉. Rimann (1932) discordou desta idéia.

Cristalografia. Os únicos dados existentes referem-se a gráficos de difratometria de raios X obtidos com tubo de Cr, apresentados por Rimann (1932) sem nenhuma escala ou valor numérico, o que impede sua interpretação. Rimann (1932) apresentou resultados para kalkowskita fresca, kalkowskita alterada e arizonita, sendo os três gráficos diferentes entre si.

Nome. Em homenagem ao Prof. Louis Ernst Kalkowsky, de Dresden, professor de Rimann. A terminação "skyn" também é encontrada no mineral "razumovskyn".

Material tipo. Não preservado.

Vanadoniobato de Y e elementos de terras-raras

Rimann (1931)

Vanadinniobat, Y-Vanadiumniobat

Anatásio, zircão e um vanadoniobato de Y e elementos de terras-raras ocorrem inclusos em opala de Piracuruca, Piauí, na bacia do rio Parnaíba. O vanadoniobato ocorre como grãos parcialmente irregulares de cor marrom avermelhada, com terminações em faces de prisma alongado e pirâmide ou tabulares (clivagens?) A granulação é inferior a 0,015 mm no eixo maior, em geral não superior a 0,009 mm. Sob luz incidente é marrom avermelhado com tendência a vermelho. Sob luz transmitida, é marrom claro até escuro. Apresenta birrefringência muito alta, extinção reta, absorção na direção do eixo *c* marrom escuro, e perpendicular a *c*, amarelo claro a escuro. É biaxial, provavelmente ortorrômbico. Foram detectados: Nb, V, Y, La, Ce, Ta, Pouco U e Pb, e também Fe e Zr como impurezas devidas a mistura com zircão. Não foi identificado Ti. De acordo com Rimann (1931), caso não seja um mineral novo, deverá ser uma variedade de samarskita, (Y,Ce,U,Fe,Nb)(Nb,Ta,Ti)O₄, com V, sem Ti e pobre em U e Fe. Fergusonita difere deste mineral por ser tetragonal e

apresentar $O > E$. Outro mineral semelhante é “robellazita”, vanadato, tungstato, niobato e tantalato de Fe, Al e Mn, descrito no Colorado, Estados Unidos.

Mineralizações de opala ao longo de fraturas, próximo ao ou no contato diabásio-arenito, são conhecidas na área da bacia do rio Parnaíba, englobando parcialmente os municípios de Pedro II, Piripiri, Campo Maior e Capitão de Campos.

Alvarolita

Florencio (1952a)

(= manganotantalita)

alvarolite

De acordo com Florencio (1952a), o mineral ocorre em Salinas, norte de Minas Gerais, em cristais geminados, transparentes, a amostra apresentando 2 x 1,7 cm. Análises químicas (média de três, % em peso): Ta₂O₅ 85,15, Nb₂O₅ 0,23, MnO 14,85, FeO 0,01, Al₂O₃ traços, TiO₂ ausente, total 100,24, correspondendo a MnO:Ta₂O₅ = 1,07:1. A cor é pardo-avermelhada, traço amarelo pálido (creme), brilho vítreo a adamantino, D_{medida} 7,27 g/cm³, H 6,5, fratura conchoidal, clivagem prismática. Opticamente biaxial (+), extinção 45°, α 2,250, β = 2,255, γ = 2,3, $2V$ = 38 a 40°, pleocroísmo X e Y amarelo muito pálido, Z amarelo pardo forte, não apresenta fluorescência. O nome homenageia o Almirante Alvaro Alberto da Motta e Silva, presidente do CNPq.

Fleischer (1954) avaliou o status do mineral. Segundo ele, não há nenhuma discussão no artigo sobre as diferenças entre alvarolita e manganotantalita (MnTa₂O₆, ortorrômbico). Possivelmente a distinção fosse baseada nas propriedades ópticas e na extinção. Alvarolita seria um mineral monoclinico. Ainda de acordo com Fleischer (1954), alvarolita não poderia ser aceita como espécie mineral até que se provasse que não seria manganotantalita.

Alvarolita foi desacreditada por Tavora (1955), que estudou fragmento do material fornecido pelo próprio Florencio. O resultado de difratometria de raios X foi registrado na ficha da manganotantalita (ICDD 7-58) A ficha ICDD 33-909 traz o resultado para amostra sintética, praticamente idêntico ao da alvarolita.

Mesmo assim, Francesconi *et al.* (1976) descreveram a ocorrência de “alvarolita” no distrito pegmatítico de São João del Rei, Minas Gerais, como sendo um mineral monoclinico.

Eschwegeíta

Guimarães (1926a)

(= policrásio-(Y))

eschwegeite, eschwegite, echwegeita

Oliveira (1930) mencionou que, em uma de suas viagens à zona do rio Piracicaba, afluente do rio Doce, coletou, em cascalhos próximos a Antonio Dias, amostras de um mineral que à primeira vista muito se assemelhava ao rutilo. Estas amostras foram estudadas por Guimarães (1926a).

Segundo Guimarães (1926a), as duas amostras estavam muito arredondadas. A eschwegeíta apresenta cor vermelha pardacenta, passando a vermelha escura em lascas finas, fratura conchoidal, $D_{\text{medida}} 5,87 \text{ g/cm}^3$, $H \sim 5\frac{1}{2}$. É isotropo, com n entre 2,15 e 2,20. Sua composição química (% em peso) é: Ta_2O_5 21,58, Nb_2O_5 25,17, TiO_2 18,75, $\text{Y}_2\text{O}_3 + \text{Er}_2\text{O}_3$ 27,28, Ce_2O_3 não detectado, ThO_2 0,57, UO_2 1,96, Fe_2O_3 2,05, CaO e MgO não detectados, H_2O 3,09, total 100,45. A fórmula correspondente é $(\text{Y}_{0,82}\text{U}^{4+}_{0,02}\text{Th}_{0,01})_{\Sigma 0,85}(\text{Ti}^{4+}_{0,79}\text{Nb}_{0,64}\text{Ta}_{0,33}\text{Fe}^{3+}_{0,09})_{\Sigma 1,85}[\text{O}_{4,84}(\text{OH})_{1,16}]_{\Sigma 6,00}$

A fórmula apresentada por Guimarães (1926a) é $2\text{Ta}_2\text{O}_5 \cdot 4\text{Nb}_2\text{O}_5 \cdot 10\text{TiO}_2 \cdot 5\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Strunz (1941) situou a eschwegeíta no grupo do pirocloro, atribuindo-lhe a fórmula $\text{Y}(\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ti})_2\text{O}_6(\text{OH}, \text{H}_2\text{O})$, enquanto Palache *et al.* (1944) colocaram a eschwegeíta no capítulo relativo aos óxidos múltiplos contendo Nb, Ta e Ti, de acordo com a fórmula AB_2O_6 , onde $\text{A} = \text{Y}, \text{Er}, \text{U}, \text{Th}$, e $\text{B} = \text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ti}, \text{Fe}^{3+}$, consistindo em provável membro da série da euxenita-(Y).

Tavora (1951a) reestudou a eschwegeíta a partir da amostra número 3512 do Museu da Divisão de Geologia e Mineralogia do Departamento Nacional da Produção Mineral, proveniente de Presidente Vargas, alto rio Doce, Minas Gerais, que, segundo Tavora (1951a), deve ser a original, coletada por Oliveira.

Como o material fosse metamítico, Tavora (1951a) calcinou-o a 1000°C, durante 2h. Os resultados de difratometria de raios X indicaram tratar-se de um membro da série euxenita-(Y)-policrásio-(Y), mais especificamente, segundo ele, a euxenita-(Y). Entretanto, como Ti predomina sobre Ta, trata-se de policrásio-(Y), $Y(Ti,Nb)_2(O,OH)_6$.

O nome eschwegeíta é homenagem ao Barão W.L. von Eschwege (1777-1855). O nome eschwegita, confundido com eschwegeíta por Palache *et al.* (1944), foi aplicado a diversos outros minerais (ver).

Um mineral do “grupo eschwegeíta-djalmaíta” foi estudado por Rolf (1948), em São João del Rei, Minas Gerais. Este mineral seria djalmaíta (ver), segundo Tavora (1949), mas na verdade trata-se de microlita uranífera.

Guimarãesita

Gagarin & Cuomo (1949)

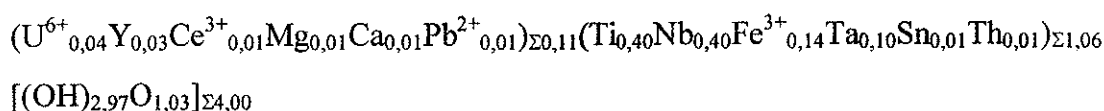
(provavelmente samarskita-(Y))

guimarãesite, unnamed mineral of Guimarães (1926b)

Este mineral foi descrito originalmente por Guimarães (1926b) em pegmatito de Divino de Ubá, Minas Gerais, sem receber nome, o qual foi atribuído posteriormente, em homenagem a Djalma Guimarães (ver djalmaíta), por Gagarin & Cuomo (1949). Este é um nome dado a um mineral duvidoso, sem justificativa adequada, e portanto não apresenta aceitação em mineralogia.

Ocorre em grupos paralelos e divergentes, associado a samarskita-(Y), columbita e monazita em massas de 2 ou mais quilogramas. A cor do mineral é marrom escura e do pó é marrom clara. Apresenta brilho resinoso e fratura subconchoidal. D_{medida} 4,49 g/cm³, H ~ 5½. O sistema cristalino é ortorrômbico. O hábito é semelhante ao da samarskita-(Y), mas os cristais são achatados segundo (010) e não (100). Em uma única amostra, correspondente a metade de um cristal, Guimarães (1926b) identificou as faces (100), (010) e (101). O ângulo entre (101) e (-101) na samarskita-(Y) é de 87° e na guimarãesita é de aproximadamente 75°. É incompletamente atacada por ácido sulfúrico a quente e rapidamente atacada por

ácido fluorídrico. A composição química (% em peso) é: Ta₂O₅ 12,61, Nb₂O₅ 31,53, TiO₂ 19,14, ZrO₂ não detectado, ThO₂ 2,09, (Ce,La)₂O₃ 1,45, (Y,Er)₂O₃ 2,18, Fe₂O₃ 6,43, UO₃ 6,72, UO₂ não detectado, SnO₂ 0,56, PbO 1,54, CaO 0,36, MgO 0,27, H₂O 5,91, total 90,79. Guimarães apresenta como total 100,80. Palache *et al.* (1944) trazem valores diferentes: citam 6,72 para UO₂, ao invés de UO₃, 15,91 para H₂O, resultando em um total de 100,79. A página inicial do trabalho de Guimarães é apresentada como 56 por Palache *et al.* (1944) e Clark (1993), enquanto o correto é 46. Isto se deve provavelmente a que não tenha sido consultado o trabalho original, mas sim o resumo no Mineralogical Abstract [3,113], onde citam-se as páginas 56-57, ao invés de 46-48, e onde diz-se que o valor correto para H₂O é 15,91 e não 5,91 como aparece no trabalho original. Com base em quê, ter-se-ia chegado a esta conclusão? A fórmula calculada, supondo-se 15,91% em peso para H₂O é:



Guimarães (1926b) mencionou ter obtido também uma amostra deste mineral associado a samarskita-(Y) e columbita, proveniente de São Miguel de Piracicaba, Minas Gerais.

Staringita

Burke *et al.* (1969)

(= cassiterita + tapiolita)

Aprovado CNMNM-IMA 69-010.

staringite

Staringita foi descrita no Pegmatito Seridozinho, em Pedra Lavrada, Paraíba, por Burke *et al.* (1969) como inclusões em tapiolita. O nome foi dado em homenagem a W.C.H. Staring. A fórmula originalmente atribuída foi (Fe,Mn)_{0,5}(Sn,Ti)_{4,5}(Ta,Nb)_{1,0}O₁₂. Groat *et al.* (1992 e 1994) desacreditaram o mineral, com aprovação da CNMNM – IMA, demonstrando tratar-se de mistura submicroscópica de cassiterita, SnO₂ tetragonal, e tapiolita, (Fe,Mn)(Ta,Nb)₂O₆ tetragonal.

Tantalaeschynita-(Y)

Adusumilli *et al.* (1974)

(Ca,Y)(Ta,Ti,Nb)₂O₆, amorfo

Aprovado CNMNM-IMA 69-043.

tantalaeschynite-(Y), *tantal-aeschynite-(Y)*, *tantal-aeschynite*, *tantal-aeschynita-(Ce)*,
tântalo-esquinita-(Y)

Tantalaeschynita-(Y) foi descrita por Adusumilli *et al.* (1974), no Pegmatito Raposa, em São José do Sabugi, Paraíba, como um mineral metamítico. Quando aquecido, o mineral forneceu um padrão de difratometria de raios X similar àquele da aeschynita. A partir de análises por microsonda eletrônica, a fórmula [Ca_{0,47}(Y,Ln)_{0,425}(Th,U)_{0,11}](Ta_{0,75}Ti_{0,62}Nb_{0,595}Fe_{0,05})O₆ foi atribuída ao mineral. No resumo do trabalho, o valor de 0,28 foi erroneamente impresso para Ca. Este valor foi repetido na sessão New Mineral Names do American Mineralogist [Am. Mineral. 59 (1974), 1331-1332] e na ficha ICDD 26-1. O valor 0,47 aparece no corpo do artigo. A fórmula foi agora recalculada a partir dos dados originais e resultou em (Ca_{0,505}Y_{0,186}Th_{0,112}Ce_{0,103}Nd_{0,051}La_{0,036}Yb_{0,016}Pr_{0,016}Sm_{0,015}Gd_{0,015}Dy_{0,010}Er_{0,009}U_{0,007})_Σ 1,081(Ta_{0,812}Nb_{0,731}Ti_{0,669}Fe_{0,051})_Σ2,263O₆. A fórmula simplificada é (Ca,Y)(Ta,Nb,Ti)₂O₆. O total para ítrio mais os elementos de terras raras é de 0,457 contra 0,505 de cálcio. Assim sendo, de acordo com as regras de nomenclatura da CNMNM - IMA (Nickel & Grice 1998), este mineral não deve ser considerado como um mineral de terras-raras. Um mineral só é considerado de terras-raras quando a soma de elementos de terras-raras + ítrio + escândio (em proporções molares) é superior à de Ca.

Assim, o prefixo -(Y) é incorreto. Também, o mineral não é o análogo de Ta da aeschynita-(Y), onde Y predomina. Conseqüentemente, o nome tantalaeschynita-(Y) é inadequado.

O mineral rynersonita foi descrito por Foord & Mrose (1978) como Ca(Ta,Nb)₂O₆. Tantalaeschynita-(Y) poderia ser considerada como uma variedade metamítica rica em ítrio de rynersonita. Entretanto, é necessário reestudar a amostra original de tantalaeschynita-(Y) para comprovar sua composição química.

Ocorrência. No pegmatito Raposa, São José do Sabugi, Região de Borborema, Paraíba. Os minerais associados são: quartzo, microclínio vermelho, biotita, pequenos cristais de magnetita titanífera?, columbita e berilo. Seções polidas do mineral mostraram a presença de veios de um mineral não identificado.

Aparência e propriedades físicas. Cristais euédricos apresentando formas {010}, {001}, {110} e {130}. Um cristal de 56 x 31 x 20 mm foi usado para os estudos. Cor preta amarronzada a preta. Brilho sub-metálico a resinoso. Traço marrom amarelado claro. Fratura conchoidal. D_{medida} 5,75-6,13 g/cm³. $D_{\text{calc.}}$ 6,39 g/cm³. VHN₁₀₀ 657-673 kg/mm². H 5,5-6.

Propriedades ópticas. Em seção delgada, isótropo, cor laranja amarelada. Em seção polida, cinza escuro em óleo, com reflexões internas abundantes, brancas a vermelhas escuras. Reflectância 470 nm, 14,5; 546 nm, 14,2; 589 e 650 nm, 14,0.

Dados químicos. Na Tabela 4.8 são comparados os dados químicos de tantalaeschynita e rynersonita.

Tabela 4.8 Dados químicos para “tantalaeschynita-(Ce)”, tantalaeschynita-(Y) e rynersonita (% em peso).

	1	2	3	4	5
CaO	6,80	6,2	13,0	13,8	13,0
FeO			0,4		0,1
MnO			0,1		0,1
PbO	0,20				
Fe ₂ O ₃	1,00	0,9			
La ₂ O ₃	0,6	1,3			
Ce ₂ O ₃	3,60*	3,7			
Pr ₂ O ₃		0,6			
Nd ₂ O ₃	2,40	1,9			
Sm ₂ O ₃	0,60	0,6			
Gd ₂ O ₃	0,70	0,6			
Dy ₂ O ₃	0,50	0,4			
Er ₂ O ₃	0,40	0,4			
Yb ₂ O ₃	0,50	0,7			
Y ₂ O ₃	3,50	4,6			
SiO ₂			3,0	2,7	1,1
TiO ₂	10,00	11,7			
ThO ₂	6,30	6,5			
UO ₂	0,40	0,4			
Nb ₂ O ₅	17,00	18,7	14,2	19,6	22,7
Ta ₂ O ₅	32,00	39,3	66,6	58,4	58,9
SnO ₂	0,10				
Bi ₂ O ₃			0,1	2,4	0,3
Total	86,00	98,5	97,9	97,5	96,9

1. Tantalaeschynita-(Ce) (Adusumilli 1968) * CeO₂.

2. Tantalaeschynita-(Y) (Adusumilli *et al.* 1974).

3 a 5. Rynersonita (Foord & Mrose 1978)

Cristalografia. Amorfo aos raios X. Padrão de difração de raios X obtido para material aquecido em ar e nitrogênio a 700, 1000 ou 1300°C. Ortorrômbico, *Pnma*. *a* 5,34(2), *b* 10,97(2), *c* 7,38(2) Å, *Z* 4. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X (material aquecido em ar a 1300°C: [d em Å (I) (hkl)] 3,00 (100) (130), 2,94 (100) (112), 2,65 (50) (200), 1,70 (50) (242) e 1,581 (70) (312, 134. ICDD: 26-1.

Nas Tabelas 4.9 e 4.10 são comparados, respectivamente, os resultados de difratometria de raios X e os parâmetros de cela unitária de tantalaeschynita-(Y) e rynersonita.

Tabela 4.9. Dados de difratometria de raios X de tantalaeschynita-(Y) e rynersonita.

	1		2		
d _{obs.}	I _{obs.}	d _{obs.}	I _{obs.}	hkl	
5,45	<10	5,53	2	0 2 0	
4,75	20	4,835	90	0 1 1	
4,40	20			1 2 0	
4,01	10			1 1 1	
3,82	<10	3,856	8	0 2 1	
3,71	30	3,754	70	2 0 0	
3,09	20			2 2 0	
3,00	100	3,038	100	0 3 1	
2,94	100	2,964	90	2 1 1	
2,80	20			1 3 1	
2,75	10	2,767	35	0 4 0	
2,65	50	2,683	50	0 0 2	
2,57	20	2,600	6	1 4 0	
2,44	10	2,458	6	0 4 1	
2,33	20	2,359	50	2 3 1	
2,26	10	2,268	2	3 0 1	
2,21	30	2,225	25	2 4 0	
2,15	10	2,178	18	2 0 2	
		2,138	6	2 1 2	
2,06	<10	2,085	6	1 3 2	
		2,045	9	0 5 1	
2,00	20	2,029	9	2 2 2	
1,96	20			1 5 1	
1,91	30	1,925	18	0 4 2	
1,86	40	1,877	25	4 0 0	
1,81	10	1,840	6	0 6 0	
1,78	<10	1,794	4	2 5 1	
1,73	<10	1,746	9	0 6 1	
1,70	50	1,711	35	2 4 2	
1,64	10			2 6 0	
1,581	70	1,596	35	4 3 1	
		1,552	30	4 4 0	
1,52	30	1,535	6	4 0 2	

1. Tantalaeschynita-(Y) (Adusumilli *et al.* 1974, ICDD 26-1).

2. Rynersonita (Foord & Mrose 1978, ICDD 29-356)

Tabela 4.10 - Parâmetros de cela unitária de tantalaeschynita-(Y) e rynersonita (grupo espacial *Pnmb*)

	1	2
$a(\text{Å})$	7,38	7,505(1)
$b(\text{Å})$	10,97	11,063(2)
$c(\text{Å})$	5,34	5,370(1)
$V(\text{Å}^3)$	432,32	445,86

1. Tantalaeschynita-(Y) (Adusumilli *et al.* 1974, ICDD 26-1) (a e c trocados entre si).
2. Rynersonita (Foord & Mrose 1978, ICDD 29-356)

Nome. Nome aplicado por Adusumilli *et al.* (1974), supondo se tratar do análogo de Ta da aeschynita-(Y). O nome tantal-aeschynita já havia sido, erroneamente, aplicado por Kornetova *et al.* (1963) para um mineral de pegmatito da Sibéria, metamítico, mas apresentando, após aquecimento, um padrão de difratometria de raios X similar ao da aeschynita-(Y), com Ti:Nb:Ta = 0,89:0,52:0,57, isto é, aeschynita-(Y) tantalífera. A partir de dados semi-quantitativos do mineral de São José do Sabugi, Adusumilli (1968) havia utilizado o nome tantal-aeschynita-(Ce). Branco (1979) traduziu o nome do mineral como tântalo-esquinita-(Y).

Material tipo. Instituto de Geociências da Universidade de Brasília e Institute of Earth Sciences, Free University, Amsterdam, Holanda. Em ambas instituições, as amostras são rotuladas NT-52.

Relação com espécies conhecidas. Grupo da aeschynita.

Estrutura cristalina. Não determinada.

Sintético. Não obtido.

Bahianita

Moore & Araki (1976a)

$\text{Al}_5\text{Sb}_3\text{O}_{14}(\text{OH})_2$ a $\text{Al}_5\text{Sb}_3(\text{Al,Be,Si})_{-2}\text{O}_{16}$, monoclinico

bahianite, bahiaíta

Aprovado CNMNM-IMA 74-27.

O mineral bahianita teve primeiramente sua estrutura cristalina publicada (Moore & Araki 1976a) e somente dois anos depois sua descrição completa foi dada a público (Moore *et al.* 1978). Dados adicionais foram obtidos por Cassedanne & Cassedanne (1980)

Ocorrência. Em concentrados de cassiterita de sedimentos de corrente, na região de Paramirim, centro-sul da Bahia, próximo à vila de Paramirim das Crioulas, Município de Água Quente. Também em outros locais da região, num raio de cerca de 25 km em torno do Pico das Almas, nas cidades de Água Quente, Rio das Contas, Livramento do Brumado e Paramirim. Os minerais associados são: quartzo, andalusita gemológica de cor verde intensa, cianita, diásporo, estauroлита com zinco, cassiterita, ouro e eskolaita.

Aparência e propriedades físicas. Grânulos e seixos arredondados (“favas”), com até 5 cm e 17g, freqüentemente com cavidades contendo cristais de bahianita com faces curvas. Às vezes com inclusões de quartzo. A morfologia não pôde ser determinada. Cor parda a creme, também marrom alaranjado a marrom, cristais em cavidades incolores, pardos ou violeta claro. Traço não mencionado. Luminescência não mencionada. Cristais comumente estriados. Geminados semelhantes aos do crisoberilo. Brilho adamantino. Translúcido. Clivagem {100} perfeita. Fratura não mencionada. D_{medida} 4,89 a 5,46 g/cm³. $D_{\text{calc.}}$ 5,26 g/cm³. H 9. Tenacidade não mencionada. Altamente resistente ao ataque por ácidos e bases.

Propriedades ópticas. Biaxial (-), α 1,81(1), β 1,87(1), γ 1,92(1), $2V\alpha$ grande. Índice de refração médio calculado (Gladstone-Dale) 1,90, $r > v$.

Dados químicos. Média de quatro conjuntos de análises por via úmida e microsonda, água pelo método de Penfield (% em peso): Sb_2O_5 57,28, Al_2O_3 35,37, Fe_2O_3 1,04, WO_3 1,20, BeO 0,75, SiO_2 1,03, H_2O 2,77, total 99,44 Fórmula empírica: $(\text{Sb}_{2,60}\text{Fe}_{0,09})_{\Sigma 2,69}(\text{Al}_{4,96}\text{W}_{0,04})_{\Sigma 5,00}(\text{Be}_{0,22}\text{Si}_{0,13}\text{Al}_{0,13})_{\Sigma 0,48}\text{O}_{13,74}(\text{OH})_{2,26}$. A fórmula ideal

$\text{Al}_5\text{Sb}_3\text{O}_{14}(\text{OH})_2$ requer Sb_2O_5 64,00, Al_2O_3 33,62, H_2O 2,38, total 100,00 %. Fórmula idealizada como uma série de $\text{Sb}_3\text{Al}_5\text{O}_{14}(\text{OH})_2$ a $\text{Sb}_3\text{Al}_5(\text{Al,Be,Si})_{\leq 2}\text{O}_{16}$.

Cristalografia. Monoclínico, $C2/m$. a 9,406(6), b 11,541(8), c 4,410(3) Å, β 99,94(3)°, V 478.66 Å³, $a:b:c = 0.8150:1:0.3821$, Z 2. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 4,712 (70) (200), 3,241 (100) (-201), 3,194 (100) (201), 2,457 (70) (240), 2,411 (70) (041), 2,156 (80) (-241), 1,648 (70) (-242), 1,635 (70) (242), 1,624 (70) (170), 1,373 (70) (081). ICDD: 29-3, 29-2 (calculado), 30-76.

Nome. em referência ao estado da Bahia. Segundo Cassedanne & Cassedanne (1980), parece estranho que o nome bahianita tenha sido adotado em vez do mais lógico “bahiaíta”. A razão deve ser, segundo os mesmos autores, que o nome “bahiaite” já houvesse sido utilizado por Washington (1914) para um piroxenito encontrado perto de Maracas (Bahia).

Material tipo. U.S. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, DC, USA.

Relação com espécies conhecidas. Grupo da simpsonita.

Estrutura cristalina. Estudada por Moore & Araki (1976a). Relacionada à da simpsonita. Baseada em átomos de oxigênio empacotados em arranjo hexagonal compacto.

Sintético. Não obtido.

Calogerasita

Guimarães (1944a e b)

(= simpsonita)

calogerasite

Após duas descrições preliminares (Guimarães 1942a e 1943), este mineral recebeu o nome de calogerasita (Guimarães 1944a e b, 1948a), em homenagem a João Pandiá Calógeras (1870-1935). De acordo com as descrições preliminares, este mineral, proveniente de um pegmatito explorado para tantalita, entre Picuí e Currais Novos, próximo à divisa entre os estados de Rio Grande do Norte e Paraíba, ocorre

como cristais de cor amarelo-mel, tetragonais, com clivagem basal distinta e fratura conchoidal; D_{medida} 7,10 a 7,30 g/cm³. Ao microscópio é incolor e transparente, uniaxial (-), com $n > 2$ e birrefringência aproximadamente como a do quartzo. Uma análise aproximada resultou em (% em peso) Ta₂O₅ 92, Nb₂O₅ 1 a 2, Al₂O₃ 3, MgO 2 a 3, CaO 3, sugerindo a fórmula Al₂(Ta₂O₆)₃·(Ca,Mg)Ta₂O₆.

No trabalho completo, a partir de novas amostras, Guimarães verificou apenas a presença de (% em peso, média de duas análises) Ta₂O₅ 73,56 e Al₂O₃ 26,16, correspondente à fórmula Al₆Ta₄O₁₉. A ocorrência é apresentada como Alto do Giz, município de Equador, Rio Grande do Norte. Algumas propriedades adicionais foram registradas: faces geralmente estriadas, mostrando distorsão proveniente de esforços, cor de traço "incolor", H 6½ a 7, fratura irregular, hábito prismático, formas observadas: {0001} pinacóide basal, {1010} prisma hexagonal de primeira ordem, {1120} prisma hexagonal de segunda ordem. Apresenta extinção reta, birrefringência 0,042. O mineral fluoresce sob radiação ultravioleta com um brilho amarelo-ouro bem acentuado nas faces e permanecendo obscuro nas fraturas recentes. Outro artigo a respeito do mineral foi publicado por Rolff (1944). Coube a Kerr & Holmes (1945) e a Pough (1945) estabelecer a identidade entre calogerasita e simpsonita, Al₄Ta₃O₁₃(OH), descrita originalmente por Bowley (1939) em Taba Taba, Austrália. A amostra original de simpsonita era impura, bem como aquela de calogerasita descrita preliminarmente por Guimarães (1942a e 1943), o que dificultou a definição de suas propriedades e a verificação da identidade entre os dois minerais. A fórmula definitiva da simpsonita foi estabelecida por Ercit *et al.* (1992a), a partir de estudos de estrutura cristalina. Alto do Giz também é a área tipo do mineral parabariomicrolita (ver). A ocorrência de alumotantita neste pegmatito e sua relação estrutural com simpsonita foram descritas por Ercit *et al.* (1992b).

Brazilita

Hussak (1892)

(= baddeleyíta)

brazilite, brasilita

O mineral brazilita (referência ao Brasil) foi descrito por Hussak (1892), a partir de amostras de Jacupiranga, São Paulo, como sendo um mineral de tântalo e nióbio. Posteriormente, Hussak (1893) publicou a primeira análise química correta para o mineral, um óxido de zircônio. Fletcher (1893) verificou a identidade entre brazilita e baddeleyíta, ZrO_2 monoclinico, descrita em Sri Lanka (na época, Ceilão) pouco antes que brazilita (Fletcher 1892). Hussak (1895a e b) concordou com esta identidade e utilizou o nome baddeleyíta para o mineral de Jacupiranga.

De acordo com Fletcher (1893), o nome brasilita já era usado comercialmente desde 1884 para uma rocha oleífera da Bahia (marauíto). Outro emprego comercial do nome brasilita refere-se a uma forma fibrosa mamelonar de zircônia, talvez distinta de baddeleyíta (Meyer 1917, Schaller 1918, Rodd 1918), denominada também de reitingerita (ver).

Reitingerita

Gagarin & Cuomo (1949)

(= baddeleyíta)

Zirconoxyd, zirconium oxide, reitingerite, brazilite, zirkite, caldasite, brasilita, brazilita, zirkita, zircita, caldasita

Hussak & Reitinger (1903) descreveram óxido de zircônio da Serra de Caldas, Minas Gerais, com hábito botrioidal fibrorradiado, considerando que representasse, talvez, uma nova modificação de zircônia, diferente de baddeleyíta. Eles obtiveram $D_{\text{medida}} 5,538 \text{ g/cm}^3$ e ZrO_2 97,19% em peso. Yardley (1926) demonstrou, por difratometria de raios X, a partir de fragmento similar do British Museum, tratar-se de baddeleyíta, ZrO_2 monoclinico. Gagarin & Cuomo (1949) atribuíram o nome reitingerita ao material, em homenagem a J. Reitinger, de Munich. Os nomes brazilita (ver) e zirkita (ver) também foram empregados para este material. O nome zircita foi

usado por Ferraz (1928). De acordo com Lee (1917 e 1919), o nome caldasito teria sido introduzido por Derby para a rocha da região de Caldas constituída quase inteiramente por baddeleyíta. Este nome, entretanto, foi algumas vezes grafado como caldasita (e.g. Oliveira 1930, Frayha 1948), como se representasse nome de mineral.

Zirkita

Anônimo (1916), Meyer (1917)

(= baddeleyíta + zircão + “orvillita”)

zirkite, brazilite, brasilita, brazilita, zirkita

Um nome comercial para minério de zircônio, contendo de 73 a 97% de ZrO_2 , correspondente a mistura mecânica de baddeleyíta, zircão e “orvillita” (ver). Ver também reitingerita e brazilita.

Oliveiraíta

Lee (1917)

(= tazheranita?)

oliveiraite, oliveirita

Este nome foi introduzido por Lee (1917 e 1919) para massas fibrorradiadas amarelo-esverdeadas associadas a euxenita de Santa Clara, Pomba, Minas Gerais. Análises químicas por via úmida (% em peso) resultaram em ZrO_2 63,36, TiO_2 29,92, H_2O 6,48, o que corresponde à fórmula $Zr_{2,89}Ti_{2,10}O_{9,98} \cdot 2,02H_2O$ ou $Zr_3Ti_2O_{10} \cdot 2H_2O$, o que pode ser simplificado para $(Zr,Ti)_5O_{10} \cdot 2H_2O$ ou $(Zr,Ti)O_2 \cdot 0,4H_2O$. Este material talvez corresponda a tazheranita, $(Zr,Ti,Ca)O_2$ cúbico. Homenagem ao geólogo brasileiro Dr. Francisco de Paula Oliveira. Ferraz (1928) grafou o nome como oliveirita.

Brazilianita

Mawe (1818)

(= gibbsita)

brazilianite

Claussenita

Dufrénoy (1845)

(= gibbsita)

claussenite

Mawe coletou um mineral mamilar, fibrorradiado, no ribeirão do Carmo, entre Ouro Preto e Mariana, perto de Mariana, Minas Gerais. Em 1813, Wollaston analisou-o e concluiu que não se tratava de barita, como Mawe pensava, mas de hidrargilita [= gibbsita, $\text{Al}(\text{OH})_3$]. Mawe (1818) denominou-o *brazilianita* (em homenagem ao Brasil), enquanto Dufrénoy (1845) chamou-o de *claussenita* (em homenagem a P. Claussen). O mineral foi reanalisado por Eustis (1883) e a notável ocorrência descrita por Costa Sena (1884). Infelizmente, de acordo com Leonardos (1970), dezenas de toneladas de lindas massas estalactíticas foram utilizadas como minério na Usina de Saramenha, da Alumínio de Minas Gerais, e a pequena jazida trabalhada até a exaustão. Chester (1896), Embrey & Fuller (1980) e Clark (1993) trazem *brazilianita* (de Mawe) como sinônimo de “*wavellita*”, mas na verdade trata-se da *wavellita* de Dewey (1820), que corresponde à “*hydrargillita*” de Cleaveland (1822) = gibbsita (de Torrey 1822, o significado hoje aceito para gibbsita; o nome hidrargilita foi abandonado). O nome *brazilianita* foi novamente utilizado por Pough & Anderson (1945a, b, c e 1946) para $\text{NaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$, significado presentemente válido (ver).

Minasita

Farrington (1912)

(uma mistura, bauxita?)

minasite

Resultados de análise química de uma “fava” de concentrado de trabalhos de lavagem de diamante de Minas Gerais (de onde foi originado o nome) sugeriram

preliminarmente um novo hidróxido de alumínio, de composição $2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Posteriormente, Farrington (1916) omitiu este nome e admitiu que o material fosse impuro. Ford (1916) descreveu-o incorretamente como um fosfato hidratado de alumínio.

Capítulo 5

Carbonatos

Eschwegita

Lévy (1837)

(= celestina)

eschwegite

Este nome foi atribuído por Lévy (1837) à celestina, SrSO_4 ortorrômbico, de Antônio Pereira, Minas Gerais. Ver os diversos significados atribuídos ao nome eschwegita.

Eschwegita

Zincken (1819)

(= barita com Sr)

eschwegite

A designação de eschwegita foi dada por Zincken (1819) à variedade estronciana de barita, BaSO_4 ortorrômbico, de Mariana, Minas Gerais, coletada por Eschwege, que "*compunha-se de barita sulfurosa, terra piritosa e um pouco de ferro e estrôncio*". Segundo Branco (1979), é uma variedade granular de barita com estrôncio e ferro, de Ouro Preto, Minas Gerais. Ver os diversos significados atribuídos ao nome eschwegita.

LANTANITA-(Nd) e LANTANITA-(La)

O mineral lantanita foi descrito pela primeira vez em Bastnäs, Suécia (Berzelius 1825). A fórmula $(\text{La,Ce})_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ foi atribuída a partir da análise química mais completa do mineral de Bastnäs, publicada por Lindström (1910) (% em peso):

(La,Di) ₂ O ₃	28,34
Ce ₂ O ₃	25,52
Y ₂ O ₃	0,79
CO ₂	21,95
Ce ₂ O ₃	25,52
H ₂ O	23,40
Total	100,13

Di representa 'didímio', nome aplicado a vários elementos de terras-raras, incluindo Nd, Pr etc., que não podiam ser diferenciados quimicamente na época. Conseqüentemente, o valor de 28,34 % em peso representa não somente La₂O₃, mas também Di₂O₃. A porcentagem verdadeira de La₂O₃ poderia, então, ser inferior àquela de Ce₂O₃ na análise, e o elemento de terras-raras predominante poderia ser Ce (ou Nd) e não La. Atencio *et al.* (1989) demonstraram que o elemento predominante é Ce.

As regras vigentes de nomenclatura para minerais de terras-raras (Bayliss & Levinson 1988) estabelecem que o nome do mineral deve receber um sufixo com o elemento de terras-raras predominante. Assim, o mineral de Bastnäs é lantanita-(Ce) e não lantanita-(La) como se acreditava. A localidade tipo para lantanita-(La), correntemente aceita como Bastnäs, Suécia, não é apropriada, sendo mais adequada sua redefinição como Curitiba, Paraná.

Três ocorrências de minerais do grupo da lantanita pobres em Ce são conhecidos no Brasil. A primeira está localizada na cidade de Curitiba e regiões vizinhas, Paraná, onde existem vários afloramentos da Formação Guabirotuba, Bacia de Curitiba (Coutinho 1955, Ansell *et al.* 1976, Cesbron *et al.* 1979, Roberts *et al.* 1980, Svisero & Mascarenhas 1981, Fujimori 1981, Trescases *et al.* 1986, Trescases & Fortin 1988, Fortin 1989, Formoso *et al.* 1989). O nome lantanita-(Nd) foi aplicado pela primeira vez por Roberts *et al.* (1980), com aprovação da CNMNM - IMA. Svisero & Mascarenhas (1981) e Fujimori (1981), desconhecendo o artigo de Roberts *et al.* (1980), também descreveram o mineral de Curitiba. Sem aprovação da CNMNM - IMA, Svisero & Mascarenhas (1981) aplicaram os nomes "coutinhita" (em homenagem ao Prof. Dr. José Moacyr Vianna Coutinho) e "neodimita" (por analogia com lantanita) para um mineral que corresponde a lantanita-(La)

(Tabela 5.1, análise 2), enquanto Fujimori (1981) aplicou os nomes "coutinita" (em homenagem ao mesmo Prof. Dr. José Moacyr Vianna Coutinho) e "neodimita" (também por analogia com lantanita) para um mineral que corresponde a lantanita-(Nd) (Tabela 5.1, análises 3 e 4). Os nomes "coutinita", "coutinhita" e "neodimita" não seguem as regras de nomenclatura para minerais de terras-raras e foram formalmente descartados (Nomenclature Proposal 98-B) por Atencio (1999).

A segunda ocorrência, verificada em apenas um afloramento, foi registrada em sedimentos da Formação Resende, Bacia de Taubaté, no município de Santa Isabel, São Paulo (Coimbra *et al.*, 1989). Uma terceira ocorrência (Waber, 1990) foi verificada no Morro do Ferro, Poços de Caldas, Minas Gerais.

Seguindo o sistema de nomenclatura para minerais de terras-raras (Bayliss & Levinson 1988), o mineral de Curitiba é classificado como lantanita-(Nd) ou lantanita-(La), enquanto o de Santa Isabel é lantanita-(La). Entretanto, as oito análises químicas para o mineral de Curitiba e a única existente para a amostra de Santa Isabel apresentam a relação Nd:La de aproximadamente 1:1. Na verdade, em cada cristal há pontos que correspondem a lantanita-(La) e a lantanita-(Nd). Nenhum dado quantitativo é disponível para a lantanita de Poços de Caldas; entretanto, um espectro de EDS obtido por Waber (1990) sugere uma relação Nd:La similar àquela para os minerais de Curitiba e Santa Isabel. Duas outras ocorrências de lantanita-(Nd) e cinco de lantanita-(Ce) foram registradas na literatura. Nenhuma outra ocorrência de lantanita-(La) é conhecida até o momento.

As primeiras análises para lantanita-(La), referentes a mineral de Curitiba, Paraná, foram publicadas na ficha ICDD 30-678 (Tabela 5.1, análise 1). De acordo com H.G. Ansell (comunicação pessoal, 1996), as análises referentes a material enriquecido em La com relação a Nd foram obtidas nas mesmas três amostras citadas por Ansell *et al.* (1976), NMC 12213, NMC 12214 e NMC 12215, armazenadas no Geological Survey of Canada, que também são os espécimens tipo de lantanita-(Nd).

Tabela 5.1. Resultados de análises químicas de minerais do grupo da lantanita recalculados para REE = 100% (em porcentagens atômicas) (Svisero & Atencio 1993)

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Yb	ref.
1	41,8		8,3	40,1	5,9	1,0	2,9						a
2	41,8	0,1	9,1	38,3	6,6	1,2	1,8	0,2	0,7	0,1		0,1	b
3	39,1		6,1	42,3	12,5								c
4	39,9		5,8	41,3	13,0								c
5	37,4		6,5	40,7	8,8	1,3	5,3						d
6	37,4	0,1	9,8	40,6	7,4	1,1	2,9		0,7				e
7	31,6	0,2	10,7	44,1	7,6	1,2	3,6	0,3	0,7				f
8	35,4	0,1	9,7	42,8	6,9	1,4	2,8	0,3	0,6				g
9	40,4	0,5	7,0	40,0	6,0	0,6	3,6	0,2	0,9	0,5	0,3		h
10	30,9	2,2	10,0	44,5	6,8	1,5	3,1	0,2	0,7		0,1		i
11	33,4		14,6	42,2	5,7	1,1	2,5		0,5				j
12	27,3	55,1	5,0	10,8	0,9	0,9							k
13	33,3	50,0	6,0	9,8	0,9								l
14	22,2	51,0	5,6	18,1	1,3	0,1	0,8	0,8	0,2			0,1	m
15	27,3	38,7		27,0	4,4		2,6						n
16	20,1	46,2	6,1	21,3	3,0		2,4		0,6		0,3		j

1, 2 e 9. Lantanita -(La).

3 a 8, 10 e 11. Lantanita-(Nd).

12 a 16. Lantanita-(Ce).

1 a 8. Curitiba, Paraná, Brasil.

9. Santa Isabel, São Paulo, Brasil.

10. Kirigo, Japão.

11. Bethlehem, Lehigh County, Pennsylvania, Estados Unidos.

12 e 13. Vuoriyarvi, Península de Kola, Rússia.

14. Bayan Obo, China.

15. Wales, Reino Unido.

16. Bastnäs, Suécia.

a) ICDD 30-678; b) Svisero & Mascarenhas (1981); c) Fujimori (1981); d) Ansell *et al.* (1976); e) Cesbron *et al.* (1979); f) Trescases *et al.* (1986); g) Trescases & Fortin (1988); h) Coimbra *et al.* (1989); i) Nagashima *et al.* (1986); j) Atencio *et al.* (1989); k) Kapustin (1966); l) Kapustin (1971); m) Zhang & Tao (1986); n) Bevins *et al.* (1985).

A seguir serão apresentadas as descrições de lantanita-(Nd) e lantanita-(La). A descrição para lantanita-(Nd) é aquela de Roberts *et al.* (1980) para o mineral de Curitiba, que ao mesmo tempo engloba porções de lantanita-(La). A descrição apresentada para lantanita-(La) é a de Coimbra *et al.* (1989) para o mineral de Santa Isabel.

Lantanita-(Nd)

Roberts *et al.* (1980)

$(\text{Nd},\text{La})_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, ortorrômbico

Aprovado CNMNM – IMA 79-074

lanthanite-(Nd), coutinite, neodymite, coutinita, neodimita, lantanita

Ocorrência. Em Curitiba, Paraná (localidade tipo), em calcrete branco que preenche fraturas irregulares centimétricas em argilito arenoso verde, associada a calcita e crostas dendríticas de óxidos de Mn e Fe. Em Kirigo, Hizen-cho, Higashi Matsuura-gun, Saga Prefecture, Japão, em fissuras em álcali olivina basalto, associada a kimuraite-(Y). Em Bethlehem, Lehigh County, Pennsylvania, Estados Unidos, em minérios oxidados de zinco.

Aparência e propriedades físicas. Cristais ortorrômbicos bem formados são raros e não excedem 2 mm em comprimento. Formas {001}, {010}, {100}, {101}, {122} e {121}. Cristais achatados em [010]. Geminação em [101]. Rosa vivo. Traço branco. Brilho vítreo a perláceo. Transparente. Não fluorescente. H 2½-3; tenacidade não mencionada. Clivagem {010} perfeita, {101} muito boa; fratura não mencionada. Efervescência vigorosa em HCl diluído. $D_{\text{medida}} 2,81(3) \text{ g/cm}^3$ $D_{\text{calc.}} 2,816 \text{ g/cm}^3$.

Propriedades ópticas. Biaxial (-), $\alpha 1,532(1)$, $\beta 1,590(1)$, $\gamma 1,614(1)$, $2V 61^\circ$ (medido), $63,5^\circ$ (calculado). $X = b$, $Y = c$, $Z = a$.

Dados químicos. Análises por via úmida, H₂O pelo método de Penfield (% em peso): Nd₂O₃ 21,84, La₂O₃ 19,44, Pr₂O₃ 5,18, Sm₂O₃ 4,10, Gd₂O₃ 1,69, Eu₂O₃ 0,60, Dy₂O₃ 0,44, Y₂O₃ 0,22, Ce₂O₃ 0,03, ThO₂ 0,03, CO₂ 22,15, H₂O 22,75, total 98,47. Fórmula empírica $(\text{Nd}_{0,397}\text{La}_{0,365}\text{Pr}_{0,096}\text{Sm}_{0,072}\text{Gd}_{0,029}\text{Eu}_{0,010}\text{Dy}_{0,07}\text{Y}_{0,006})_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. A fórmula ideal $(\text{Nd},\text{La})_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ com Nd:La 1:1 requer Nd₂O₃ 27,70, La₂O₃ 26,83, CO₂ 21,74, H₂O 23,73, total 100,00 %.

Cristalografia. Ortorrômbico, *Pbnb*, $a 9,476(4)$, $b 16,940(8)$, $c 8,942(4)$ Å, $V 1435,40$ Å³, $Z 4$, $a:b:c = 0,5594:1:0,5279$. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 8,50 (100) (020), 4,741 (52) (200), 4,473 (56) (002), 4,233 (28) (040), 4,139 (34) (220), 3,953 (32) (022), 3,252 (63) (202), 3,038 (58) (222), 2,579 (30) (242), 2,032 (29) (422). ICDD: 30-678.

Nome. Em alusão à composição química.

Material tipo. NMC 12213, NMC 12214 e NMC 12215, armazenadas no Geological Survey of Canada.

Relação com espécies conhecidas. Grupo da lantanita.

Estrutura cristalina. Determinada para lantanita-(Ce).

Sintético. Não obtido.

Lantanita-(La)

Nickel & Mandarino (1988)

$(La,Nd)_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$, ortorrômbico (amostra-tipo deveria ser do Brasil)

lanthanite-(La), coutinhite, neodymite, coutinhita, neodimita, lantanita

Ocorrência. Em Curitiba, Paraná, e Santa Isabel, São Paulo, ambas em calcrete branco que preenche fraturas irregulares centimétricas em argilito arenoso verde, associada a calcita e crostas dendríticas de óxidos de Mn e Fe. A localidade tipo é tida como Bastnäs, mas o mineral daquela localidade é lantanita-(Ce), não lantanita-(La).

Aparência e propriedades físicas. Cristais achatados de 2 a 3 mm em comprimento. Formas {001}, {010}, {100}, {101} e {121}. Cristais achatados em [010]. Geminação em [101]. Violeta. Traço branco. Brilho perláceo a vítreo. Transparente. Não fluorescente. H 2½-3; não quebradiça. Clivagem {010} muito boa, {101} boa; fratura irregular. Efervescência em HCl diluído a frio. D_{medida} 2,82 (3) g/cm^3 $D_{calc.}$ 2,809 g/cm^3 .

Propriedades ópticas. Biaxial (-), α 1,529(3), β 1,595(3), γ 1,617(3), $2V$ 58° (medido), 60° (calculado). $X = b$, $Y = c$, $Z = a$.

Dados químicos. Análises por via úmida, H₂O e CO₂ por analisador de CHN (% em peso): Nd₂O₃ 22,77, La₂O₃ 22,28, Pr₂O₃ 3,89, Sm₂O₃ 3,57, Gd₂O₃ 2,20, Y₂O₃ 0,94, Dy₂O₃ 0,58, Eu₂O₃ 0,37, Ho₂O₃ 0,33, Ce₂O₃ 0,29, Er₂O₃ 0,20, Tb₂O₃ 0,13, Yb₂O₃ <0,02, CO₂ 21,43, H₂O 21,00, total 100,00. Fórmula empírica $(La_{0,394}Nd_{0,390}Pr_{0,068}Sm_{0,059}Gd_{0,035}Y_{0,024}Dy_{0,009}Eu_{0,006}Ho_{0,005}Ce_{0,005}Er_{0,003}Tb_{0,002}Yb_{<0,0003})_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$. A fórmula ideal $(La,Nd)_2(CO_3)_3 \cdot 8H_2O$ com La:Nd 1:1 requer La₂O₃ 26,83, Nd₂O₃ 27,70, CO₂ 21,74, H₂O 23,73, total 100,00 %.

Cristalografia. Ortorrômico, *Pbnb*, *a* 9,490(7), *b* 16,94(1), *c* 8,941(7) Å, *V* 1437,1 Å³, *Z* 4, *a:b:c* = 0,5602:1:0,5278. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 8,530 (100) (020), 4,765 (50) (200), 4,490 (45) (002), 4,246 (60) (040), 4,158 (35) (220), 3,258 (70) (202), 3,036 (80) (222), 2,825 (45) (060), 2,709 (45) (160), 2,580 (55) (242). ICDD: 30-678.

Nome. Em alusão à composição química.

Material tipo. NMC 12213, NMC 12214 e NMC 12215, armazenadas no Geological Survey of Canada.

Relação com espécies conhecidas. Grupo da lantanita.

Estrutura cristalina. Determinada para lantanita-(Ce).

Sintético. Não obtido.

Quintinita-2H

Chao & Gault (1997)

$Mg_4Al_2(OH)_{12}(CO_3) \cdot 3H_2O$, hexagonal

Aprovado CNMNM – IMA 92-028

quintinite-2H

Este mineral foi originalmente descrito por Menezes & Martins (1984), no carbonatito de Jacupiranga, São Paulo, como “manasseíta”, $Mg_6Al_2(OH)_{16}(CO_3) \cdot 4H_2O$ hexagonal, formando trapezoidros hexagonais modificados por um prisma e um pinacóide basal. A forma trapezoidro, entretanto, é incompatível com o grupo espacial da manasseíta, *P6₃/mmc*. Coube a Chao & Gault (1997) verificar que se tratava de um mineral novo, de fórmula $Mg_4Al_2(OH)_{12}(CO_3) \cdot 3H_2O$ e grupo espacial *P6₃22*, ao qual atribuíram o nome *quintinita-2H*.

Ocorrência. Em cavidades do carbonatito dolomítico de Jacupiranga, São Paulo. Neste carbonatito foram descritos ancylita, aragonita (secundária), haddeleyíta, barita, brucita, calcita (primária e secundária), calcopirita, clinohumita titanífera, dolomita, fluorapatita, forsterita, galena, geikielita, ilmenita magnésiana, magnetita, flogopita, pirita, pirrotita, quartzo (secundário), serpentina, estroncianita, uranopirocloro e valleriíta (Menezes & Martins (1984). Conforme observaram Chao & Gault (1997), um mineral hexagonal de

composição idêntica à da quintinita-2H foi encontrado em depósitos de evaporitos da Ásia central (Drits *et al.* 1986 e 1987), ao qual foi atribuído o nome de manasseíta.

Aparência e propriedades físicas. Cristais equidimensionais de até 5 mm e cristais prismáticos de até 3 mm de comprimento. Formas {0001} e um trapezoedro {hkil} com ou sem {10-10}. Geminação não observada. Vermelho-laranja, laranja e marrom claro. Traço branco. Brilho vítreo. Transparente. Não fluorescente. H aproximadamente 2; quebradiça. Clivagem {0001} perfeita; fratura irregular. É levemente atacada por HCl 1:1 e mais intensamente por HNO₃ 1:1, e muito fortemente por H₂SO₄ 1:1, todos com efervescência. D_{medida} 2,14 (1) g/cm³ D_{calc.} 2,15 g/cm³.

Propriedades ópticas. Uniaxial (+), ω 1,533(1), ϵ 1,533(1). Pleocrômico, com ω = amarelo e ϵ = amarelo mais claro.

Dados químicos. Análises por microsonda eletrônica, H₂O e CO₂ calculados (média de 4 análises, % em peso): MgO 33,19, FeO 0,74, Fe₂O₃ 1,15, Al₂O₃ 20,52, CO₂ 9,17, H₂O 33,80, total 98,57. Fórmula empírica (Mg_{3,95}Fe_{0,05})(Al_{1,93}Fe_{0,07})(OH)₁₂(CO₃)₃.3H₂O. A fórmula ideal Mg₄Al₂(OH)₁₂(CO₃).3H₂O requer MgO 34,35, Al₂O₃ 21,72, CO₂ 9,38, H₂O 34,55, total 100,00 %.

Cristalografia. Hexagonal, P6₃22, *a* 10,571(1), *c* 15,139(7) Å, *V* 1465(1) Å³, *Z* 4, *c*:*a* = 0,6982. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 7,63 (100) (002), 3,785 (100) (004), 2,603 (15) (221), 2,496 (15) (222), 2,341 (15) (223), 2,166 (15) (224), 1,991 (15) (225), 1,825 (20) (226), 1,495 (15) (602).

Nome. Em homenagem a Quintin Wight (1935-), de Ottawa, Ontario, Canadá, autor do livro *The Complete Book of Micromounting*, de 1993.

Material tipo. Cotipos armazenados no Canadian Museum of Nature, Ottawa, Canadá, sob códigos CMNMI 81546, CMNMI 47266 e CMNMI 81548, e no Royal Ontario Museum, Toronto, Canadá, sob códigos M46768, M46769 e M46770.

Relação com espécies conhecidas. No mesmo trabalho, foi descrito o politipo quintinita-3T, além de outros membros do grupo hidrotalcita-manasseíta, ao qual pertence.

Estrutura cristalina. Determinada por Arakcheeva *et al.* (1996).

Sintético. Não obtido.

Capítulo 6

Sulfatos

Harttita

Hussak (1906d)

(= svanbergita)

harttite, Harttit

O mineral harttita, encontrado em fundo de batéia, foi descrito por Hussak (1906d e 1917) como favas de cor vermelho-carne em areias diamantíferas do rio São José, próximo a Lençóis, Bahia. O nome lembra o geólogo Prof. Charles Frederic Hartt (1840-1878), primeiro diretor do Serviço Geológico do Brasil. Segundo Hussak, Damour havia verificado, nas areias diamantíferas da Bahia, favas fosfatadas, cor de carne, sem entretanto precisar a sua composição química. Hussak já notara a semelhança entre a composição química da harttita e a da svanbergita, $\text{SrAl}_3(\text{SO}_4)(\text{PO}_4)(\text{OH})_6$, trigonal. A identidade entre os dois minerais foi demonstrada por Tavora (1951b), a partir de resultados de difratometria de raios X e análises químicas de amostra da localidade-tipo, pertencente ao Museu da Divisão de Geologia e Mineralogia do Departamento Nacional de Produção Mineral. Apesar disto, o nome harttita ainda foi utilizado por Gomes *et al.* (1996).

Ferrohalotriquita

Vieira de Mello (1969)

(= halotriquita)

ferrohalotrichite

O nome ferrohalotriquita foi aplicado por Vieira de Mello (1969) à halotriquita, $\text{FeAl}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$ monoclinico, das localidades de Frecheiras e Capa-Rosa, no município de Piripiri, e Mocambo, no município de Pedro II, estado do Piauí. O mineral ocorre como eflorescências brancas em xisto com pirita, associado a epsomita e enxofre nativo. Análises

químicas (% em peso): FeO 10,30, Fe₂O₃ 0,70 MgO 0,55, CaO 0,10, Al₂O₃ 9,40, SO₃ 35,70, H₂O 42,20, total 98,95%. D_{medida} 1,75 g/cm³. Biaxial (-), α 1,480, γ 1,486, $2V$ 30 a 40°, $Z \wedge c$ 33°. A partir de um difratograma de raios X, foram calculados a 21,836, b 23,763, c 12,754 Å, β 97°22'. De acordo com Povarennykh (1972), a fórmula do mineral halotriquita seria (Mg,Fe)Al₂(SO₄)₄•22H₂O, existindo duas subespécies, magnesiohalotriquita [= pickeringita] e ferrohalotriquita. O nome ferrohalotriquita foi rejeitado pela IMA (1980).

Capítulo 7

Fosfatos

Chavesita

Murdoch (1958)

(= monetite)

chavesite

Este mineral foi descrito por Murdoch (1958) em uma superfície de fratura em litiofilita do Pegmatito Boqueirão, próximo a Parelhas, Rio Grande do Norte, acompanhado por hureaulita e tavorita (ver). Ocorre como uma cobertura fina, intermitente, cristalina, incolor, às vezes apresentando cristais individuais pobremente formados. O nome foi dado em homenagem ao Dr. Onofre Chaves, engenheiro do Departamento Nacional de Produção Mineral. Segundo Murdoch (1958), tratava-se de fosfato hidratado de cálcio e manganês, mas não existia material suficiente para análises químicas. Kampf & Dunn (1994), estudando o material original, armazenado no Department of Earth and Space Sciences, da Universidade da Califórnia, Los Angeles, Estados Unidos, concluíram tratar-se de monetita, CaHPO_4 , triclinico. A amostra original foi então depositada no Natural History Museum, Los Angeles, Estados Unidos, sob números 38919-38925.

Castelnaudita

Damour (1853)

(= xenotímio-(Y) + diásporo)

castelnaudite

Damour (1853) descreveu um “hidrofosfato de ítrio”, em cristais branco-acinzentados ou amarelo-pálidos, associado a quartzo, feldspato, rutilo, anatásio, brookita, zircão, diásporo, ouro, magnetita etc., em areias diamantíferas de Chapada, Bahia. Acreditando que fosse um mineral novo, denominou-o castelnaudita, em homenagem ao

cônsul francês M. de Castelnau, que também estudava areias diamantíferas da Bahia ao tempo de Damour. Para Ferraz (1928), a castelnaudita é uma variedade de xenotímio que ocorre nas areias Diamantina, Minas Gerais, e da Bahia. Posteriormente, Damour (1856) mencionou a presença de dois fosfatos de ítrio em areias de Chapada, Bahia: o primeiro é um fosfato de ítrio branco (que corresponde à castelnaudita, mas aqui aparece sem nome) e o segundo um fosfato de ítrio titanífero (= xenotímio-(Y) – mas aqui também sem nome –, tido anteriormente como silicato de ítrio; ver thellita). Quanto ao primeiro fosfato, Damour (1856) observou: “*Em uma nota precedente, designei esta espécie como hidrofosfato de ítrio, posto que reconheci que ela continha água. Assegurei-me mais tarde que a presença de água nas amostras submetidas a meu primeiro ensaio era devida a uma mistura com lamelas de diásporo, espécie que se encontra na mesma areia, e de características exteriores que se confundem facilmente com aquelas do fosfato de ítrio branco.*”

Assim sendo, o próprio Damour negou a existência de sua espécie castelnaudita, a qual seria constituída por mistura de xenotímio-(Y), YPO_4 tetragonal, e diásporo, α - $AlO(OH)$ ortorrômbico.

Hussakita

Kraus & Reitinger (1901)

(= xenotímio-(Y))

hussakite

Xenotímio-(Y) foi identificado por Gorceix (1885) em areias diamantíferas de Datas, Minas Gerais. Kraus & Reitinger (1901), estudando este mineral, julgaram encontrar nele cerca de 6% de ácido sulfúrico e criaram a espécie hussakita, que diziam ser um sulfo-fosfato de Y, Er e pequena porcentagem de Gd. O nome homenageia o Dr. Eugen Hussak, do Serviço Geológico de São Paulo.

Análises posteriores com material idêntico por Hussak (1907) não confirmaram a presença de SO_3 em proporção suficiente para ser criada uma nova espécie (0,25% no máximo).

De acordo com Hussak (1907), a hussakita identificada por Rösler (1902) como constituinte de rocha, era, em verdade, zircão.

Arupita

V.F.Buchwald (1990)

$\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, monoclinico

Aprovado CNMNM - IMA 88-008

arupite

Este mineral foi descrito no meteorito Santa Catarina, a partir do qual foi gerado o nome catarinita (ver). O meteorito está profundamente alterado devido a longa exposição a clima subtropical. As partes inalteradas do meteorito são constituídas por taenita, tetrataenita (ver), troilita e schreibersita.

Ocorrência. Nas partes corroídas do meteorito de ferro Santa Catarina, rico em níquel, encontrado em 1875, no Morro do Rocio, São Francisco do Sul, Santa Catarina. Minerais secundários associados são honessita, reevesita, heazlewoodita, pentlandita, akaganeíta, goethita, hematita e magnetita.

Aparência e propriedades físicas. Agregados terrosos de até 2mm em diâmetro. Os grãos individuais são prismas curtos de 2 a 5 μm de comprimento. Azul-céu a azul-turquesa. Brilho fosco. Translúcido. Não fluorescente. $D_{\text{calc.}}$ 2,85 g/cm³. H 1,5 a 2.

Propriedades ópticas. Biaxial, α' 1,632(5), γ' 1,680(5) (luz branca), pleocroísmo X azul e Z incolor.

Dados químicos. 23 análises por microsonda eletrônica (% em peso): NiO 40,18, CoO 0,39, FeO 4,53, P₂O₅ 27,60, H₂O 27,30 (por diferença), fórmula: $(\text{Ni}_{2,78}\text{Fe}_{0,33}\text{Co}_{0,03})_{\Sigma 3,14}(\text{PO}_4)_{2,01}\text{O}_{0,12} \cdot 7,84\text{H}_2\text{O}$. A fórmula simplificada $\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ requer NiO 43,93, P₂O₅ 27,82 e H₂O 28,25, total 100,00%.

Cristalografia. Monoclinico, $I2/m$. a 9,889(15), b 13,225(11), c 4,645(4) Å, β 102,41(11)° V 981,8(7) Å³, Z 2. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 7,878 (36) (110), 6,624 (100) (020), 4,818 (61) (200), 3,805 (50) (101), 2,922 (72) (-301) e 2,672 (46) (-321).

Nome. Em homenagem a Hans Arup (1928-), diretor do Danish Corrosion Center, Copenhagen, Dinamarca.

Material tipo. Division of Meteorites, Smithsonian Institution, Washington, DC, USA. Registros 659, 804, 877, etc.

Relação com espécies conhecidas. Grupo da vivianita. É o análogo de níquel da vivianita.

Estrutura cristalina. Não estudada.

Sintético. ICDD 33-951.

Harbortita

Brandt (1932)

(= wardita)

harbortite, Harbortit, harborita, trauirita

O mineral harbortita foi descrito originalmente por Brandt (1932) na ilha de Trauíra e serra do Pirocaua, estado do Maranhão. A fórmula $6\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$ [$=\text{Al}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_3 \cdot 2,75\text{H}_2\text{O}$, diferindo da wavellita por conter menos água] foi-lhe atribuída a partir de 12 análises químicas. Estas apresentavam, entretanto, apreciável quantidade de Na e Fe, que poderiam ser essenciais ao mineral. Argentière (1971) observou que Brandt deveria ter dado o nome de trauirita ao mineral. Costa *et al.* (1980) reestudaram a mineralogia da ilha de Trauíra, identificando o mineral denominado “harbortita” como wardita, $\text{NaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tetragonal.

Ocorrência. Encontrada em um laterito fosfatizado sobre diabásio(?) ou complexos máficos-ultramáficos metamorfizados, com fácies ricas em apatita, na ilha de Trauíra e serra do Pirocaua, estado do Maranhão. Com dufrenita, mitridatita, beraunita, crandallita e goyazita (ver). O depósito provavelmente originou-se pela ação de soluções fosfatadas de guano sobre laterito. Conforme Costa *et al.* (1980), a wardita é abundante na ilha de Trauíra e no morro Jandiá, associada com crandallita-goyazita e goethita. Em Itacupim, ocorre disseminada em horizonte de argila, como alteração de apatita e wavellita.

Aparência e propriedades físicas. Pequenos esferulitos (oólitos) de cor branca, amarelada, amarronzada e pseudo-octaedros [pensou-se que talvez fossem “pseudomorfos sobre pirita”, mas verificou-se (Costa *et al.* 1980) que eram bipirâmides tetragonais e não pseudomorfos] (Figura 7.1). D_{medida} . 2,781 a 2,798 g/cm³. H 5 a 5,5.

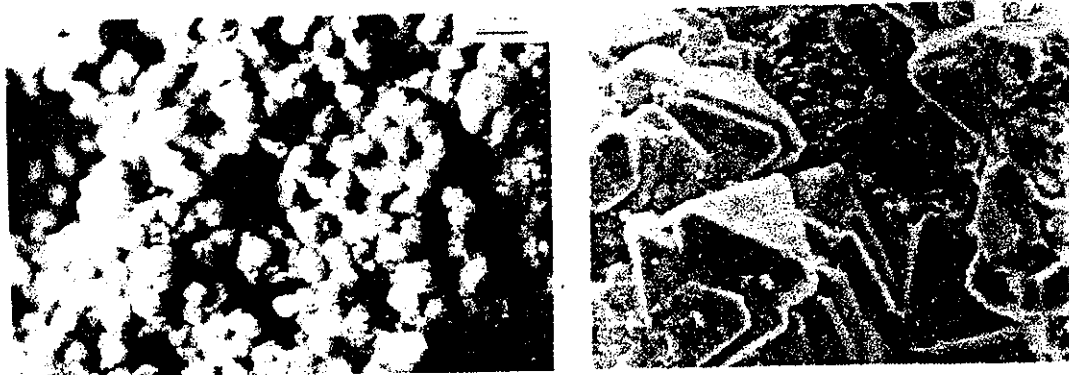


Figura 7.1. Wardita (“harbortita”) de Trauíra, Maranhão. À esquerda, oólitos e à direita, bipyramides tetragonais. (Costa *et al.* 1980).

Propriedades ópticas. Biaxial (wardita às vezes é anormalmente biaxial), n 1,602 a 1,618. Birrefringência fraca. Extinção paralela. Fibras mostram alongação negativa. De acordo com Costa *et al.* (1980), ao microscópio apresenta-se esferolítica e acicular-radial, de cor amarelada, às vezes envolvida por película de goethita, e com extinção ondulante.

Dados químicos. Na Tabela 7.1, são comparados 4 dos 12 resultados apresentados por Brandt (1932) com aquele obtido por Costa *et al.* (1980).

Tabela 7.1. Análises químicas de "harbortita" e wardita de Trauíra, Maranhão (% em peso).

	1	2	3	4	5
Na ₂ O	3,7	4,5	4,7	4,4	5,2
CaO	1,2	1,2	1,6	2,6	1,0
Al ₂ O ₃	33,4	32,7	32,7	31,5	35,1
Fe ₂ O ₃	3,8	5,1	4,5	7,3	4,7
P ₂ O ₅	35,7	34,1	35,4	28,2	33,5
SiO ₂	2,8	0,8	0,6	6,6	2,5
TiO ₂	1,0	1,2	1,3	1,3	0,19
H ₂ O	18,0	18,6	18,6	17,8	17,3
Total	99,6	98,2	99,4	99,7	99,85

1 a 4. "harbortita" de Trauíra, Maranhão. 1 e 2 referem-se a esferulitos brancos, 3 refere-se a um octaedro branco, 4 apresenta mistura com goethita e caulinita. Brandt (1932)
 5. wardita de Trauíra, Maranhão. O total inclui (% em peso) 0,06 MgO, 0,3 K₂O e traços de SrO. Costa *et al.* (1980).

Cristalografia. Diagramas Debye-Scherrer mostraram que as duas formas são idênticas, mas diferem de wavellita e dufrenita. O padrão de difração assemelha-se àquele da turquesa (Jung 1935). O resultado obtido por Costa *et al.* (1980) é apresentado na Tabela 7.2.

Tabela 7.2. Padrão de difratometria de raios X de wardita de Trauíra, Maranhão (Costa *et al.* 1980)

d(Å)	I/I ₀	hkl	d(Å)	I/I ₀	hkl
6.60	8	101	2.584	25	205
5.66	5	102	2.537	6	107
4.97	20	110	2.424	3	215
4.77	80	111	2.377	3	117
4.72	100	004	2.309	3	223
		103	2.255	6	108
3.92	13	113	2.153	6	207
3.46	13	201	2.105	15	304
3.29	3	202	2.061	4	217
3.10	30	211	2.022	3	109
3.08	40	203	1.988	3	305
3.02	23	115	1.959	8	226
2.993	45	212	1.924	5	315
2.819	20	213	1.890	2	218
2.627	2	214			

Nome. Em homenagem ao Prof. Dr. Erich Harbort (1879-1929), de Berlin-Charlottenburg

Material tipo. Não obtido

Goyazita

Damour (1884)

$\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})(\text{OH})_6$, trigonal

goyazite, goyasita, goiasita, geraesita, goiaita

Goyazita foi determinada originalmente por Damour (1884) em areias remetidas pelo Professor A. de Bovet, que então trabalhava em uma lavra diamantífera de Ribeirão do Inferno, próximo a Diamantina, Minas Gerais (Hussak 1917). Damour, entretanto, afirmou apenas que o material era de terrenos diamantíferos de Minas Gerais. Na análise química inicial, Damour confundiu Sr com Ca, e o mineral foi, então, descrito como um fosfato básico de cálcio a alumínio. As amostras originais de Damour, armazenadas no Museu de Paris, foram reexaminadas por Hussak (1917), que verificou serem portadoras de

estrôncio. A descrição que se segue é uma descrição combinada de várias ocorrências, já que praticamente inexistem dados sobre a goyazita da ocorrência tipo.

Ocorrência. Em uma lavra diamantífera de Ribeirão do Inferno, Serra de Congonhas, próximo a Diamantina, Minas Gerais.

Aparência e propriedades físicas. Cristais romboédricos pequenos, pseudo-cúbicos {10-12} ou tabulares {0001} com faces de rombo estriadas horizontalmente; seixos e grãos rolados. Incolor, rosa, amarelo mel. Transparente. Brilho gorduroso a resinoso; perláceo em {001}. Clivagem {001} perfeita. H 4½ a 5. D_{medida} 3,220 g/cm³; $D_{\text{calc.}}$ 3,244 g/cm³. Lentamente solúvel em ácidos.

Propriedades ópticas. Uniaxial (+), ω 1,629, ϵ 1,639. Às vezes anormalmente biaxial.

Dados químicos. A fórmula ideal $\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})(\text{OH})_6$ requer SrO 22,45, Al_2O_3 33,12, P_2O_5 30,77, H_2O 13,66, total 100,00 %.

Cristalografia. Trigonal, $R\text{-}3m$, a 7,0218, c 16,597 Å, V 708,69 Å³, Z 3, $c:a = 2,3636$. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 5,704 (65) (101), 3,511 (40) (110), 2,991 (13) (021), 2,965 (100) (113), 2,765 (20) (006), 2,209 (45) (107), 1,903 (20) (033), 1,756 (12) (220). ICDD: 34-152 e 11-194.

Nome. Em homenagem ao estado de Goiás (na época, Goyaz). Sendo o mineral proveniente de Minas Gerais e até hoje desconhecido em Goiás é para lastimar, segundo Hussak (1917), que não tivesse sido denominado "geraesita" em lugar de goyazita. Ver outro significado atribuído a geraesita.

Material tipo. Museu de Paris.

Relação com espécies conhecidas. Pertence ao grupo da plumbogumita.

Estrutura cristalina. Refinada por Kato (1987), a partir de amostra da mina Palermo, North Groton, New Hampshire, Estados Unidos.

Sintético. Shwab *et al.* (1990a).

Florencita-(Ce)

Hussak & Prior (1899)

$CeAl_3(PO_4)(PO_3OH)(OH)_6$, trigonal

florencite-(Ce), florencite, florencita

Este mineral foi descrito originalmente por Hussak & Prior (1899 e 1900) em três ocorrências brasileiras (ver a seguir). Lefebvre & Gasparrini (1980) publicaram dados químicos onde os elementos de terras-raras foram diferenciados entre si, além de novos dados de difratometria de raios X para florencita-(Ce) de Diamantina.

Ocorrência. (1) Tripuí, Ouro Preto; (2) Mata dos Crioulos, Rio Jequitinhonha, próximo a Diamantina; e (3) Morro do Caxambu, localidade conhecida pelo topázio amarelo, próximo a Tripuí, Ouro Preto; todas em Minas Gerais. Na primeira ocorrência, o mineral apresentava-se como cristais bem formados de até 0,5 cm, associado a monazita, xenotímio-(Y), lewisita (ver) e derbylita (ver). Na segunda ocorrência, foram encontrados cristais maiores e grãos arredondados. Este é o material utilizado para as análises químicas originais, onde os elementos de terras-raras não foram diferenciados entre si. Na terceira ocorrência, florencita ocorria em quantidade relativamente grande como acessório microscópico de micaxistos avermelhados, em lentes de quartzo com topázio, caulinita e hematita..

Aparência e propriedades físicas. Cristais romboédricos pequenos, pseudo-cúbicos {10-11}, ou {02-21}. Amarelo claro. Transparente. Brilho gorduroso a resinoso. Clivagem {0001} perfeita. H 5 a 6. D_{medida} 3,586 g/cm³; $D_{calc.}$ 3,731 g/cm³. Parcialmente solúvel em HCl.

Propriedades ópticas. Em luz transmitida, incolor. Uniaxial (+), ω 1,680, ϵ 1,685.

Dados químicos. Análises químicas por microsonda eletrônica (% em peso) MgO 2,3, Al₂O₃ 32,0, SiO₂ 0,5, P₂O₅ 28,6, CaO 0,4, La₂O₃ 9,0, Ce₂O₃ 13,4, Nd₂O₃ 3,7, Sm₂O₃ 1,3, Gd₂O₃ 1,0, H₂O n.a. De acordo com Lefebvre & Gasparrini (1980), a amostra de Diamantina é zonada entre extremos de composição (1) no qual Ce e La concentram-se em quantidades similares (~14% em peso cada) e (2) no qual Ce predomina sobre La (análise aqui reproduzida). A fórmula ideal $CeAl_3(PO_4)(PO_3OH)(OH)_6$ requer Ce₂O₃ 32,0, Al₂O₃ 29,8, P₂O₅ 27,7, H₂O 10,5, total 100,0 %.

Cristalografia. Trigonal, $R\text{-}3m$, a 6,96, c 16,33 Å, V 685,07 Å³, Z 3, $c:a = 2,3463$. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 5,63 (90) (101), 3,48 (70) (110), 2,93 (100) (113), 2,21 (70) (205), 2,16 (80) (107), 1,885 (80) (303), 1,741 (70) (220), 1,428 (60) (0210). ICDD: 8-143 (Mata dos Crioulos, Diamantina), 15-320 e 43-673 (outras ocorrências).

Nome. O nome é uma homenagem ao mineralogista Dr. Guilherme (William) Florence (1864-1942), da Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo.

Material tipo. NMNH – Washington e Museu de Paris.

Relação com espécies conhecidas. Pertence ao grupo da plumbogumita.

Estrutura cristalina. Kato (1990), a partir de amostra de Backbone Ranges, Mackenzie Montains, Estados Unidos.

Sintético. Shwab *et al.* (1990b).

Gorceixita

Hussak (1906d)

$\text{BaAl}_3(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})(\text{OH})_6$, monoclinico

gorceixite

Ocorrência. Este mineral foi descrito originalmente por Hussak (1906d e 1917) em aluviões do Rio Abaeté, próximo a Curralinho e Datas, Minas Gerais, e diversas outras ocorrências. Ver as tabelas a seguir, para outras ocorrências brasileiras e mundiais.

Aparência e propriedades físicas. Em grãos e seixos, em parte microcristalinos (“favas”). Marrom a salmão, às vezes manchada. Transparente. Brilho vítreo a fosco. Fratura porcelânica. H 6. D_{medida} 3,04 a 3,19 g/cm³; $D_{\text{calc.}}$ 3,41 g/cm³.

Propriedades ópticas. Em luz transmitida, incolor. Uniaxial (+), ω 1.618(2) a 1.623(2), ϵ 1.615(2) a 1.620(2).

Dados químicos. Na Tabela 7.3 são comparadas a composição ideal da gorceixita com as de diversas ocorrências mundiais. Os resultados obtidos por Milton *et al.* (1958) para “gorceixita” de Dale County, Alabama, Estados Unidos, não foram incluídos porque o mineral é, na verdade, goyazita (ver) rica em bário

Tabela 7.3. Dados químicos para gorceixita (% em peso)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	variação(10)	11	variação(11)
BaO	30,00	15,42	18,60	23,52	16,0	11,88	19,16	24,00	26,80	17,84	(16,92-19,50)	20,09	(19,75-20,34)
PbO				0,53						0,73	(0,00-1,83)	1,52	(0,00-3,08)
SrO			6,35	1,81		n.d.	7,61	2,95		4,34	(3,91-4,91)	4,77	(4,43-4,94)
CaO		3,55		0,76	n.d.	traces	0,61	0,73	traces	1,45	(1,23-1,55)	1,29	(1,21-1,37)
Na ₂ O				0,06						0,03	(0,00-0,08)	0,04	(0,02-0,10)
K ₂ O				0,10						0,26	(0,26-0,27)	0,27	(0,25-0,28)
Al ₂ O ₃	29,91	35,00	31,30	31,25	35,9	37,96	30,47	30,02	26,23	31,83	(30,06-32,66)	33,14	(32,72-33,86)
Ce ₂ O ₃		1,55 ¹				n.d.	7,00 ²	0,06 ²	n.d.	traces	(0,93-1,28)	1,28	(0,78-1,64)
Fe ₂ O ₃		4,10	0,29	3,76			3,76	0,02	0,03	0,44	(0,09-0,80)	0,42	(0,27-0,62)
P ₂ O ₅	27,76	22,74	25,46	26,19	28,1	22,39	27,81	27,71	25,60	27,55	(25,60-29,11)	26,89	(25,68-27,84)
SO ₃			4,06							0,67	(0,58-0,75)	0,94	(0,82-1,05)
H ₂ O	12,33	14,62	(13,94)	(11,07)	16,6	15,05	n.a.	n.a.	15,07	(13,02)		(8,48)	
SiO ₂		1,55		0,95	1,9	1,25			5,15	n.d.		n.d.	
TiO ₂		0,67							0,16	n.d.		n.d.	
MgO						1,28				n.d.		n.d.	
F							4,74	4,19		n.d.		n.d.	
Total	100,00	99,20	(100,00)	(100,00)	98,5	96,81	90,51	89,63	99,45	(100,00)		(100,00)	

1. Composição ideal BaAl₃(PO₄)(PO₃OH)(OH)₆.

2. "Fava" do Rio Abaeté, Minas Gerais (Hussak 1906d). ¹CeO.

3. De minério de ferro alterado. Mina Córrego do Feijão, 50 km a SW de Belo Horizonte, Minas Gerais (Greiffó *et al.* 1984).

4. Originalmente "ferrazita" (ver). Diamantina, Minas Gerais (Atencio 1996).

5. Concreções em carbonatito alterado. Mrima Hill, Quênia (Coetsee & Edwards 1959).

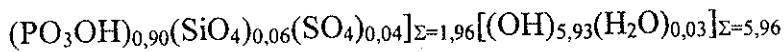
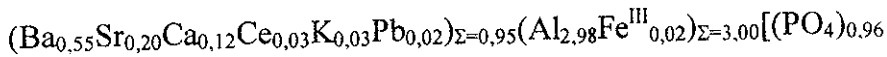
6. Seixo em cascalho triássico. Somabula Southern, Rodésia (MacGregor 1941). ²CeO₂

7 e 8. Greisen com topázio. Silvermine area, Missouri, Estados Unidos (Taylor *et al.* 1984). ²CeO₂

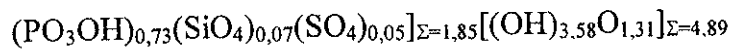
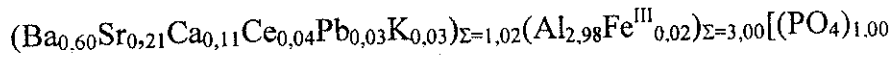
9. Produto de intemperismo. Chadobets Uplift, Siberia (Serdyuchenko & Chaika 1967). Com alguma opala.

10 e 11. Osso fóssil. Santo Inácio, Paraná. 10. Média de 4 análises; 11. Média de 5 análises. H₂O por diferença. (Coutinho *et al.*, no prelo).

A fórmula empírica baseada em $3(\text{Al} + \text{Fe}^{\text{III}})$ para a análise 10 é:



e para a análise 11 é:



Cristalografia. Monoclínico, pseudo-trigonal. Na Tabela 7.4 estão representados dados de difratometria de raios X e na Tabela 7.5, os valores de parâmetros de cela para gorceixita. A indexação das reflexões foi efetuada para a cela verdadeira, monoclinica. e para a pseudo-cela trigonal, para comparação com minerais estruturalmente análogos (ver goyazita e florencita-(Ce)).

Tabela 7.4. Dados de difratometria de raios X para gorceixita

1		2		hkl em Cm	hkl em $R-3m$
d	%	d	%		
5,7692	93	5,678	90	-1 1 0, -2 0 1 +	1 0 1
3,5292	56	3,490	56	-3 1 1, 0 2 0 +	1 1 0, 1 0 4
3,0097	100	2,9666	100	-3 1 2, 0 2 1 +	1 1 3
2,8852	15	2,8554	13	0 0 2, 2 2 0 +	0 0 6, 2 0 2
2,4952	11	2,4625	10	-2 2 2, 4 0 0	0 2 4
2,2925	39	2,2684	21	1 1 2, -2 0 3 +	2 0 5, 1 0 7 +
2,2320	23	2,2099	26	-1 3 1, -4 2 2 +	1 2 2, 1 1 6
2,0376	11	2,0162	10	-1 1 3, 4 2 0 +	2 1 4, 0 1 8 +
1,9197	29	1,9013	31	-3 3 2, -6 0 1 +	3 0 3, 1 2 5
1,7626	20	1,7493	29	-6 2 2, 0 4 0 +	2 2 0, 2 0 8
1,6877	10	1,6685	5	-5 1 4, 1 3 2 +	2 1 7, 1 1 9
1,6647	4	1,6441	3	1 1 3, 3 3 1 +	1 0 10, 3 0 6
1,5780	1			-2 4 2, -5 3 3 +	1 3 4, 1 2 8
1,5223	5	1,5024	5	5 3 0, -7 1 4 +	3 1 5, 0 1 11
1,5058	18	1,4874	11	-2 2 4, 4 0 2 +	0 2 10, 2 2 6 +

1. Big Fish River, área Rapid Creek, Território de Yukon, Canadá (Blanchard, 1989, ICDD 41-1459).

2. Santo Inácio, Paraná (Coutinho *et al.*, no prelo).

Tabela 7.5. Parâmetros de cela unitária para gorceixita

	1	2
a (Å)	12,217(2)	12,08(1)
b (Å)	7,056(1)	6,985(5)
c (Å)	7,061(1)	6,977(5)
β (°)	125,21(1)	125,26(5)

1. Big Fish River, área Rapid Creek, Território de Yukon, Canadá (Blanchard, 1989).
2. Santo Inácio. Paraná (Coutinho *et al.*, no prelo).

Nome. O nome homenageia o fundador e primeiro diretor da Escola de Minas de Ouro Preto, o geólogo Prof. Henri Gorceix (1842-1919).

Material tipo. Não há referência sobre preservação.

Relação com espécies conhecidas. Pertence ao grupo da plumbogumita.

Estrutura cristalina. Radoslavich & Slade (1980) e Radoslavich (1982).

Sintético. Shwab *et al.* (1990a).

Ferrazita

Lee & Moraes (1919)

(= gorceixita)

ferrazite, camposita

O petrógrafo Dr. Jorge Belmiro de Araujo Ferraz submeteu para análises químicas alguns seixos ("favas") pertencentes à coleção do falecido Eugen Hussak, contendo um rótulo feito pelo próprio Hussak: "*Pb-Al hydrophost. D. 3.095. Neu!*". Os seixos, encontrados em resíduos de lavagem de diamante, apresentavam forma discóide e cor branco amarelada escura, lembrando marfim antigo, e em seções para microscopia mostravam estrutura granular. Os resultados das análises foram publicados por Lee & Moraes (-Rego) (1919 e 1920). A proveniência das amostras não foi mencionada por estes autores, mas foi citada por Ferraz (1928) e Palache *et al.* (1951) como Diamantina, Minas Gerais.

A partir de uma análise preliminar, pareceu a Lee & Moraes que, em adição ao Pb, Ba também estava presente, o que os levou a efetuar uma análise completa, obtendo os seguintes resultados (% em peso): BaO 8,87, CaO traços, PbO 45,63, Al₂O₃ 3,48, SiO₂ 2,44, P₂O₅ 26,24, H₂O 14,20, total 100,86.

Após deduzir sílica e alumina possivelmente derivadas de caulinita e wavellita, a fórmula foi citada como 3(Ba,Pb)O.2P₂O₅.8H₂O. A densidade dos seixos variou entre 3,0 e 3,3 g/cm³. O mineral foi denominado ferrazita em homenagem ao Dr. J.B.A. Ferraz.

De acordo com Leonardos (1955), Hussak estava estudando um mineral a ser denominado camposita, em homenagem ao Dr. Luiz Fellipe Gonzaga de Campos [o mesmo do mineral gonzagaíta (ver)], quando a morte o colheu. É bem provável, segundo Leonardos (1955) e Franco (1981), que a ferrazita seja o mineral para o qual Hussak, conforme revelara à família e aos amigos, reservou o nome camposita e que não chegou a ser usado.

Atencio & Clark (1996) obtiveram uma amostra com as mesmas características que as descritas, da coleção do Dr. J.B.A. Ferraz (agora no Museu de Geociências do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo), rotulada como "*Ferrazita. Diamantina, Minas Gerais*" (Amostra 41.5.8.1/3 - 625A/1). A amostra foi identificada por difratometria de raios X (Tabela 7.6) e por microsonda eletrônica (Tabela 7.7) como gorceixita, BaAl₃(PO₄)(PO₃OH)(OH)₆.

Tabela 7.6. Padrão de difratometria de raios X para "ferrazita" e gorceixita.

1		2		
d(Å)	%	d(Å)	%	hkl em Cm
5,775	99	5,7692	93	110,201 +
3,527	68	3,5292	56	311,020 +
3,003	100	3,0097	100	312,021 +
2,875	22	2,8852	15	002,220 +
2,490	13	2,4952	11	222,400
2,286	38	2,2925	39	112,203 +
2,227	19	2,2320	23	131,422 +
2,030	10	2,0376	11	113,420 +
1,915	24	1,9197	29	332,601 +
1,761	18	1,7626	20	622,040 +
1,683	9	1,6877	10	514,132 +
		1,6647	4	113,331 +
		1,5780	1	242,533 +
		1,5223	5	530,714 +
1,500	10	1,5058	18	224,402 +
		1,4402	3	440,804 +
1,392	7	1,3977	9	243,534 +

1. "Ferrazita" de Diamantina, Minas Gerais. Atencio & Clark (1996)
2. Gorceixita da área Big Fish River - Rapid Creek, território de Yukon, Canadá (Blanchard 1989).

Tabela 7.7. Dados químicos por microsonda eletrônica para "ferrazita" e gorceixita.

	1	2	Intervalo de variação	Padrão
BaO	30,00	23,52	(22,46-24,99)	BaF ₂
PbO		0,53	(0,00-1,65)	Galena
SrO		1,81	(1,29-2,25)	Celestina
CaO		0,76	(0,68-0,84)	Wollastonita
Na ₂ O		0,06	(0,00-0,19)	Andesina
K ₂ O		0,10	(0,06-0,12)	Microclínio
Al ₂ O ₃	29,91	31,25	(29,54-32,42)	Coríndon
Fe ₂ O ₃		3,76	(1,11-8,40)	Hematita
P ₂ O ₅	27,76	26,19	(25,13-27,28)	InP
SiO ₂		0,95	(0,65-1,18)	Wollastonita
H ₂ O	12,33	(11,07)		
Total	100,00	100,00		

1. Gorceixita, composição ideal BaAl₃(PO₄)(PO₃OH)(OH)₆.
2. "Ferrazita" de Diamantina, Minas Gerais (média de 10 análises; H₂O por diferença). Atencio & Clark (1996)

A densidade medida por Hussak e por Lee & Moraes concorda com aquela da gorceixita ($D_{\text{medida}} 3,1$ e $D_{\text{calc.}} 3,41 \text{ g/cm}^3$). O índice de refração médio medido (Atencio & Clark 1996) está entre 1,620 and 1,625, como na gorceixita.

Atencio & Clark (1996) também efetuaram uma investigação por EDS e difratometria de raios X do espécimen tipo armazenado no The Natural History Museum, London (B.M. 1920,131). O seixo foi examinado sem polimento; assim os resultados devem ser tomados como semi-quantitativos (% em peso): PbO 1,36, BaO 17,17, P_2O_5 19,09, FeO 0,52, ZnO 0,76 Al_2O_3 19,18. Um filme de câmara Debye-Scherrer foi obtido na mesma região da amostra, concordando bem com o padrão da gorceixita.

Lee & Moraes não mencionaram os métodos de análises químicas utilizados, mas, segundo Atencio & Clark (1996), provavelmente analisaram Pb e Ba por gravimetria com precipitação de $PbSO_4$ e $BaSO_4$, confundindo Ba com Pb.

Em conclusão, ferrazita é idêntica a gorceixita. O nome gorceixita (Hussak 1906e) foi publicado antes de ferrazita e então tem prioridade histórica. A proposta de nomenclatura para provar esta identidade (número 95-F) foi aprovada pela CNMNM - IMA.

Geraesita

Farrington (1912)

(= gorceixita impura)

geraesite

Como resultado da análise química de um seixo (“fava”) associado a concentrado de diamantes de Minas Gerais, Farrington (1912), em um resumo preliminar, estabeleceu o mineral geraesita, em homenagem a Minas Gerais (na época, “Geraes”) [ver minasita e minasgeraisita-(Y), os dois também em homenagem a Minas Gerais] como um “*fosfato hidratado de alumínio e bário mais hidratado que a gorceixita*”. No trabalho completo (Farrington 1916), o nome geraesita não aparece, devendo tratar-se de gorceixita, $BaAl_3(PO_4)(PO_3OH)(OH)_6$ monoclinico (ver), impura. Ver bário-hamlinita. O nome geraesita também foi sugerido para o mineral goyazita (ver).

Bário-hamlinita

Farrington (1916)

(= gorceixita impura)

barium-hamlinite, Barium-Hamlinit

No mesmo trabalho em que introduziu o nome paredrita (ver), Farrington (1916) analisou três “favas” de fosfato, a primeira gorceixita, a segunda uma mistura e a terceira de composição $2\text{BaO} \cdot 4\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$. Esta composição sugeriu “*hamlinita com bário substituindo estrôncio*” [hamlinita = goyazita (ver)]. Nos resumos em alemão deste trabalho, (*Chem. Zentralblatt*, 1918, pt. I, p. 858; *Fortsch. Min. Krist. Petr.*, 1920, v. 6, p. 68), utilizou-se o nome Barium-Hamlinit”. Provavelmente trata-se, tal qual geraesita (ver), de gorceixita (ver) impura. A composição da gorceixita corresponde a $2\text{BaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Arrojadita

Guimarães (1925)

$\text{KNa}_4\text{Ca}(\text{Fe},\text{Mn})_{14}\text{Al}(\text{PO}_4)_{12}(\text{OH})_2$, monoclinico

arrojadite

O mineral arrojadita foi denominado por Guimarães (1925) a partir de amostra do Pegmatito Alto Serra Branca, em Pedra Lavrada, Paraíba. Dados complementares foram publicados por Guimarães (1926c e 1942). Anteriormente, Ziegler (1914) aplicara o nome “soda-trifilita” a um mineral próximo a trifilita do pegmatito Nickel Plate, próximo a Keystone, South Dakota, Estados Unidos, originalmente descrito por Headden (1891). Quensel (1937) aplicou o nome “headdenita” ao mesmo mineral. Lindberg (1950) obteve novos dados sobre a arrojadita de Pedra Lavrada. Moore & Ito (1979) publicaram dados sobre a ocorrência de arrojadita no Pegmatito Sapucaia, Galiléia, Minas Gerais. Segundo eles, a “suposta arrojadita” do Pegmatito Serra Branca parece tão intensamente alterada, constituindo uma provável mistura ou possivelmente alguma outra espécie. A ocorrência tipo da arrojadita é mencionada na literatura como a da Paraíba e/ou a de South Dakota. A seguir são descritas as propriedades do mineral do Pegmatito Serra Branca.

Ocorrência. No Pegmatito Alto Serra Branca, em Pedra Lavrada, Paraíba, associado a diversos outros fosfatos: trifilita, litiofilita, ambligonita, tavorita (ver), zwieselita, rockbridgeíta, hureaulita, fosfossiderita, variscita, roscherita, cyrilovita e mitridatita (Farias & Silva 1986).

Aparência e propriedades físicas. Maciço, com inclusões de hematita, cassiterita e quartzo. Verde escura. Translúcido. H ligeiramente acima de 5.

Propriedades ópticas. Biaxial (-), α 1,662, β 1,668, γ 1,672, $2V$ 80 (medido), $78,2^\circ$ (calculado). Pleocroísmo fraco: X e Y incolor, Z verde claro.

Dados químicos. Análises por via úmida (% em peso): P_2O_5 34,32, Fe_2O_3 12,39, FeO 19,84, MnO 12,33, CaO 5,69, MgO 1,85, Na_2O 4,67, K_2O 1,45, Li_2O traços, SnO_2 1,52, H_2O 4,96, insol. 0,66, total 99,68.

Cristalografia. Para a amostra do Pegmatito Serra Branca existe apenas um padrão de difratometria de raios X não indexado, obtido por Lindberg (1950), que certamente representa uma mistura, pois várias raias não podem ser indexadas por analogia com os padrões obtidos para a amostra de South Dakota. Os dados a seguir são da ficha ICDD 34-149, para a amostra de South Dakota: Monoclínico, $C2/c$, a 16,537, b 10,056, c 24,750 Å, β $105,65^\circ$, V 3963,24 Å³, Z 4, $a:b:c = 1,6445:1:2,4612$. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 5,938 (19) (004 e 202), 5,554 (17) (-204), 5,033 (20) (020), 3,414 (19) (116), 3,222 (45) (206), 3,042 (100) (-424 e -514), 2,852 (25) (-332), 2,774 (30) (-135 e -408), 2,714 (85) (226), 2,550 (25) (424 e -606).

Nome. Em homenagem ao Dr. Miguel Arrojado Ribeiro Lisbôa (1872-1932), geólogo brasileiro.

Material tipo. NMNH, Washington.

Relação com espécies conhecidas. Isomorfo com dickinsonita.

Estrutura cristalina. Determinada por Moore *et al.* (1981)

Sintético. Não obtido.

BRAZILIANITA, SOUZALITA e SCORZALITA.

Estes três minerais ocorrem na Lavra do Córrego Frio, distrito de Linópolis, em Divino das Laranjeiras, Minas Gerais. Uma descrição detalhada a respeito da ocorrência e da história da descoberta destes minerais foi efetuada por Cassedanne (1983).

O mineral brazilianita foi descrito por Pough & Henderson (1945a, b, c, 1946), sendo que a localização correta do afloramento foi fornecida por Godoy (1945). Algumas contribuições adicionais devem-se a Tavora (1945 e 1946), Hurlbut & Weichel (1946) e Franco & Loewenstein (1946). A segunda ocorrência mundial de brazilianita foi descrita por Frondel & Lindberg (1948), no Pegmatito Palermo, North Groton, Grafton County, New Hampshire, Estados Unidos, sendo neste trabalho apresentados novos dados para a brazilianita brasileira.

Os minerais souzalita e scorzalita foram descritos por Pecora & Fahey (1947, 1948a, b, c, 1949a). Uma segunda ocorrência de scorzalita foi descrita no Pegmatito Victory, próximo a Custer, South Dakota, Estados Unidos, por Pecora & Fahey (1949b) sendo neste trabalho apresentados novos dados para a scorzalita brasileira. Sturman *et al.* (1981), a partir do estudo da amostra tipo de souzalita, descobriram que os dados de difração de raios X originais para este mineral estavam errados: haviam sido obtidos com tubo de ferro e interpretados como se fossem de cobre.

Os minerais associados a brazilianita, souzalita e scorzalita na ocorrência tipo são: albita, arsenopirita, beraunita, childrenita, dufrenita, fluorapatita, frondelita (ver), granada, jahnsita, microclínio, muscovita, quartzo, roscherita, sabugalita, strunzita, tapiolita, turmalina, uraninita, wyllieíta e zircão (Cassedanne 1983). Diversas outras ocorrências vizinhas à Lavra do Córrego Frio foram mencionadas por Cassedanne (1983).

Brazilianita

Pough & Henderson (1945a, b, c, 1946)

$\text{NaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$, monoclinico

brazilianite, brasilianite, brasilianita

Ocorrência. Na Lavra do Córrego Frio, distrito de Linópolis, em Divino das Laranjeiras, Minas Gerais (ver texto precedente).

Aparência e propriedades físicas. Cristais aproximadamente equidimensionais a primáticos curtos [001], com a zona de prisma estriada [001]; também alongado [100]. Com até 12 cm de comprimento por 8 cm de largura. Também globular com estrutura fibrorradiada. Incolor, amarelado pálido a verde amarelado. Transparente. Brilho vítreo. Traço branco. H $5\frac{1}{2}$; quebradiço. Clivagem {010} boa; fratura conchoidal. D_{medida} 2,970 g/cm^3 ; $D_{\text{calc.}}$ 2,993 g/cm^3 . Insolúvel em HCl.

Propriedades ópticas. Biaxial (+), α 1,602(1), β 1,609(1), γ 1,621(1), $2V$ 75,0° (calculado). $Y = b$. $X \wedge c = -20^\circ$. Absorção $Z > Y > X$. Dispersão $r < v$, fraco.

Dados químicos. Análise química por via úmida (% em peso): Na_2O 8,42, K_2O 0,37, Al_2O_3 43,82, P_2O_5 37,97, H_2O 9,65, total 100,23. A fórmula ideal $\text{NaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$ requer Na_2O 8,56, Al_2O_3 42,25, P_2O_5 39,23, H_2O 9,96, total 100,00 %.

Cristalografia. Monoclinico, $P2_1/n$, a 11,241, b 10,141, c 7,1045 Å, β 97,36°, V 803,20 Å³, Z 4, $a:b:c = 1,1085:1:0,7006$. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 5,7812 (20) (011), 5,0645 (100) (020), 3,7518 (11) (-220), 3,2888 (10) (-311), 2,9869 (33) (311), 2,8735 (23) (-122), 2,738 (18) (-231), 2,7303 (18) (122), 2,6852 (30) (-222), 1,9798 (11) (-242). ICDD: 42-1354 (amostra do Pegmatito Córrego Frio); 14-379 e 27-630 (amostra do Pegmatito Palermo).

Nome. Em homenagem ao Brasil. Convencionou-se grafar *brazilianita*, apesar de ter sido grafado inicialmente como *brasilianita*. Não confundir com a *brazilianita* de Mawe (1818) (ver).

Material tipo. NMNH – Washington.

Relação com espécies conhecidas. Nenhuma aparente.

Estrutura cristalina. Determinada por Gatehouse & Miskin (1974), a partir de amostra da localidade tipo.

Sintético. Não obtido.

Souzalita

Pecora & Fahey (1947)

$Mg_3Al_4(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 2H_2O$, triclínico

souzalite, sousalita

Ocorrência. Na Lavra do Córrego Frio, distrito de Linópolis, em Divino das Laranjeiras, Minas Gerais (ver texto precedente).

Aparência e propriedades físicas. Agregados fibrosos grosseiros. A morfologia não pôde ser determinada. Geminação polissintética, plano de composição {001}; eixo do geminado [010]; extinção máxima 12°. Verde escuro a azul-verde; traço verde claro. Não fluorescente sob luz ultravioleta de ondas curtas e longas. Transparente, brilho vítreo. Clivagem pobre paralelamente a {001}; fratura não mencionada. H 5½ to 6; tenacidade não mencionada. D_{medida} 3,09 g/cm³; $D_{calc.}$ 3,07 g/cm³.

Propriedades ópticas. Biaxial (-), α 1,617(3), β 1,642(3), γ 1,653(3), $2V$ 66,0° (calculado). Orientação: X aproximadamente normal ao plano de composição, Z aproximadamente paralelo à elongação (eixo b), $Z \wedge b = 10^\circ$. Pleocroísmo: X incolor, Y azul, Z incolor a amarelo claro. Absorção $X = Z < Y$. Dispersão $r > v$, simétrica.

Dados químicos. Análise química por métodos não especificados (% em peso): MgO 9,62, CaO 0,02, MnO 0,31, FeO 11,49, Al₂O₃ 26,07, Fe₂O₃ 2,65, P₂O₅ 37,70, H₂O 12,04, SnO 0,04, TiO₂ 0,07, total 100,01. Fórmula empírica: $(Mg_{1,78}Fe^{2+}_{1,19}Mn_{0,03})_{\Sigma 3,00}(Al_{3,82}Fe^{3+}_{0,25})_{\Sigma 4,07}(PO_4)_{3,96}(OH)_{6,33} \cdot 1,82H_2O$ A fórmula ideal $Mg_3Al_4(PO_4)_4(OH)_6 \cdot 2H_2O$ requer MgO 17,31, Al₂O₃ 29,18, P₂O₅ 40,62, H₂O 12,04, total 100,00 %.

Cristalografia. Triclínico, $P1$ ou $P-1$, a 11,74(1), b 5,11(1), c 13,58(1) Å, α 90,33(8), β 90,92(8), γ 99,08(8)°, V 804,53 Å³, Z 2, $a:b:c = 2,2975:1:2,6575$. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 6,72 (30) (002), 4,760 (60) (011), 3,386 (100) (0-13), 3,341 (30) (013), 3,152 (60) (1-13, 302), 3,086 (20) (-2-13), 3,060 (40) (-213), 2,921 (80) (-401, 311), 2,553 (90) (020, -411), 1,658 (20) (-226, 0-32). ICDD: 33-863 (amostra do Pegmatito Córrego Frio).

Nome. Em homenagem ao Dr. Antonio José Alves de Souza (1896-1961), Diretor do Departamento Nacional da Produção Mineral, Rio de Janeiro. De acordo com Leonardos (1955), o nome é sousalita, pois o sobrenome é Sousa.

Material tipo. NMNH – Washington.

Relação com espécies conhecidas. Isoestrutural com gormanita.

Estrutura cristalina. Moore (1970) propôs uma “provável estrutura como a da dufrenita” para a souzalita, mas ele não determinou a estrutura cristalina. Sturmann *et al.* (1981) tiveram problemas com os dados fornecidos por Moore (1970).

Sintético. Não obtido.

Scorzalita

Pecora & Fahey (1947)

$(\text{Fe,Mg})\text{Al}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$, monoclinico

scorzalite

Ocorrência. Na Lavra do Córrego Frio, distrito de Linópolis, em Divino das Laranjeiras, Minas Gerais (ver texto precedente).

Aparência e propriedades físicas. Maciço. Azul escuro. Clivagem boa; fratura não mencionada. H 6; tenacidade não mencionada. $D_{\text{medida}} 3,268 \text{ g/cm}^3$; $D_{\text{calc.}} 3,304 \text{ g/cm}^3$.

Propriedades ópticas. Biaxial (-), $\alpha 1,633$, $\beta 1,663$, $\gamma 1,673$, $2V 62^\circ$ (calculado). Orientação: X próximo a c , $Y = b$. Pleocroísmo: X incolor, Y azul, Z azul mais escuro. Absorção $Z > Y > X$. Dispersão $r > v$, perceptível.

Dados químicos. Análise química por métodos não especificados (% em peso): MgO 4,23, CaO 0,02, MnO 0,11, FeO 14,74, ZnO 0,17, Al_2O_3 30,87, Fe_2O_3 0,54, P_2O_5 42,90, H_2O 5,86, SnO n.d., TiO_2 0,10, total 99,54. A fórmula ideal $\text{Fe}^{2+}\text{Al}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$ requer FeO 21,53, Al_2O_3 30,54, P_2O_5 42,53, H_2O 5,40, total 100,00 %.

Cristalografia. Monoclinico, $P2_1/c$, $a 7,1568$, $b 7,3018$, $c 7,2481 \text{ \AA}$, $\beta 120,59^\circ$, $V 326,06 \text{ \AA}^3$, $Z 2$, $a:b:c = 0,9801:1:0,9926$. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 6,17 (20) (100), 4,748 (19) (011), 3,246 (75) (-112), 3,206 (100) (-211 e 111), 3,152 (50) (021), 3,081 (35) (200), 2,554 (19) (-221), 2,222 (16) (211), 1,5764 (18) (-242 e

042), 1,5696 (15) (330). ICDD: 35-632, 33-654, 31-629 e 6-304 (todos estes dados são para amostras de Pennington County, South Dakota, Estados Unidos).

Nome. Em homenagem ao Dr. Evaristo Pena Scorza (1899-), do Serviço Mineralógico do Brasil.

Material tipo. NMNH – Washington e BMNH - Londres.

Relação com espécies conhecidas. Pertence ao grupo da lazulita, isomorfo com barbosalita (ver).

Estrutura cristalina. Determinada por Lindberg & Christ (1959), a partir de amostra de Pennington County, South Dakota, Estados Unidos.

Sintético. Não obtido.

Berkeyíta

Kerr (1926)

(= lazulita)

berkeyite

Uma gema azul do Brasil, identificada como lazulita por Kunz (1926). O nome homenageia o Prof. Charles Peter Berkey (1865-?), da Universidade de Columbia, Nova York, Estados Unidos.

FRONDELITA, FAHEYÍTA, MORAESITA, AVELINOÍTA, TAVORITA, BARBOSALITA e LIPSCOMBITA.

A mina de Sapucaia, situada no município de Galiléia, a 60km de Governador Valadares e a 255km de Belo Horizonte, próximo à fronteira entre Minas Gerais e Espírito Santo, no vale do rio Doce, parte leste do estado de Minas Gerais, tem sido um importante produtor de muscovita e berilo, que são extraídos de diferentes zonas de um pegmatito de forma ovalada (Pecora *et al.*, 1950). Na zona central, essencialmente composta por quartzo, pertita, muscovita e berilo, existe um corpo irregular de trifilita de várias centenas de toneladas, que foi parcialmente alterado hidrotermalmente e por intemperismo.

Como resultado, formou-se uma assembléia de fosfatos raros, sete dos quais foram identificados neste depósito como novas espécies: frondelita (Lindberg, 1949), faheyita (Lindberg & Murata, 1952 e 1953), moraesita (Lindberg *et al.*, 1953), avelinoíta (Lindberg & Pecora, 1954a), barbosalita e tavorita (Lindberg & Pecora, 1954b) e lipscombita (Lindberg, 1962). Strunz (1956) sugeriu a identidade entre avelinoíta e cyrilovita, posteriormente confirmada por Lindberg (1957).

Alguns dos outros fosfatos identificados são: apatita, bermanita, childrenita, gordonita, heterosita, hureaulita, leucofosfita, fosfossiderita (metastrengita), montebrasita, roscherita, saleeíta, strengita, variscita e vivianita, somando-se a estes alguns fosfatos ainda não identificados (Lindberg & Pecora, 1958).

Acrescentam-se dufrenita, ferrissicklerita e um fosfato de zinco não determinado especificamente (Hirson, 1965); lazulita, sabugalita, rockbridgeíta, wardita e scorzalita (Farias, 1976); herderita, fosfuranilita e autunita (Svisero, 1976); jahnsita (Moore & Ito, 1978a); um mineral semelhante a kidwellita (Moore & Ito, 1978b); arrojadita (Moore & Ito, 1979); augelita, berlinita, strunzita e um fosfato metamítico (Cassedanne & Cassedanne, 1985).

Novos estudos (Horvath & Atencio 1998) permitiram identificar por difração de raios X e EDS os fosfatos robertsita, mitridatita e cacoxenita, além de cassiterita, criptomelana e litioforita. A robertsita, $\text{Ca}_3\text{Mn}_4(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, apresenta-se nas cores preta, verde e cinza, hábitos maciço, granular e terroso; a mitridatita, $\text{Ca}_3\text{Fe}_4(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, tem cores cinza e preta, com hábitos maciço e terroso; a cacoxenita $\text{Fe}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_5$, apresenta-se na cor amarela, com brilho fosco e hábito terroso. Esses minerais associam-se a membros da série rockbridgeíta-frondelita. Criptomelana, $\text{KMn}_8\text{O}_{16}$, apresenta-se na cor cinza, com brilho metálico e hábitos botrioidal, mamelonar e maciço; cassiterita SnO_2 , na cor preta, apresenta brilho metálico e hábito maciço; litioforita, $(\text{Al,Li})\text{MnO}_2(\text{OH})_2$, na cor cinza, tem brilho metálico e hábito botrioidal.

Frondelita

Lindberg (1949)

$(\text{Mn,Fe}^{2+})\text{Fe}^{3+}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_5$, ortorrômbico

frondelite

Ocorrência. Na mina Sapucaia, Galiléia, Minas Gerais, como material secundário em pegmatito, associado a diversos outros fosfatos (ver texto precedente).

Aparência e propriedades físicas. Em massas botrioidais fibrosas, que constituem-se em hospedeiras para diversos outros fosfatos. As fibras são paralelas a *c*. Cristais diminutos também são notados, em associação com cyrilovita (ver avelinoita), fosfossiderita e leucofosfita, em cavidades formadas em massas botrioidais fibrosas. Cristais ortorrômbicos. Formas {100}, {010}, {110} e {101}. Marrom. Brilho fosco a vítreo. Transparente. *H* 4½; quebradiço. Clivagem {100} excelente, {010} boa, {001} regular; fratura irregular. $D_{\text{medida}} 3,476 \text{ g/cm}^3$ $D_{\text{calc.}} 3,546 \text{ g/cm}^3$.

Propriedades ópticas. Biaxial (-), α 1,860, β 1,880, γ 1,893, $2V$ moderado, $77,0^\circ$ (calculado). $X = c$. Pleocroísmo: *X* marrom-amarelo claro, *Y* e *Z* marrom laranja. Absorção $Z > Y > X$. Dispersão $r > v$.

Dados químicos. Métodos não especificados (% em peso): FeO n.d., MnO 7,74, MgO 0,02, Na₂O 0,98, K₂O 0,12, Fe₂O₃ 48,85, Mn₂O₃ 1,75, Al₂O₃ 1,31, P₂O₅ 31,28, H₂O 7,52, Rem. 0,32, total 100,09.

Cristalografia. Ortorrômbico, *Bbmm*, *a* 13,81, *b* 16,968, *c* 5,182 Å, *V* 1214,29 Å³, *Z* 4, *a:b:c* = 0,8139:1:0,3054. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 6,910 (17) (200), 3,615 (40) (240), 3,445 (25) (301), 3,381 (85) (410), 3,191 (100) (141 e 321), 3,046 (20) (250), 2,779 (12) (151), 2,415 (17) (351 e 511), 1,7188 (11) (571), 1,5953 (19) (642). ICDD: 35-625 e 8-83.

Nome. Em homenagem ao Prof. Clifford Frondel (1907-) da Universidade de Harvard.

Material tipo. NMNH – Washington.

Relação com espécies conhecidas. Isomorfo com rockbridgeíta, $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_5$.

Estrutura cristalina. Determinada para rockbridgeíta.

Sintético. Não obtido.

Faheyíta

Lindberg & Murata (1952 e 1953)

$\text{Be}_2(\text{Mn,Mg,Na})\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, hexagonal

faheyite, faheylite

Ocorrência. Na mina Sapucaia, Galiléia, Minas Gerais, como material secundário em pegmatito, associado a diversos outros fosfatos (ver texto precedente).

Aparência e propriedades físicas. Em cavidades, como fibras recobrando outros minerais, massas botrioidais de fibras incluindo completamente cristais eudrais de quartzo, aderida a superfície de blocos de muscovita, rosetas planas de fibras entre folhas de muscovita, tufos de fibras sobre cristais de variscita, sobre frondelita botrioidal, e entre camadas de frondelita. Fibras individuais medem 0,08 mm de comprimento e 0,01 mm de espessura. As fibras usualmente crescem normalmente à superfície de outros minerais e podem terminar por faces de pirâmides. Branco, branco azulado, branco amarronzado. Transparente. H 3. Clivagem perfeita paralelamente a *c*. $D_{\text{medida}} 2,660 \text{ g/cm}^3$ $D_{\text{calc.}} 2,719 \text{ g/cm}^3$. Lentamente solúvel em HCl, HNO_3 e H_2SO_4 diluídos, a quente.

Propriedades ópticas. Uniaxial (+), $\omega 1,631$, $\epsilon 1,652$.

Dados químicos. Métodos não especificados (% em peso): Insol. (quartzo e muscovita) 9,44, P_2O_5 38,11, Fe_2O_3 21,42, Al_2O_3 0,10, Mn_2O_3 n.d., FeO n.d., BeO 7,26, MnO 5,99, MgO 1,14, Na_2O 0,84, K_2O traços, F traços, H_2O 14,90, total 99,20.

Cristalografia. Hexagonal, $P6_222$, a 9,43, c 16,00, V 1232,18 Å^3 , Z 3, $c:a = 1,6967$. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 7,28 (90) (101), 5,72 (100) (102), 3,962 (50) (201), 3,244 (60) (203), 3,085 (60) (210), 3,029 (60) (211), 2,724 (30) (300), 2,673 (30) (213), 1,268 (30) (2012). ICDD: 6-109.

Nome. Em homenagem ao Dr. Joseph John Fahey (1901-1980), geoquímico, U.S.Geological Survey. Em uma notícia preliminar sobre o título do artigo [*American Mineralogist* 37 (nov./dez.), p. x], aparece a grafia "faheylite".

Material tipo. NMNH – Washington.

Relação com espécies conhecidas. Aparentemente nenhuma.

Estrutura cristalina. Não determinada.

Sintético. Não obtido.

Moraesita

Lindberg *et al.* (1953)

$\text{Be}_2\text{PO}_4(\text{OH}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, monoclinico

moraesite

Ocorrência. Na mina Sapucaia, Galiléia, Minas Gerais, como material secundário em pegmatito, associado a diversos outros fosfatos (ver texto precedente).

Aparência e propriedades físicas. Em massas esferulíticas, como cristais distintos e como crostas com estrutura fibrosa grosseira. Moraesita ocorre como agregados radiais ou tufo, em recobrimentos fibrosos, ou em massas esferulíticas nas paredes de cavidades desenvolvidas em ou adjacentes a berilo, e em superfícies de albita, quartzo e muscovita. O crescimento de moresita freqüentemente ocorre em superfícies botrioidais de frondelita e contém fragmentos inalterados de berilo. Nas superfícies livres, os cristais individuais formam um arranjo frágil e delicado de agulhas que gradam para crostas com estrutura fibrosa grosseira. Os cristais consistem em diminutas ripas com terminação simples, alongadas paralelamente a [001] e tabulares paralelamente a {001}. Formas {100}, {111}, {130}, {131}. Branco, traço branco. Translúcido. H não determinada. Clivagem {100} e {001}. $D_{\text{medida}} 1,805 \text{ g/cm}^3$ $D_{\text{calc.}} 1,806 \text{ g/cm}^3$.

Propriedades ópticas. Biaxial (-), $\alpha 1,462$, $\beta 1,482$, $\gamma 1,490$, $2V 65^\circ$ (observado), $63,9^\circ$ (calculado). $Z = b$, $Y \wedge c = 11^\circ$.

Dados químicos. Métodos não especificados (% em peso): Insol. 0,30, P_2O_5 34,76, BeO 25,28, Fe_2O_3 0,11, Al_2O_3 n.d., H_2O 39,80, total 100,25.

Cristalografia. Monoclinico, *Cc*, $a 8,55$, $b 36,9$, $c 7,13 \text{ \AA}$, $\beta 97,68^\circ$, $V 2229,30 \text{ \AA}^3$, $Z 12$, $a:b:c = 0,2317:1:0,1932$. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 7,00 (100) (130), 6,15 (40) (060), 5,28 (30) (-131), 4,24 (60) (200), 3,278 (90) (-261), 3,198 (30) (191), 3,071 (30) (0120), 3,023 (60) (132), 2,819 (60) (0121), 2,753 (30) (330). ICDD: 6-58.

Nome. Em homenagem ao Dr. Luciano Jacques de Moraes (1896-1968), geólogo brasileiro.

Material tipo. U.S. National Museum (USNM 106,577) e Museu Nacional, Rio de Janeiro.

Relação com espécies conhecidas. Isomorfo com bearsita, $\text{Be}_2\text{AsO}_4(\text{OH}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Estrutura cristalina. Determinada por Merlini & Pasero (1992).

Sintético. Não obtido.

Tavorita

Lindberg & Pecora (1954b e 1955)

$\text{LiFe}^{3+}\text{PO}_4(\text{OH})$, triclínico

tavorite

Ocorrência. Na mina Sapucaia, Galiléia, Minas Gerais, como material secundário em pegmatito, associado a diversos outros fosfatos (ver texto precedente).

Aparência e propriedades físicas. Principalmente como veios descontínuos e disseminações, com menos de 5 mm, em ou próximo ao contato com heterosita e barbosalita. Também ocorre como rede microscópica de veios em heterosita, ferri-sicklerita e barbosalita. Também em fragmentos ao longo de superfícies de clivagem de trifilita alterada. Tavorita substitui intimamente tanto barbosalita quanto hureaulita. Amarelo esverdeado. Geminação polissintética fina. $D_{\text{medida}} 3,288 \text{ g/cm}^3$ $D_{\text{calc.}} 3,346 \text{ g/cm}^3$.

Propriedades ópticas. Biaxial (+), $\alpha 1,795$, $\beta 1,810$, $\gamma 1,835$, $2V$ grande, $76,4^\circ$ (calculado). Pleocroísmo: X e Y amarelo-verde, Z incolor. Absorção $Z > Y > X$. Dispersão $r > v$ forte.

Dados químicos. Análises por via úmida (% em peso): Li_2O 7,64, FeO 2,39, MnO 1,47, Fe_2O_3 42,57, P_2O_5 39,78, H_2O 5,76, total 99,61. Fórmula empírica $(\text{Li}_{0,90}\text{Fe}^{2+}_{0,06}\text{Mn}^{2+}_{0,04})\text{Fe}^{3+}_{0,94}(\text{PO}_4)_{0,99}(\text{OH})_{1,13}$. A fórmula ideal $\text{LiFe}^{3+}\text{PO}_4(\text{OH})$ requer Li_2O 8,54, Fe_2O_3 45,70, P_2O_5 40,61, H_2O 5,15, total 100,00 %.

Cristalografia. Triclínico, $P-1$, $a 5,138$, $b 5,307$, $c 7,442 \text{ \AA}$, $\alpha 67,48$, $\beta 67,72$, $\gamma 61,98^\circ$, $V 173,45 \text{ \AA}^3$, $Z 2$, $a:b:c = 0,9682:1:1,402$. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 4,99 (50) (010), 4,68 (30) (101), 3,95 (20) (111), 3,323 (20) (112), 3,285 (90) (012), 3,045 (100) (1-11), 2,474 (40) (113), 2,360 (20) (202), 1,6662 (30) (-212). ICDD: 10-424, 41-1376 e 42-1412 (sintético).

Nome. Em homenagem ao Prof. Elysiario Tavora (1911-), Universidade do Brasil e DNPM, Rio de Janeiro.

Material tipo. U.S. National Museum, Washington (U.S.N.M. 106, 842) e Museu Nacional do DNPM, Rio de Janeiro.

Relação com espécies conhecidas. Pertence ao grupo da ambligonita.

Estrutura cristalina. Determinada para o análogo sintético (*Mineralogical Abstract* 85M/0191).

Sintético. ICDD 42-1412.

Barbosalita

Lindberg & Pecora (1954b e 1955)

$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$, monoclínico

barbosalite

Ocorrência. Na mina Sapucaia, Galiléia, Minas Gerais, como material secundário em pegmatito, associado a diversos outros fosfatos (ver texto precedente).

Aparência e propriedades físicas. Ocorre principalmente como camadas de poucos mm a 1 cm de granulação fina entre heterosita e trifilita porosa. Azul-verde escuro. Translúcido. H 6. Clivagem {100}. D_{medida} 3,60 g/cm³ $D_{\text{calc.}}$ 3,652 g/cm³. Lentamente solúvel em HCl diluído, a quente, e insolúvel em HNO₃ e H₂SO₄ diluídos.

Propriedades ópticas. Biaxial (+), α 1,77, β 1,785, γ 1,815, $2V$ 64 (medido), 71,5° (calculado). Pleocroísmo: *X* e *Y* verde-azul muito escuro, *Z* verde-oliva escuro. Dispersão $r > v$ forte.

Dados químicos. Análises por via úmida (% em peso, recalculada a 100% após dedução de tavorita misturada): FeO 13,10, MnO 2,82, Fe₂O₃ 41,65, P₂O₅ 37,50, H₂O 4,93, total 100,00. Fórmula empírica $(\text{Fe}^{2+}_{0,70}\text{Mn}^{2+}_{0,15})\text{Fe}^{3+}_{2,01}(\text{PO}_4)_{2,03}(\text{OH})_{2,10}$. A fórmula ideal $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$ requer FeO 18,35, Fe₂O₃ 40,79, P₂O₅ 36,26, H₂O 4,60, total 100,00 %.

Cristalografia. Monoclínico, $P2_1/c$, a 7,313, b 7,489, c 7,520 Å, β 120,19°, V 355,99 Å³, Z 2, $a:b:c = 0,9765:1:1,0041$. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 4,84 (60) (110), 3,361 (100) (-112), 3,313 (80) (111), 3,239 (60) (-121), 3,160

(60) (200), 2,614 (30) (-221), 2,327 (40) (-131), 2,292 (30) (211), 2,027 (30) (310), 1,681 (30) (-224). ICDD: 33-668 e 11-423.

Nome. Em homenagem ao Prof. Aluizio Licinio de Miranda Barbosa (1896-), Escola de Minas, Minas Gerais.

Material tipo. U.S. National Museum, Washington (U.S.N.M. 106, 842) e Museu Nacional do DNPM, Rio de Janeiro.

Relação com espécies conhecidas. Pertence ao grupo da lazulita, isomorfo com scorzalita (ver) e dimorfo da lipscombite (ver).

Estrutura cristalina. Determinada por Lindberg & Christ (1959), a partir de amostra da ocorrência tipo.

Sintético. Gheith (1953).

Avelinoíta

Lindberg & Pecora (1954a)

(= cyrilovita)

avelinoite

Lindberg & Pecora (1954a) descreveram o mineral avelinoíta na mina Sapucaia, Galiléia, Minas Gerais, como material secundário em pegmatito, associado a diversos outros fosfatos (ver texto precedente). Avelinoíta ocorre como cristais amarelos de aproximadamente 1 mm em cavidades de fosfatos alterados, é tetragonal-piramidal, com $a:c = 1:2,650$. As formas observadas foram {001}, {113} e {012}. $D_{\text{medida}} 3,60 \text{ g/cm}^3$. $\epsilon 1,769$, $\omega 1,803$. $P4_1$, $a 7,32$, $c 19,4 \text{ \AA}$, $Z 4$. Análises químicas (% em peso): P_2O_5 29,06, Al_2O_3 1,36, Fe_2O_3 47,87, MnO 0,99, CaO 0,10, Na_2O 4,70, K_2O 0,63, H_2O 14,45, insol. 1,04, total 100,20. Fórmula $\text{NaFe}^{3+}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. O nome foi dado em homenagem a Avelino Ignacio de Oliveira, eminente geólogo brasileiro e diretor do Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro. Demonstrado ser cyrilovita (descrita um ano antes) por Strunz (1956) e Lindberg (1957). Lindberg (1957) observou que o mineral cyrilovita havia sido inadequadamente descrito: as análises químicas, fórmula e resultados de difração de raios X estavam errados, insinuando que o nome avelinoíta deveria prevalecer, o que não ocorreu.

Lipscombite

Lindberg (1962)

$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$, tetragonal

lipscombite

O nome lipscombite foi atribuído originalmente por Gheith (1953) a compostos sintéticos com composição variando de $\text{Fe}^{2+}_8(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_4$ a $\text{Fe}^{3+}_{5,3}(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_4$. Lindberg & Pecora (1958) publicaram um resumo sobre um mineral da mina Sapucaia, Galiléia, Minas Gerais, como material secundário em pegmatito, associado a diversos outros fosfatos (ver texto precedente), ao qual denominaram “*manganoan lipscombite*” e atribuíram a fórmula $(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+})\text{Fe}^{3+}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$. Cech *et al.* (1961) descreveram a “*primeira ocorrência natural de lipscombite*”, de fórmula $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$, em Otov, próximo a Domazlice, Bohemia, República Tcheca. Lindberg (1962) publicou a descrição completa de “*manganoan lipscombite*”, agora apresentando a fórmula $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+})\text{Fe}^{3+}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$, e a partir daí a ocorrência tipo de lipscombite é tida como Galiléia, Minas Gerais. A “lipscombite manganessífera”, descrita por Lindberg (1962) parece tratar-se de uma espécie diferente daquela de Cech *et al.* (1961), com Mn ou Fe^{3+} predominante sobre Fe^{2+} na posição A. Os dados de difratometria de raios X são muito semelhantes, mas os dados químicos da amostra brasileira são muito pobres para atribuir uma boa fórmula. Assim sendo, seria adequado considerar o mineral da República Tcheca como amostra tipo para lipscombite, bem como reestudar o mineral brasileiro, que pode tratar-se de uma nova espécie. A seguir é apresentada a descrição do mineral de Galiléia.

Ocorrência. Na mina Sapucaia, Galiléia, Minas Gerais, como material secundário em pegmatito, associado a diversos outros fosfatos (ver texto precedente).

Aparência e propriedades físicas. Ocorre como agregados de cristais, intimamente intercrescidos com cyrilovita (ver avelinoíta) e fosfossiderita, em cavidades de frondelita. Verde oliva a preto. Brilho intenso. Opaco. H não medida. $D_{\text{medida}} 3,66(1) \text{ g/cm}^3$.

Propriedades ópticas. Não estudadas.

Dados químicos. Análises por via úmida (% em peso): MnO 7,91, FeO 3,75, Fe_2O_3 50,45, P_2O_5 33,37, H_2O 4,45, total 100,00. Fórmula empírica [com base em 2 (PO_4)]

$(\text{Fe}^{3+}_{2,69}\text{Mn}^{2+}_{0,47}\text{Fe}^{2+}_{0,22})_{\Sigma 3,38}(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_{2,10}$. Conforme ressaltou Lindberg (1962), “a amostra analisada apresenta um excesso de Fe e Mn e uma deficiência em PO_4 e OH ”. Segundo Lindberg (1962), “a relação $\text{Mn}^{2+}:\text{Fe}^{2+}$ é maior que 2:1 mas um novo nome não é aqui proposto para o equivalente de Mn da lipscombíta”. Em realidade, os resultados químicos obtidos para esta amostra não permitem decidir entre as fórmulas $(\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+})\text{Fe}^{3+}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$ e $(\text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+})\text{Fe}^{3+}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$ para o mineral. Entretanto, é possível concluir que a fórmula difere de $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$.

Cristalografia. Tetragonal, $P4_12_12$, a 7,40, c 12,81, V 701,48 Å³, Z 4, $c:a = 1,7311$. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 4,84 (30) (102), 3,314 (100) (210), 3,206 (60) (211), 2,617 (20) (220), 2,302 (30) (311), 2,054 (30) (320), 2,028 (20) (321), 1,656 (40) (420), 1,601 (40) (008), 1,309 (30) (440). ICDD: 14-310.

Nome. Em homenagem ao Prof. William Nunn Lipscomb (1909-) da Universidade de Minnesota, Estados Unidos.

Material tipo. Não há indicações sobre sua preservação.

Relação com espécies conhecidas. $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$ é dimorfo da barbosalita (ver).

Estrutura cristalina. A estrutura cristalina de $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$ foi estudada por Vencato *et al.* (1989).

Simético. Gheith (1953).

WHITEÍTA-(CaFeMg), WHITEÍTA-(MnFeMg) e ZANAZZIÍTA

Estes três minerais foram descritos no Pegmatito Lavra da Ilha, em ilha do rio Jequitinhonha, a aproximadamente 3km a norte de Taquaral, Itinga, nordeste de Minas Gerais. O acesso se faz pela estrada de Araçuaí, abandonada 4,5km antes de Taquaral e depois por uma trilha até o rio. Os minerais associados são: quartzo incolor e rosa (em cristais euédricos), eosporita, muscovita em cristais esverdeados losangulares, esfalerita marrom, columbita-tantalita, cassiterita, berilo, ambligonita, albita, microclínio, elbaíta, roscherita triclínica com Fe dominante, rockbridgeíta, montgomeryíta, wardita, apatita, trifilita e vivianita (Cassedanne 1987; White 1990)

Whiteíta-(CaFeMg)

Moore & Ito (1978a)

$\text{Ca}(\text{Fe},\text{Mn})\text{Mg}_2\text{Al}_2(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, monoclinico

Aprovado CNMNM - IMA 75-1

whiteite-(CaFeMg), *whiteite*, *whiteíta*

Ocorrência. Pegmatito Lavra da Ilha, Itinga, Minas Gerais (ver texto precedente). Outra ocorrência deste mineral é descrita em Blow River, Yukon, Canadá.

Aparência e propriedades físicas. Feixes de cristais tabulares pequenos (1 a 5 mm de comprimento). Cristais encurvados que mostram formas {001} e {-111}. Os cristais são invariavelmente geminados por reflexão em {001}, gerando aparência pseudo-ortorrômbica ao conjunto. A forma {001} é muito grande e produz cristais tabulares com contorno losangular. Cor de canela claro, quase incolor em fragmentos pequenos. Translúcido. Clivagem {001} boa a perfeita. D_{medida} 2,58 g/cm³. $D_{\text{calc.}}$ 2,51 g/cm³. H 3 a 4.

Propriedades ópticas. Biaxial (+), α 1,580(3), β 1,585(3), γ 1,590(3), n médio calculado (Gladstone-Dale) 1,58, $2V$ (obs.) 40-50°, $\alpha//b$, $\beta//a$.

Dados químicos. Análises por microsonda (% em peso): CaO 6,0, MgO 10,5, MnO 3,1, FeO 6,1, Al₂O₃ 12,0, P₂O₅ 36,0, H₂O não analisado, total 73,7 Fórmula: $(\text{Ca}_{0,9}\text{Mn}_{0,1})(\text{Fe}_{0,7}\text{Mn}_{0,3})\text{Mg}_2\text{Al}_2(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

Cristalografia. Monoclinico, $P2/a$. a 14,90(4), b 6,98(2), c 10,13(2) Å, β 113°07'(10)', Z 2. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 9,304 (100) (001), 5,593 (15) (011), 4,849 (20) (-202), 4,660 (30) (002), 3,487 (15) (020), 2,946 (20) (-403), 2,863 (15) (401), 2,789 (65) (022), 2,542 (20) (-421) e 1,936 (20) (-432). ICDD: 31-273 [também existe a ficha 30-254 de amostra de Blow River, Yukon, Canadá].

Nome. Em homenagem a John S. White, Jr.

Material tipo. U.S. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, DC, Estados Unidos.

Relação com espécies conhecidas. Grupo da jahnsita.

Estrutura cristalina. Não estudada.

Sintético. Não obtido.

Whiteíta-(MnFeMg)

Moore & Ito (1978a)

$\text{MnFeMg}_2\text{Al}_2(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, monoclinico

Aprovado CNMNM - IMA 75-1

whiteite-(MnFeMg), *whiteite*, *whiteíta*

Ocorrência. Pegmatito Lavra da Ilha, Itinga, Minas Gerais (ver texto precedente).

Aparência e propriedades físicas. Cristais grandes (até 1,5 ou 2 cm) tabulares espessos, em forma de canoa. Cristais encurvados que mostram formas {001} e {-111}, igualmente desenvolvidas. A forma de canoa é evidenciada pelo aspecto curvo das faces da forma {-111}. Os cristais são invariavelmente geminados por reflexão em {001}, gerando aparência pseudo-ortorrômbica ao conjunto. Marrom chocolate, quase incolor em fragmentos pequenos. Translúcido. Clivagem {001} boa a perfeita. D_{medida} 2,67 g/cm³. D_{calc} 2,62 g/cm³. H 3 a 4.

Propriedades ópticas. Biaxial (+), α 1,575(5), β 1,585(5), γ 1,595(5), n médio calculado (Gladstone-Dale) 1,59, $2V$ (obs.) 80-90°, $\alpha \perp \{001\}$.

Dados químicos. Análises por microsonda (% em peso): CaO 1,4, MgO 10,1, MnO 7,6, FeO 7,9, Al₂O₃ 12,7, P₂O₅ 36,4, H₂O não analisado, total 76,1 Fórmula: $(\text{Mn}_{0,8}\text{Ca}_{0,2})(\text{Fe}_{0,9}\text{Mn}_{0,1})\text{Mg}_2\text{Al}_2(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

Cristalografia. Monoclinico, $P2/a$. a 14,99(2), b 6,96(1), c 10,14(1) Å, β 113°19(6)', Z 2. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 9,318 (100) (001), 5,598 (30) (011), 4,824 (50) (-202), 4,644 (40) (002), 3,518 (35) (-402), 3,454 (30) (112), 3,245 (35) (021), 2,948 (45) (-403), 2,776 (90) (-320) e 1,927 (30) (-415). ICDD: 43-1467.

Nome. Em homenagem a John S. White, Jr.

Material tipo. U.S. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, DC, Estados Unidos.

Relação com espécies conhecidas. Grupo da jahnsita.

Estrutura cristalina. Não estudada.

Sintético. Não obtido.

Zanazziíta

Leavens *et al.* (1990)

$\text{Ca}_2\text{Be}_4(\text{Mg},\text{Fe})_5(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, monoclinico

Aprovado CNMNM - IMA 86-054

zanazziite

Ocorrência. Pegmatito Lavra da Ilha, Itinga, Minas Gerais (ver texto precedente).

Aparência e propriedades físicas. Cristais na forma de barris e rosetas de cristais de até 4 mm. Os cristais tipicamente mostram fomas {100} e {110} mais desenvolvidas com {001} irregular e arredondada; menos comumente laminado, mostrando {110} mais desenvolvida, {110} menos desenvolvida, e {001} arredondada e irregular Verde oliva pálido a escuro, composicionalmente zonado. Traço branco. Brilho vítreo a ligeiramente perláceo em superfícies de clivagem. Transparente. Clivagem {100} boa, e {010} distinta. Não fluorescente em luz ultravioleta. $D_{\text{medida}} 2,76$, $D_{\text{calc.}} 2,77 \text{ g/cm}^3$. H 5.

Propriedades ópticas. Biaxial (+), $\alpha 1,606(2)$, $\beta 1,610(2)$, $\gamma 1,620(2)$, $2V$ (medido) 72° , $2V$ (calculado) 65° , orientação X=b, Z:[100] = 3° em β obtuso.

Dados químicos. Análises por microsonda eletrônica (Be determinado por AAS e H_2O por análises CHN) (% em peso): CaO 10,65, MgO 11,66, FeO 9,63, MnO 1,77, SiO_2 0,36, Al_2O_3 1,54, Fe_2O_3 0,76, BeO 9,81, P_2O_5 39,27, H_2O 13,32, total 98,77 ($\text{Fe}^{2+}:\text{Fe}^{3+}$ particionado com base em análise titrimétrica). Fórmula: $(\text{Ca}_{1,97}\text{Mn}_{0,03})_{\Sigma 2,00}(\text{Mg}_{0,61}\text{Fe}_{0,40})_{\Sigma 1,01}(\text{Mg}_{2,38}\text{Fe}^{2+}_{1,08}\text{Mn}_{0,23}\text{Al}_{0,31}\text{Fe}^{3+}_{0,10})_{\Sigma 4,10}\text{Be}_4(\text{P}_{5,73}\text{Be}_{0,06}\text{Si}_{0,06})_{\Sigma 5,85}\text{O}_{24}(\text{OH})_{3,4} \cdot 6,6\text{H}_2\text{O}$, idealmente $\text{Ca}_2\text{Me}^{2+}\text{Me}^{2+}_4\text{Be}_4(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, onde Me^{2+} indica $\text{Mg} > (\text{Fe}^{2+} \text{ ou } \text{Mn}^{2+})$.

Cristalografia. Monoclinico, $C2/c$. $a 15,874(4)$, $b 11,854(3)$, $c 6,605(1) \text{ \AA}$, $\beta 95^\circ 21(2)'$. $V 1237 \text{ \AA}^3$, $Z 2$. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em \AA (I) (hkl)] 9,50 (90) (110), 5,91 (100) (020), 3,16 (70) (330), 3,05 (50) (510), 2,766 (50) (240), 2,682 (40b) (600), 2,208 (40) (15-1 e 710) e 1,642 (50b). ICDD: 30-172 [padrão calculado, atribuído originalmente a *roscherita-M* (monoclinica)]

Nome. Em homenagem a Pier F. Zanazzi.

Material tipo. Smithsonian Institution, Washington, DC, USA.

Relação com espécies conhecida. Provavelmente o análogo de Mg da roscherita.

Estrutura cristalina. Tomada originalmente como roscherita-*M*, teve sua estrutura estudada por Fanfani *et al.* (1975), que, com base em dados químicos parciais, derivaram uma fórmula imperfeita. Posteriormente, Fanfani *et al.* (1977) admitiram que a fórmula estrutural poderia ser diferente, propondo uma fórmula que concordou perfeitamente com os dados químicos completos obtidos por Leavens *et al.* (1990).

Sintético. Não obtido.

Chernikovita

Atencio (1988)

$(\text{H}_3\text{O})_2(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, tetragonal (amostra-tipo não é do Brasil)

chernikovite, hydrogen autunite, hidrogênio autunita

O nome hidrogênio autunita foi proposto para um produto sintético estudado por vários autores, e.g. Lienau (1898), Frondel (1950) e Ross (1955). Uma substância de ocorrência natural da extinta União Soviética foi identificada com este material por Chernikov (1958). Uma segunda ocorrência foi descrita por Camargo (1965), em Perus, município de São Paulo, e uma terceira ocorrência também da extinta União Soviética, foi registrada por Kashirtseva & Valueva (1979). Nem Chernikov (1958) nem Kashirtseva & Valueva (1979) forneceram qualquer indicação da localização correta das ocorrências soviéticas. De acordo com Chernikov (comunicação pessoal), a primeira ocorrência foi registrada no depósito Karakat, Karamazar, cadeia de montanhas Kuramin, aproximadamente 60 km ao norte de Hodjent (antes denominada Leninabad), Tadjikistão. Com aprovação da CNMNM da IMA, Atencio (1988) substituiu o nome hidrogênio autunita por chernikovita (em homenagem a A.A. Chernikov), devido a diversas razões:

- (1) O mineral contém íons $(\text{H}_3\text{O})^+$ e não simplesmente H^+ .
- (2) Seu grau de hidratação é o mesmo observado para minerais do grupo da meta-autunita, enquanto o nome autunita é reservado para minerais com 10 a 12 moléculas de H_2O .

- (3) O nome hidrogênio autunita foi também utilizado para outros compostos naturais (Belova 1975) e artificiais (Harris & Scott 1949, Weiss *et al.* 1957, Moroz *et al.* 1973).

Chernikovita consta da lista de amostras tipo produzida pela Comissão de Museus da Associação Mineralógica Internacional como sendo um mineral tipo do Brasil. Entretanto, a primeira ocorrência é aquela do Tadjikistão.

A chernikovita de Perus ocorre como inclusões orientadas e nitidamente zonadas, em autunita e meta-autunita, que preenchem cavidades do turmalina granito, localmente pegmatítico. É comum as inclusões desenvolverem formas de bastonetes paralelos às faces do hospedeiro, exibindo, no conjunto, aspecto hieroglífico. Existem também pequenas placas com contornos irregulares ou geométricos, cujo tamanho não excede 10 μm . Inclusões de chernikovita são observadas em crescimento paralelo ao plano (001) da autunita. Outros fosfatos e silicatos observados como preenchimento de fraturas são: torbernita, meta-torbernita, fosfuranilita, furcalita (ver mineral X), haiweeíta, uranofânio, beta-uranofânio e weeksita rica em bário (Atencio & Hypolito 1994).

Mineral X

Camargo (1965)

(= furcalita)

unnamed uranyl phosphate

Camargo (1965) descreveu e registrou dados morfológicos, ópticos e de difratometria de raios X de um mineral similar à fosfuranilita, que ocorria como preenchimento de fratura em xisto encaixante do turmalina granito, localmente pegmatítico, de Perus, São Paulo. Outros fosfatos e silicatos observados como preenchimento de fraturas são: chernikovita (ver), torbernita, meta-torbernita, fosfuranilita, haiweeíta, uranofânio, beta-uranofânio e weeksita rica em bário (Atencio & Hypolito 1994). A pequena quantidade de material disponível, no entanto, impediu a realização de análises químicas quantitativas. Mesmo assim, aquele autor concluiu que se tratava de uma nova espécie e a denominou "mineral X". Fleischer (1974) e Fleischer *et al.* (1984) referiram-se ao "mineral X" de Perus como "unnamed uranyl phosphate".

A comparação entre os dados já publicados para o "mineral X" de Perus e para a furcalita, $\text{Ca}_2(\text{UO}_2)_3\text{O}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ortorrômbico, sugere a identidade entre estes dois minerais. A coleta de nova amostra do "mineral X", agora em superfície de fratura do pegmatito, permitiu estudos suplementares para comprovar este fato. Perus é, na realidade, a primeira ocorrência descrita de furcalita e seus cristais são os mais bem formados entre todos os da espécie. Novos dados são apresentados a seguir para melhor definir as propriedades do mineral, incluindo, ao mesmo tempo, uma fórmula química que revela maior concordância com novas interpretações estruturais.

Apenas uma amostra de mão contendo o mineral foi coletada. Proveio da pedreira da Mineração Botuquara Ltda., e serviu de base para o presente estudo (Figura 7.2).. Nesta amostra, nenhum outro mineral uranífero associa-se diretamente com a furcalita, que ocorre como preenchimento de fraturas no pegmatito, constituindo agregados radiados de cristais eudrais de até 5 mm de comprimento. Os cristais apresentam cor amarela viva, são transparentes e de brilho vítreo a adamantino. A cor do traço é amarela clara. A furcalita é quebradiça e apresenta fratura conchoidal. O mineral não é fluorescente. Sua dureza VHN varia de 86 a 95 (média 90,5) kg/mm^2 , o que corresponde a dureza de Mohs calculada de 2,4. $D_{\text{medida}} 4,22(4)$, $D_{\text{calculada}} 4,220 \text{ g/cm}^3$.

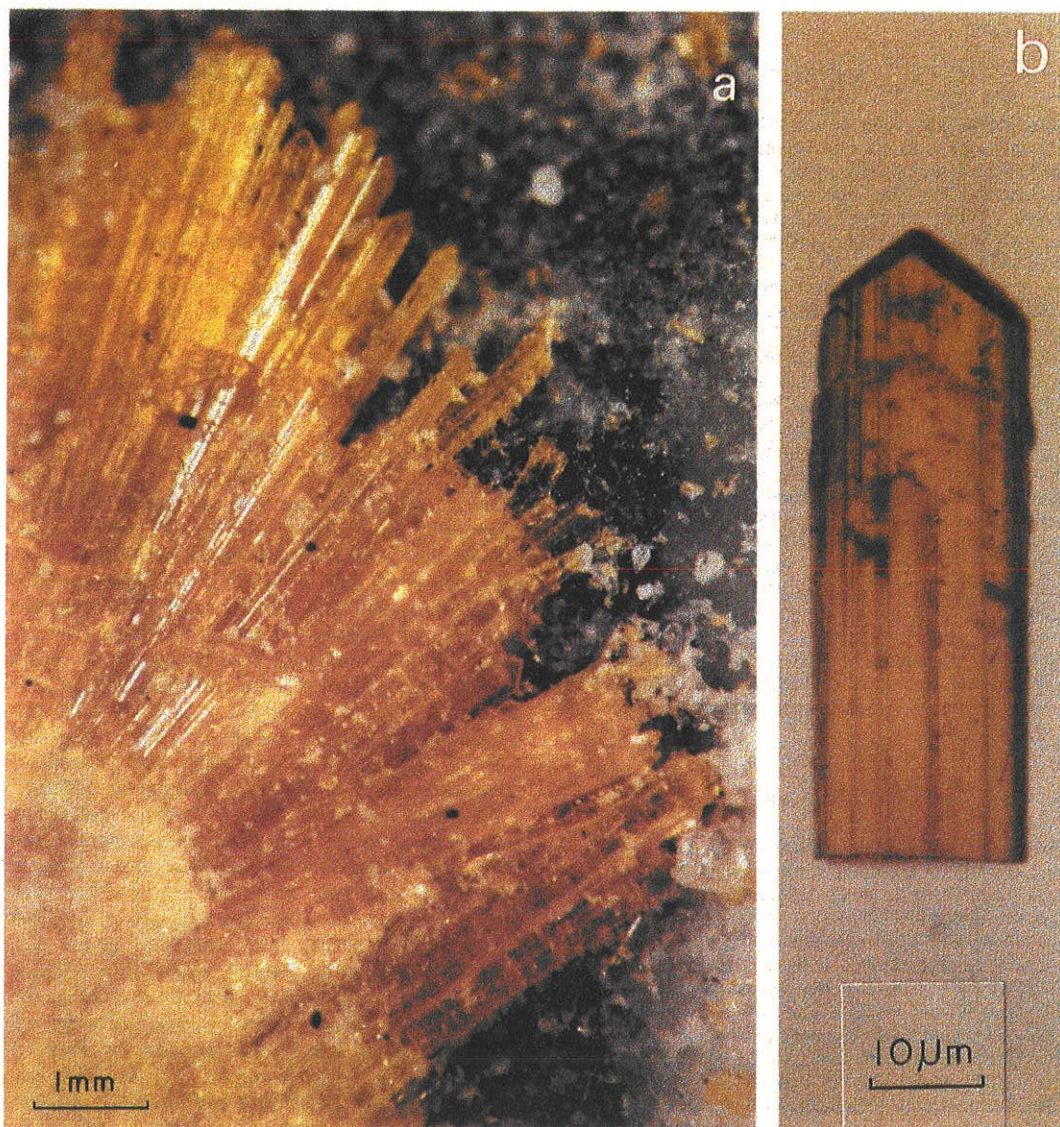


Figura 7.2. Furcalita (“mineral X”) de Perus, São Paulo (Atencio *et al.* 1991).

Opticamente, o mineral é biaxial (-), com α 1,677(2), β 1,732(2), γ 1,766(2), $2V_x$ medido 75° , $2V_x$ calculado 74° . A fórmula pleocróica é $X =$ amarelo claro, $Y =$ amarelo, $Z =$ amarelo ouro, $X = b$, $Y = a$, $Z = c$, absorção $X < Y < Z$, dispersão $r > v$ média, alongação positiva. O mineral é ortorrômbico, grupo espacial $Pbca$, a 17,415(2), b 16,035(3), c 13,598(3) Å, V 3797(2) Å³, $Z = 8$.

A fórmula analítica, derivada de análises por microsonda eletrônica, é $(Ca_{1,97}K_{0,05})_{\Sigma 2,02}(UO_2)_{2,87}O_{1,93}[(PO_4)_{1,90}(SiO_4)_{0,04}]_{\Sigma 1,94} \cdot 7,57H_2O$. A curva de DTA apresenta um pico endotérmico em 150°C, correspondente a perda de H₂O, confirmada por TGA, e fusão a 900°C. O espectro IR apresenta bandas de H₂O, PO₄ e UO₂. Furcalita é insolúvel em água e solúvel em HCl, HNO₃ e H₂SO₄, todos em concentração 1:1, a frio. A compatibilidade Gladstone-Dale é superior. Furcalita forma-se, provavelmente, a T menor ou igual a 150°C.

A estrutura cristalina da furcalita foi previamente estudada por Piret & Declercq (1978), sendo a fórmula obtida $Ca_2(UO_2)_3(PO_4)_2(OH)_4 \cdot 4H_2O$, com índice residual final R de 12%, pouco favorável. Esse estudo, entretanto, apresenta algumas incorreções, que serão tratadas a seguir. Considerações sobre valências de ligação derivadas de distâncias de ligação determinadas por Piret & Declercq (1978) sugerem claramente que:

- (i) O(14) e O(17) são O isolados e não constituintes de grupos OH⁻;
- (ii) O(24) a O(29) são todos pertencentes a grupos H₂O;
- (iii) deve existir um átomo adicional de oxigênio ligado a Ca(5).

Para solucionar estes problemas, novo estudo de estrutura cristalina da furcalita foi levado a efeito a partir de um cristal proveniente da ocorrência de Perus. Os resultados deste estudo foram incluídos nos trabalhos de Atencio *et al.* (1990), Silva (1990), Silva *et al.* (1990), Atencio (1991) e Atencio *et al.* (1991).

A estrutura cristalina da furcalita (Atencio *et al.* 1991) foi resolvida por métodos de difratometria de raios X de cristal único e refinada até R = 3,8 % usando 2065 reflexões observadas [$I > 3\sigma(I)$]. A estrutura consiste de camadas $[(UO_2)_3O_2(PO_4)_2]_n^{4n-}$, paralelas a (010), conectadas por íons Ca e H₂O. Os poliedros de coordenação são: para U(1) bipirâmide hexagonal; para U(2) e U(3) bipirâmides pentagonais; para Ca(4) e Ca(5) prisma trigonal mono-encapuzado e dodecaedro triangulado, respectivamente; e para P(6) e P(7) tetraedros. Como consequência deste trabalho, a fórmula molecular da furcalita deve ser modificada para $Ca_2(UO_2)_3O_2(PO_4)_2 \cdot 7H_2O$.

Capítulo 8

Arseniatos

Yanomamita

Botelho (1992), Botelho *et al.* (1994)

$\text{InAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, ortorrômbico

Aprovado CNMNM - IMA 90-052.

yanomamite, mineral X

Ocorrência. Depósito estanífero de Mangabeira. O depósito situa-se na borda da estrada GO-118 e a ocorrência de yanomamita a 1 km a norte do vilarejo Passa e Fica, Monte Alegre de Goiás, Goiás (próximo à divisa com o Estado de Tocantins). Em greisen de quartzo e topázio. Os minerais associados são: zinnwaldita, wolframita, cassiterita, arsenopirita, esfalerita, calcopirita, pirita, enargita, stannita, cosalita, escorodita, beudantita, covellita e calcocita. Moura & Botelho (1994) verificaram também a presença de agardita, beudantita, chenevixita, farmacossiderita, metazeunerita e arseniatos não identificados de Ba, Bi, Pb e Sn (ver). Os cristais de yanomamita são sempre cobertos por um filme fino de escorodita rica em In. Yanomamita e escorodita rica em In são cogenéticas, formadas por alteração de arsenopirita que contém inclusões de esfalerita rica em In. Esta substituição pode ser relacionada a processo hidrotermal simultâneo à deposição principal de cassiterita.

Aparência e propriedades físicas. Cristais bipiramidais euédricos (tamanho médio 0,1 mm, máximo: 0,2 mm). Agregados podem atingir 1cm. Intimamente intercrescido com escorodita. Verde pálido a verde amarelado. Traço branco. Brilho vítreo. Transparente. Clivagem não observada. Fratura subconchoidal. Não fluorescente. $D_{\text{calc.}} 3,876(3) \text{ g/cm}^3$. $H 3,5$ a 4 . $VHN_{25} = 631 \text{ kg/mm}^2$ (variação: 571-743).

Propriedades ópticas. Biaxial (-), índice de refração médio 1,65 (luz branca), $2V_z$ (medido) 55 a 76° , dispersão $r > v$ forte, orientação $X = a$, $Y = c$, $Z = b$.

Dados químicos. Média de 12 análises por microsonda eletrônica (% em peso): In_2O_3 45,8(3), Fe_2O_3 1,1(2), Al_2O_3 0,21(2), As_2O_5 40,1(2), H_2O 12,78 (por diferença), fórmula:

$(\text{In}_{0,94}\text{Fe}_{0,04}\text{Al}_{0,01})\text{AsO}_4 \cdot 2,02\text{H}_2\text{O}$. A fórmula simplificada $\text{InAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ requer: In_2O_3 47,90, As_2O_5 39,66, H_2O 12,44.

Cristalografia. Ortorrômbico, *Pbca*. *a* 10,446(6), *b* 9,085(4), *c* 10,345(6) Å. *V* 981,8(7) Å³, *Z* 8. Sintético, sem Fe: *a* 10,471(3), *b* 9,092(2), *c* 10,341(2) Å. *V* 984,5(5) Å³. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 5,70 (70) (111), 4,53 (100) (020, 210), 4,163 (50) (021), 3,874 (60) (121), 3,250 (60) (122), 3,110 (50) (311), 2,656 (40) (123) e 2,541 (40) (231).

Nome. Em homenagem aos índios yanomami. Chamado de “mineral X” por Botelho & Roger (1990). O nome yanomamita foi usado pela primeira vez por Botelho (1992).

Material tipo. Holotipos preservados na Coleção Mineralógica do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília e no Museu da Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, França.

Relação com espécies conhecidas. Grupo da variscita. É o análogo de índio da escorodita e da mansfieldita.

Estrutura cristalina. Não estudada.

Sintético. Mooney-Slater (1961) e Tarte & Pâques-Ledent (1968).

Arseniatos não identificados de Ba, Bi, Pb e Sn

Moura & Botelho (1994)

Quatro arseniats não identificados, associados à yanomamita (ver) de Monte Alegre de Goiás foram descritos por Moura e Botelho (1994):

Arseniato de Ba e Fe

O mineral possui cor amarela clara a castanha amarelada, relevo médio a alto, é isótropo, apesar de serem observados grãos com fraca anisotropia anômala cinza-azulada, e está normalmente associado a massas de escorodita. Dados de 13 análises químicas fornecem (% em peso): As_2O_5 35 a 47; $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{t})$ 31 a 38, Al_2O_3 2 a 0,1, K_2O 0,4 a 1,5, BaO 7,6 a 10, H_2O 15 a 4.

Arseniato de Bi

De cor marrom escura e relevo alto, o mineral ocorre isolado entre grãos e subgrãos de quartzo e contém (5 análises, % em peso): As_2O_5 18 a 25, $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{t})$ 0,24 a 6,1, Bi_2O_3 59 a 74 e H_2O 14 a 2.

Arseniato de Pb e Fe

Consiste de um mineral amarelo claro, de relevo médio, que preenche fraturas de pertita, quartzo e micas. Sua característica óptica mais marcante é possuir cor de interferência anômala azul celeste. Possui (5 análises, % em peso): As_2O_5 23 a 27, $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{t})$ 25 a 26, PbO 27 a 31, Al_2O_3 3 a 5 e H_2O 12 a 18.

Arseniato de Sn e Fe

O mineral tem cor amarela intensa, hábito prismático, relevo médio a alto, é zonado e isótropo. Sua composição química compreende (15 análises, % em peso): As_2O_5 15 a 18, $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{t})$ 17 a 22, SnO_2 49 a 55, H_2O 4 a 9, Al_2O_3 1 a 1,5, SO_3 0,2 a 0,8 e CuO 0,3 a 0,7.

Capítulo 9

Silicatos

Ribeirita

Florencio (1952b)

(= zircão)

ribeirite

Ribeirita é o nome usado por Florencio (1952b) para uma variedade de zircão, $ZrSiO_4$ tetragonal, alterado (“*uma nova variedade de zirconita*”, segundo Florencio), contendo 7,45 % de “terras ítricas”, de Maracani, Bahia. O nome homenageia o físico brasileiro, Prof. Joaquim Costa Ribeiro. Ver também orvillita.

Orvillita

Lee (1917)

(= zircão)

orvillite, orvilita

Descrito como um silicato hidratado de zircônio, que ocorre com zircão em minério zirconífero de Caldas, Minas Gerais. Provavelmente trata-se de variedade de zircão, $ZrSiO_4$ tetragonal, alterado (ver ribeirita). Homenagem ao geólogo Orville A. Derby (1851-1915), primeiro diretor da Sociedade Brasileira de Geologia.

Água-marinha do Brasil

Topázio azul claro.

Safira brasileira

safira do Brasil

Topázio azul.

Topázio brasileiro

Topázio verdadeiro.

Topázio imperial

imperial topaz

Variedade de topázio alaranjado a marrom alaranjado (de amarelo dourado a vermelho-conhaque), em cristais prismáticos rômnicos, terminados por pirâmide, raramente biterminados, encontrada exclusivamente em Ouro Preto, Minas Gerais. É bem mais valiosa que as demais variedades, em razão de sua maior raridade. Se cuidadosamente aquecido, o topázio imperial adquire bela cor rosada, sendo este o processo de obtenção da maior parte do topázio dessa cor encontrada no comércio. O estudo detalhado do topázio imperial da região de Ouro Preto foi efetuado por Gandini (1994). Segundo ele, os possíveis cromóforos deste mineral-gema são Cr, V e Fe, todos no estado trivalente. Os depósitos de topázio imperial, incluindo provavelmente os de euclásio (ver) foram descritos por volta de 1760 (Chaves & Karfunkel 1994).

Euclásio

Delamétherie (1792); Hauy *in* Delamétherie (1797)

$\text{BeAlSiO}_4\text{OH}$, monoclinico

euclase, euclasita

De acordo com Leonardos (1970), é provável que os primeiros espécimes de euclásio levados a Europa por Dombey, em 1785, fossem provenientes de Ouro Preto, Minas Gerais, e não do Peru, onde é inteiramente desconhecido. Conforme Dana (1892), o

nome foi dado por Haüy e significa “fratura fácil”, em alusão a sua boa clivagem. Haüy mencionou que o nome euclásio já havia sido publicado por Daubenton em um número preliminar de suas *Tableaux méthodiques des Minéraux* (a primeira edição é de 1784). Delamétherie (1792) publicou o nome e a descrição do mineral, sem creditá-lo a Haüy. Os créditos a Haüy foram dados por Delamétherie (1797). Apenas Eschwege (1822) localizou a proveniência do mineral ao identificá-lo em meio a um lote de topázio oriundo daquela área. Uma revisão sobre a ocorrência deste mineral no Brasil foi efetuada por Chaves & Karfunkel (1994). Segundo eles, as jazidas clássicas deste mineral estão associadas às jazidas de topázio imperial (ver) na região de Ouro Preto. O euclásio é recuperado como subproduto da garimpagem do topázio imperial em pelo menos sete lavras: Boa Vista, Trino, Ranchador, Capão do Lana, Fundão, Morro do Gabriel e Caxambu. Ocorre em cristais isolados, transparentes e levemente azulados ou esverdeados, quase sempre de comprimento inferior a 1 cm.

Esmeralda brasileira

esmeralda do Brasil

Euclásio verde. Este termo também é aplicado a turmalina verde.

Minasgeraisita-(Y)

Foord *et al.* (1986)

$\text{CaBe}_2\text{Y}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$, monoclinico

Aprovado CNMNM - IMA 83-90.

minasgeraisite-(Y), *minasgeraisite*, *minasgeraisita*

Originalmente minasgeraisita, mudado para concordar com novas regras de nomenclatura de minerais de terras raras.

Ocorrência. Como mineral tardio, acessório, esparso, em pequenas drusas do Pegmatito Jaguaruçu, na Lavra do Sr. José Pinto, em Jaguaruçu, ao lado de um campo de futebol, Município de Timóteo (próximo a Coronel Fabriciano), Minas Gerais. Minerais associados incluem milarita, albita, quartzo, muscovita, hematita, amazonita, adularia,

almandina-espessartita, magnetita, churchita, elbaíta, pirita, cerussita, piromorfita, anatásio.

Aparência e propriedades físicas. Rosetas de 0,2 a 1,0 mm de diâmetro, cobrindo e intercrescido com milarita, albita, quartzo e muscovita. Em feixes. Cristais de 3 a 5 μm . Lavanda a púrpura-lilás. Traço púrpura claro. Brilho terroso a subvítreo. Transparente. Clivagem {100} excelente e {001} boa. Não magnético. Não fluorescente. $D_{\text{medida}} > 4,25$, $D_{\text{calc.}} 4,90 \text{ g/cm}^3$. H 6 a 7. Lentamente solúvel em ácidos comuns.

Propriedades ópticas. Biaxial (+), $\alpha 1,740(4)$, $\beta 1,754(4)$, $\gamma 1,786(4)$, $2V_z$ (medido) 68° , $X = \text{incolor}$, $Y = \text{amarelo acinzentado claro}$, $Z = \text{púrpura lavanda}$, $Z > Y > X$. Dispersão $r > v$, muito fraca..

Dados químicos. Análises por ICP, espectrometria de absorção atômica e microsonda eletrônica (% em peso): SiO_2 26,37, Al_2O_3 0,32, FeO 0,69, MgO 0,61, CaO 11,47, Na_2O $< 0,1$, TiO_2 0,02, MnO 2,83, P_2O_5 1,21, B_2O_3 1,45, BeO 7,8, Bi_2O_3 14,7, CuO 0,14, ZnO 0,35, ZrO $< 0,02$, La_2O_3 0,25, Ce_2O_3 0,20, Pr_2O_3 0,13, Nd_2O_3 0,50, Sm_2O_3 0,26, Eu_2O_3 0,00, Gd_2O_3 0,32, Tb_2O_3 0,23, Dy_2O_3 1,26, Ho_2O_3 0,37, Er_2O_3 1,94, Tm_2O_3 0,75, Yb_2O_3 7,86, Lu_2O_3 1,71, Y_2O_3 16,38 Total 99,8.

Fórmula: $(\text{Y}_{0,72}\text{REE}_{0,41}\text{Ca}_{0,56}\text{Bi}_{0,31})_{\Sigma 2,00}(\text{Ca}_{0,45}\text{Mn}_{0,20}\text{Mg}_{0,08}\text{Fe}_{0,05}\text{Zn}_{0,02}\text{Cu}_{0,01}\square_{0,19})_{\Sigma 1,00}$

$(\text{Be}_{1,55}\text{B}_{0,21}\text{Si}_{0,24})_{\Sigma 2,00}(\text{Si}_{1,95}\text{P}_{0,08})_{\Sigma 2,03}\text{O}_{10}$. Uma porção mais rica em Bi também foi registrada.

Cristalografia. Monoclínico, $P2_1/a$. a 9,833(2), b 7,562(1), c 4,702(1) Å, β 90,46(6)°, V 349,60(14) Å³, Z 2. Reflexões mais fortes no padrão de difração de raios X: [d em Å (I) (hkl)] 5,99 (30) (110), 3,71 (30) (-111), 3,41 (30) (-201), 3,11 (100) (-211), 2,830 (100) (-121), 2,540 (90) (-311), 2,250 (30) (012), e 1,768 (35) (-511). ICDD: 39-0344.

Nome. Em homenagem ao Estado de Minas Gerais.

Material tipo. U.S. National Museum.

Relação com espécies conhecidas. Grupo da datolita.

Estrutura cristalina. Não estudada.

Simético. Não obtido.

Thellita

Phipson (1870)

(= xenotímio-(Y))

thellite, thelline, yttria silicate (of Damour), yttrium silicate (of Damour)

Damour (1853) descreveu um provável silicato de ítrio, mas de composição não determinada, proveniente de areias diamantíferas de Chapada, Bahia, de cor marrom. com H 5 a 6 e $d_{\text{medida}} 4,391 \text{ g/cm}^3$. Posteriormente, entretanto, Damour (1856) publicou a seguinte informação:

“Fosfato de ítrio titanífero - Eu também cometi um engano ao descrever esta espécie com o nome de silicato de ítrio. Ele gera uma mistura de ácido de titânio e de zircônio, que eu confundi, num primeiro momento, com sílica. Esta substância ocorre como grãos arredondados, crivados de pequenas cavidades na superfície; às vezes também como octaedros de base quadrada, com faces aplainadas como as do zircão. É opaca e de cor marrom-canela; sua densidade é 4,39. Risca o vidro debilmente. O sal de fósforo a dissolve com dificuldade. Ácido sulfúrico fervente a decompõe, deixando um resíduo branco, insolúvel, formado por ácido de titânio e de zircônio. A análise resultou em:

Ácido fosfórico	0,3164
Ítria	0,6040
Ácido de titânio e zircônio	0,0740
Óxidos de urânio e de ferro	<u>0,0120</u>
	1,0064

Os cristais deste material observados nas areias da Bahia apresentam todas as características exteriores do fosfato de ítrio que é encontrado nos pegmatitos de Hitteroë, na Noruega...”.

Certamente desconhecendo o trabalho de Damour (1856), Phipson (1870) publicou a seguinte nota (conteúdo total):

Sobre um mineral de São Paulo.

Pelo Dr. T.L.Phipson, F.C.S., membro da Sociedade Química de Paris.

Um mineral de São Paulo, Brasil, foi entregue a mim pouco tempo atrás em Paris; supunha-se que fosse um silicato de ítrio, e foi chamado Thelline ou Thellite. Corresponde em aparência e propriedades com o silicato de ítrio, descrito por M. Damour, em 1858, como tendo sido encontrado em areias diamantíferas da Bahia, Brasil; um mineral marrom, dito ser "provavelmente um silicato de ítrio", que embranquece ao maçarico, mas não funde, e é insolúvel em sal de fósforo.

Uma pequena amostra do espécimen de São Paulo foi confinada a mim para análise, com o pedido que eu publicasse o resultado em breve oportunidade.

Segue a descrição do mineral e sua análise: apresenta cor marrom clara, é translúcido em lascas finas, e nos veios que o atravessam; quando pulverizado, gera um pó amarelo claro de brilho intenso, que torna-se vermelho vivo quando aquecido; é parcialmente atacado por ácidos fortes. É infusível ao maçarico, mas escurece e torna-se preto na chama ionizante, e, com a continuidade do aquecimento por algum tempo, a superfície torna-se totalmente branca. Risca vidro como o diamante, e o corta quase como aquele, mas não ataca o quartzo; solta clarões e faíscas quando golpeado vigorosamente em mortalha de ágata; é totalmente desprovido de cristalização, e sua fratura é imperfeitamente conchoidal. Nenhum traço de ítrio pôde ser obtido do mineral, mas descobriu-se conter aproximadamente 1% de Be como um constituinte acidental. Obteve-se: ácido silícico 90,09, água 4,54, peróxido de ferro e alumínio com aproximadamente 1% de berílio 4,56, total 100,00.

A presença de berílio neste mineral, que é evidentemente um tipo de sílica hidratada, menilita [= opala marrom acinzentada] ou resinita [= opala marrom amarelada], é muito interessante, e leva-me a crer que esta terra seja encontrada em outros tipos naturais de sílica. Silicato de berílio (fenaquita) é tão semelhante ao quartzo em aparência e forma cristalina que é facilmente confundido com ele, e substâncias possuindo, quando cristalizadas, a mesma forma cristalina são freqüentemente encontradas conjuntamente na natureza. Eu não concluo do mencionado acima que o mineral que examinei seja idêntico ao silicato de ítrio de M. Damour, pois eu não estou ciente de que alguma vez o tenha visto. Indubitavelmente, ele vai algum dia publicar uma análise de seu material.

Laboratório analítico, Putney, S.W.

Assim sendo, o “silicato de ítrio” de Damour seria, na verdade, um fosfato de ítrio [xenotímio-(Y), descrito originalmente na Noruega] (ver castelnaudita e hussakita). A dureza e a densidade apresentadas por Damour coincidem razoavelmente com as do xenotímio-(Y). A presença de titânio é devida a inclusões de finas agulhas de rutilo (Hussak 1917). Como curiosidade, cabe notar que o silicato de ítrio thalenita-(Y), descrito em 1898, na Suécia, ou seja 28 anos após o trabalho de Phipson, apresenta nome semelhante a thellita.

O mineral de “São Paulo” estudado por Phipson seria opala ou fenaquita.

Giannettita

Guimarães (1948c)

(= hainita?)

giannettite, giannetite, giannetita, mineral Zr-D

O mineral giannettita foi descrito por Guimarães (1948c) em Poços de Caldas, Minas Gerais e denominado em homenagem ao engenheiro de minas Americo René Giannetti. A partir do estudo de novas amostras de giannettita, Atencio *et al.* (1999) verificaram sua identidade com hainita. Entretanto, não pôde ser efetuada a demonstração formal desta identidade, pela inexistência de amostra tipo da giannettita. A seguir será apresentado um resumo dos dados existentes para este mineral.

Hainita foi originalmente descrita por Blumrich (1893), em cavidades e na matriz de fonólitos e tinguaitos de Hradište (antes “Hoher Hain”), próximo a Frýdlant (Friedland), norte da Boêmia, República Tcheca, com base em dados ópticos incompletos e análises químicas qualitativas. Análises químicas completas e dados de difração de raios X foram publicados por Johan & Cech (1989). Uma segunda ocorrência foi estabelecida (Atencio *et al.* 1999) no maciço alcalino de Poços de Caldas, estados de Minas Gerais e São Paulo. Em termos de composição química e dados de difração de raios X, a hainita de Poços de Caldas é muito similar àquela da República Tcheca. Dados ópticos e morfológicos da hainita de Poços de Caldas foram também registrados. Estes dados concordam com aqueles obtidos por Guimarães (1948c) para a “giannettita” de Poços de Caldas. Aparentemente, Guimarães não teve acesso ao artigo de Blumrich (1893). A descrição original de

“giannettita” é tão deficiente que a espécie e o nome não foram considerados válidos. Em adição, como hainita tem prioridade histórica (Blumrich 1893) sobre “giannettita” (Guimarães 1948c), o mineral é mais propriamente denominado hainita. Entretanto, o nome “giannettita” tem aparecido, infelizmente, na literatura, como na descrição da estrutura cristalina por Rastsvetaeva *et al.* (1995). Apesar da desacreditação formal da “giannettita” não ser possível, pois o espécimen tipo não foi localizado, Atencio *et al.* (1999) convenceram-se de que “giannettita” equivale a hainita.

Ocorrência. Hainita ocorre em rochas alcalinas evoluídas, em particular nefelina sienitos e tinguaitos, do maciço de Poços de Caldas. Os seguintes minerais acessórios, de cavidades ou de preenchimento de fraturas, a maioria identificados por óptica, foram citados como de ocorrência no maciço de Poços de Caldas: eudialita, catapleita, lamprofilita, rinkita, neptunita, pectolita com manganês, kupletskita, lãvenita, normandita, rosenbuschita, narsarsukita, tainiolita, os problemáticos “mosandrita”, “giannettita”, “rinkolita” e “pennaíta” (ainda não descritos completamente na literatura), wadeíta, enigmatita, astrofilita, fersmanita, elpidita, gaidonnayíta, hilairita, burbankita, calcita, fluorita, natrolita, analcima, pirita, galena, ilmenita com manganês, estroncianita, ankerita, kutnohorita, ancylita-(Ce), chamosita, berthierina-*IM* e lorenzenita. Dados mineralógicos completos inexitem para este minerais. Para informações básicas sobre a geologia e a mineralogia de Poços de Caldas deve-se consultar Schorscher & Shea (1992) e Ulbrich & Ulbrich (1992).

Os cristais de hainita descritos por Atencio *et al.* (1999) foram coletados em cavidades de fonólito subvulcânico (tinguaíto) explorado na Pedreira Bortolan (amostra 5), e também da matriz de tinguaito da Pedreira da Prefeitura (amostra 6).

A abundância de hainita nas rochas varia de 0 a 5%. Como os cristais são geralmente poiquilíticos, sua forma se adapta aos espaços existentes. As dimensões dos cristais atinge o máximo de 0,5 mm nas rochas de granulação fina e 2,5 mm nas de granulação grossa. Nas cavidades, os cristais extremamente raros alongados ou tabulares de hainita atingem 1 mm de comprimento e 0,3 mm de espessura. Hainita ocorre também intimamente associada a pectolita com manganês em cristais alongados (até 2 cm de comprimento e 1 mm de largura) de cavidades.

Hainita é magmática tardia quando inclui poiquiliticamente feldspato alcalino, nefelina e outros minerais, e claramente pós-magmática nos casos em que ocorre em cavidades.

Os cristais de hainita de preenchimento de fraturas estão associados a minerais não identificados. Mineral UPC1 (= não identificado de Poços de Caldas # 1), apresentando contornos retangulares e dimensões máximas de 8 x 0,2 μm , desenvolve-se ao longo de superfícies de fratura de um cristal de hainita. Análises de EDS indicaram um silicato-fosfato de Sr, Ce, Ca, La e Na, com F e Cl. Um segundo mineral não identificado (UPC2) cresce em torno do mesmo grão de hainita. É anedral, sua área mede aproximadamente 10 x 10 μm , e é um silicato de Ba, Na, Nb, Ti e Ca. Em outra amostra, hainita está associada a pectolita com manganês, um mineral similar a taperssuatsiaíta e um terceiro mineral não identificado (UPC3). Este é um silicato de Ti, Na, Mn, Fe, Ca, K e Al, com contornos retangulares e dimensões máximas de 120 x 15 μm . É difícil avaliar a extensão da interferência da matriz hainita nos dados químicos resultantes.

Aparência e propriedades físicas. Hainita ocorre como cristais anedrais, alongados ou tabulares, de amarela amarronzada pálida. Seu traço é amarelo pálido. As formas {010}, {012}, {250}, {111}, {320} e {120} foram identificadas por Guimarães (1948c), que também mencionou clivagem perfeita {100}, indistintas e irregulares {010} e {001}, e geminação em {100}, que pode ser simples ou lamelar. Hainita da matriz da rocha é geralmente poiquilitica, incluindo feldspato alcalino, nefelina e outros minerais. Hainita das cavidades, descrita pela primeira vez por Atencio *et al.* (1999), não contém inclusões, mas apresenta íntima associação com os minerais não identificados UPC1, UPC2 e UPC3, e com pectolita com manganês, ou então aparece idiomórfica e isolada na cavidade. Microclínio, egirina e natrolita também estão presentes nas cavidades.

A densidade calculada é 3,170 g/cm^3 (cristais de cavidade, amostra 5), próximo a 3,148 g/cm^3 obtido por Blumrich (1893) para hainita.

Formas cristalinas, orientação óptica, ângulo $2V$ e dispersão dos eixos ópticos foram determinados em seções delgadas, com o auxílio de platina universal. Índices de refração foram medidos por imersão de grãos em líquidos calibrados com o refratômetro de Abbe. A Tabela 9.1 compara os resultados obtidos por Guimarães (1948c) com aqueles encontrados por Atencio *et al.* (1999). Note-se que os dados das colunas 1 e 2 da Tabela

9.1 são quase idênticos. A assim chamada “giannettita” de Guimarães (1948c) é certamente o mesmo mineral aqui descrito. Suas propriedades ópticas, entretanto, são claramente diferentes daquelas atribuídas à hainita nos textos básicos (Winchell 1964, Tröger 1969).

Tabela 9.1. Propriedades ópticas da hainita de Poços de Caldas, Minas Gerais.

	1	2
α	1,663(2)	1,662(1)
β	1,664(2)	1,663(1)
γ	1,675(2)	1,675(1)
Birrefringência	0,012	0,013
$2V_z$ obs.(°)	30	30 a 45
$2V_z$ calc.(°)	33,7	32,4
$c^{\wedge}Y$ (°)	23	20
Dispersão	não mencionada	$r < v$ muito forte, cruzada
Pleocroísmo	incolor a amarelo claro	X = incolor Y = incolor a amarelo claro Z = amarelo ouro

1. Guimarães (1948c), O plano XY é aproximadamente perpendicular a (010) e X faz aproximadamente 16° com a normal à face (010).

2. Atencio *et al.* (1999) Três cristais de cavidade, amostra 5). Valores médios para índices de refração, $2V$ e $c^{\wedge}Y$. Outros valores médios: em (100): $c^{\wedge}Y' = \text{ca. } 18^\circ$; em (010): $c^{\wedge}Y' = \text{ca. } 2^\circ$; em seção $\perp c$: traço de (100) $^{\wedge}X' = 14^\circ$.

Devido à pobre qualidade e escassez de cristais, nenhuma observação pôde ser feita sobre o reconhecimento de faces terminais, estudo de leis de geminação, indexação de faces e planos de clivagem, determinação de dureza e densidade.

Propriedades ópticas. A Figura 9.1 ilustra a orientação óptica e as formas tridimensionais dos cristais como deduzidas da combinação de diferentes seções sob o microscópio. Os ângulos de extinção medidos na platina universal são imprecisos devido a forte dispersão, e apenas valores médios foram obtidos.

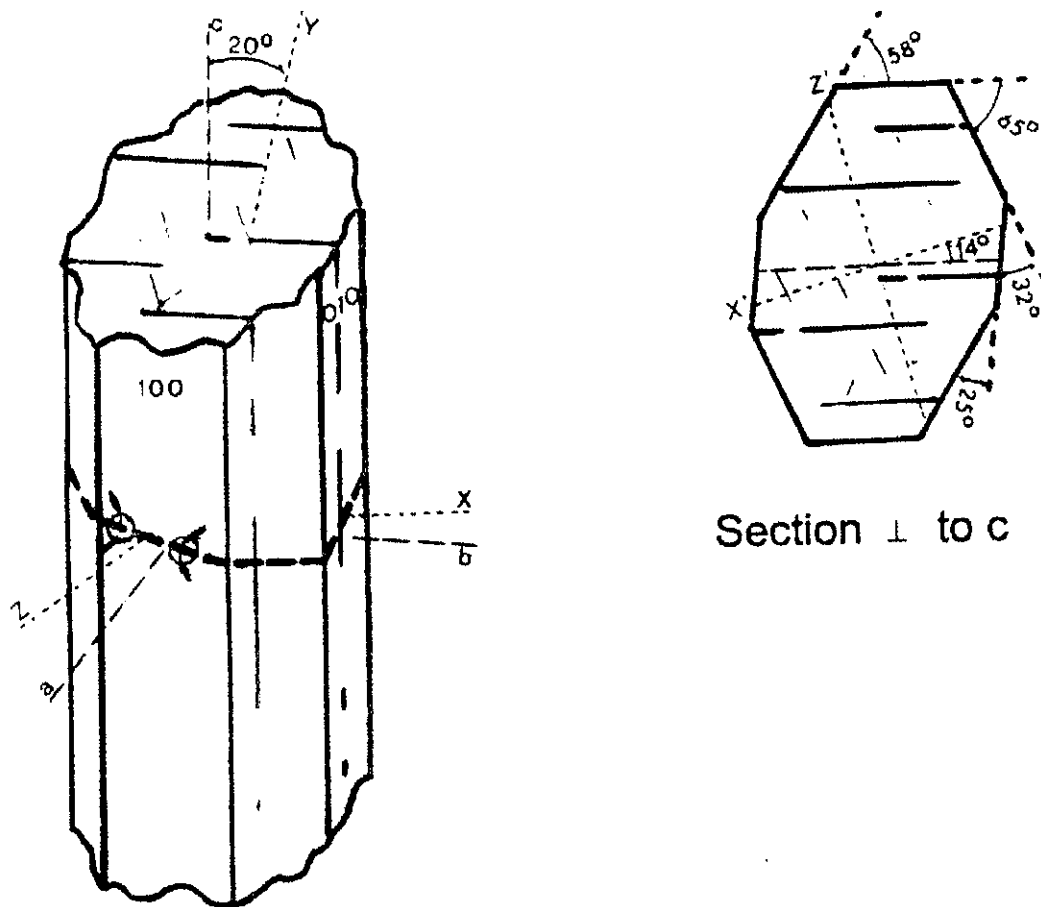


Figura 9.1. Orientação óptica da hainita (Atencio *et al.* 1999).

Dados químicos. Os dados químicos obtidos por Guimarães (1948c) são considerados inacurados. Ele fez um estudo espectrográfico em poucos grãos e mostrou a presença de Si, Ti, Zr, Mn, Fe, Ca, e Na, com traços de Ta e ausência de elementos terras raras. Como o mineral não pôde ser separado, análises químicas foram obtidas a partir de material dissolvido de duas amostras de rocha.

Dados de microsonda eletrônica para hainita (WDS) são apresentados na Tabela 9.2. H₂O não pôde ser determinada devido a insuficiente quantidade de material puro. O

conteúdo de água foi, então, calculado com base em 2(OH) por unidade de fórmula, de acordo com os resultados do estudo de determinação da estrutura cristalina.

Tabela 9.2. Dados químicos de microsonda eletrônica (WDS) para hainita (% em peso).

	1	2	3	4	5	Variação	6	Variação
SiO ₂	32,07	30,30	30,09	29,96	31,44	(30,37-32,14)	31,70	(31,33-32,03)
TiO ₂	8,06	9,23	8,92	9,12	9,83	(9,71-9,99)	9,39	(9,18-9,47)
ZrO ₂	6,58	4,91	3,43	3,45	2,33	(2,13-2,65)	2,84	(2,22-3,81)
HfO ₂	n.a.	n.a.	0,06	0,08	n.a.		n.a.	
Al ₂ O ₃	0,03	0,02	n.d.	n.d.	0,04	(0,04-0,04)	0,05	(0,04-0,06)
Fe ₂ O ₃	1,25	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		n.a.	
Nb ₂ O ₅	1,38	1,21	1,01	0,76	0,82	(0,78-0,84)	1,06	(0,97-1,13)
Ta ₂ O ₅	0,22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		n.a.	
MnO	2,06	1,49	0,75	1,65	0,92	(0,82-1,04)	0,68	(0,54-0,92)
MgO	n.a.	0,02	n.d.	n.d.	0,03	(0,03-0,04)	0,04	(0,03-0,05)
FeO	n.a.	0,64	0,79	0,36	0,75	(0,74-0,77)	0,81	(0,60-0,99)
CaO	32,05	32,36	34,21	32,98	36,03	(35,94-36,09)	34,77	(33,90-35,10)
SrO	n.a.	0,75	0,44	2,02	0,79	(0,69-0,92)	0,60	(0,41-0,88)
La ₂ O ₃	0,6	n.a.	1,38	0,94	1,17	(1,00-1,31)	1,20	(0,73-1,44)
Ce ₂ O ₃	1,01	1,64	2,50	1,62	1,96	(1,61-2,21)	2,86	(2,13-3,39)
Pr ₂ O ₃	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,18	(0,15-0,20)	0,27	(0,23-0,36)
Nd ₂ O ₃	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,39	(0,34-0,43)	0,81	(0,68-0,92)
Y ₂ O ₃	n.a.	0,16	0,94	0,49	0,11	(0,06-0,16)	0,49	(0,43-0,57)
ThO ₂	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,11	(0,11-0,12)	0,08	(0,04-0,11)
Na ₂ O	7,46	7,44	6,30	6,60	6,17	(5,48-6,54)	6,74	(6,36-7,26)
K ₂ O	n.a.	0,03	n.d.	n.d.	n.d.		n.d.	
H ₂ O	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	2,43		2,46	
F	12,09	7,73	9,22	10,38	5,13	(4,53-5,82)	5,19	(4,81-5,48)
Cl	n.a.	0,01	n.d.	n.d.	<0,02		<0,02	
Σ	104,86	97,94	100,03	100,40	100,63	(99,28-101,63)	102,04	(100,97-102,61)
-O=F	5,09	3,26	3,87	4,36	2,16	(1,90-2,44)	2,18	(2,02-2,30)
Total	99,77	94,68	96,16	96,04	98,47	(96,85-99,52)	99,86	(98,85-101,42)

1. Hradište, Bohemia, República Tcheca (Johan & Čech 1989).

2. Morro do Cristo, Poços de Caldas, Minas Gerais (Soubiès *et al.* 1991, média de 8 análises).

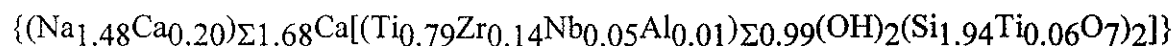
3. Pedreira da Prefeitura, Poços de Caldas, Minas Gerais (Schorscher *et al.* 1992).

4. Pedreira Bortolan, Poços de Caldas, Minas Gerais (Schorscher *et al.* 1992).

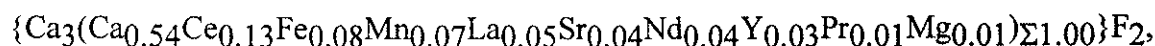
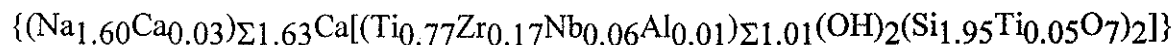
5. Pedreira Bortolan, Poços de Caldas, Minas Gerais (amostra de cavidade, Atencio *et al.* 1999; média de 3 análises; conteúdo de água calculado com base em 2(OH) por unidade de fórmula).

6. Pedreira da Prefeitura, Poços de Caldas, Minas Gerais (amostra da matriz da rocha, Atencio *et al.* 1999; média de 6 análises conteúdo de água calculado com base em 2(OH) por unidade de fórmula).

As fórmulas empíricas derivadas das colunas 5 e 6 da Tabela 9.2 [baseadas em 18 (O + OH + F)] são, respectivamente,



e



em boa concordância com a fórmula estrutural (Rastsvetaeva *et al.* 1995), $\{Na_2Ca[Ti(O,OH)_2(Si_2O_7)_2]\}\{Ca_3(Ca_{0.7}Mn_{0.1}Fe_{0.1}Ce_{0.1})\}F_2$. Nesta fórmula, (O,OH)₂ necessita apresentar uma carga de 2- para atingir neutralidade. Assim, é mais razoável ser (OH)₂. A fórmula simplificada é $Na_2Ca_5Ti(Si_2O_7)_2(OH)_2F_2$.

As análises 1 a 4 da literatura estão também em concordância com a fórmula estrutural, exceto pelo maior conteúdo de F, possivelmente devido a problemas analíticos ou diferenças químicas marcadas nas amostras estudadas.

Cristalografia. O mineral é triclinico, grupo espacial *P1*. O padrão de difração de raios X para a hainita de Poços de Caldas (amostra 5) é comparado com o padrão calculado e com dados observados para a hainita da República Tcheca na Tabela 9.3. A relação *a:b:c* para os parâmetros da cela unitária (Tabela 9.4) é 1,3188:1:0,7855.

Tabela 3. Dados de difratometria de raios X para hainita.

1		2				h k l
d _{obs.}	I _{obs.}	d _{obs.}	I _{obs.}	d _{calc.*}	I _{calc.*}	
4,295	10			4,269	6	2 -1 0
3,961	50	3,966	7	3,964	41	2 0 -1
3,557	10	3,578	2	3,568	7	2 1 0
				3,563	5	1 1 1
3,340	10			3,273	8	2 1 -1
3,259	10			3,256	5	2 0 1
3,073	90	3,081	100	3,074	90	3 0 0
2,961	100	2,970	43	2,958	100	0 2 1
2,824	30	2,842	3	2,838	18	1 0 -2
2,628	50	2,635	11	2,634	36	2 0 -2
2,493	50	2,496	8	2,494	11	3 0 1
2,309	10	2,312	9	2,309	8	3 0 -2
2,244	20	2,250	3	2,246	14	1 -2 -2
				2,240	16	0 2 -2
2,200	30	2,204	4	2,201	14	2 -2 -2
2,043	20	2,049	2	2,050	6	3 -2 -2
				2,044	4	2 2 -2
1,984	20	1,986	2	1,982	9	4 0 -2
1,896	70	1,904	10	1,895	30	4 -2 1
				1,894	32	3 2 1
1,865	30	1,868	4	1,865	13	5 0 -1, 0 0 3
1,822	50	1,825	6	1,817	41	1 -4 0
1,787	10	1,789	2	1,782	5	2 2 2, 0 4 0
1,680	40	1,683	5	1,681	11	1 -2 -3, 0 4 1
1,633	20			1,636	6	4 2 -2
1,571	20	1,567	3	1,565	8	4 -4 0
1,532	20	1,542	3	1,532	4	4 -2 -3, 2 -4 -2

*Calculado com o programa LAZY PULVERIX.

1. Hradište, Bohemia, República Tcheca (Johan & Čech 1989).

2. Pedreira Bortolan, Poços de Caldas, Minas Gerais (corresponde a # 5 na Tabela 9.2; valores observados: Atencio *et al.* 1999; valores calculados: Rastsvetaeva *et al.* 1995).

Tabela 3. Parâmetros de cela unitária para hainita.

	$a(\text{Å})$	$b(\text{Å})$	$c(\text{Å})$	$\alpha(^{\circ})$	$\beta(^{\circ})$	$\gamma(^{\circ})$	$V(\text{Å}^3)$
1	9,586(3)	7,259(3)	5,676(2)	90,27(4)	101,14(4)	101,08(4)	379,94
2	9,584(2)	7,267(2)	5,708(1)	89,85(2)	101,22(2)	101,03(1)	382,50

1. Hradište, Bohemia, República Tcheca (Johan & Čech 1989; eixos a e c trocados entre si).
2. Pedreira Bortolan, Poços de Caldas, Minas Gerais (corresponde a # 5 na Tabela 9.2; derivados de estudos de cristal único: Rastsvetaeva *et al.* 1995).

Estrutura cristalina. O arranjo atômico da hainita (Rastsvetaeva *et al.* 1995), corresponde basicamente aos modelos estruturais da götzenita (Cannillo *et al.* 1972), rosenbuschita (Shibayeva & Belov 1962), rinkita (Rastsvetaeva *et al.* 1991) e seidozerita (Simonov & Belov 1960). As principais feições específicas de todas estas estruturas são as “paredes” (100) de poliedros ligados por “fitas” de octaedros, paralelos a [010] e por grupos $[\text{Si}_2\text{O}_7]$. A Figura 9.2 é uma tentativa esquemática de discriminar entre estas estruturas primariamente com base nos diferentes tipos de ordenamento catiônico. Então, as “paredes” da hainita contêm átomos Ca e Na completamente ordenados em dois octaedros cristalograficamente independentes (grupo espacial $P1$), enquanto na götzenita, $\text{Na}(\text{Ca}_{1.2}\text{Na}_{0.8})\text{Ca}_4\text{Ti}(\text{Si}_2\text{O}_7)_2(\text{F},\text{OH},\text{O})_4$, de acordo com Cannillo *et al.* (1972), eles estão distribuídos aleatoriamente em dois octaedros simetricamente relacionados (grupo espacial $P-1$).

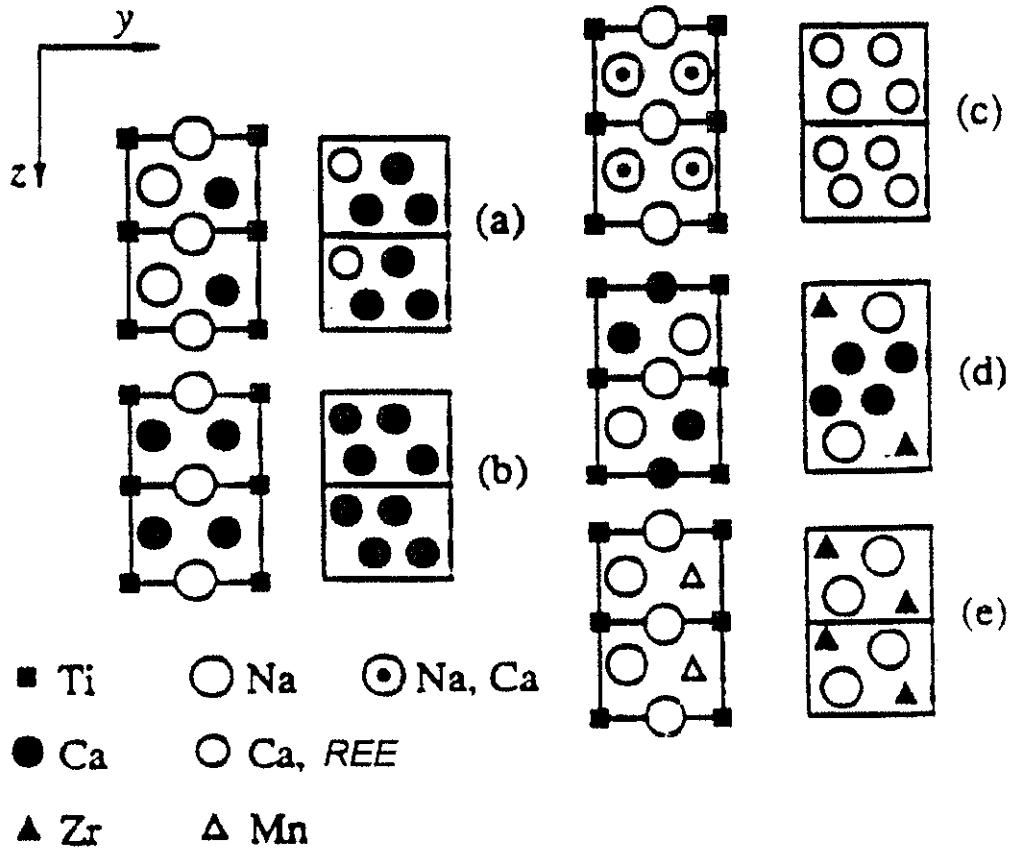


Figura 9.2. Desenho esquemático do arranjo de cátions em: a) hainita , b) götzenita, c) rinkita, d) rosenbuschita e e) seidozerita (Rastsvetaeva *et al.* 1995, modificado de Cannillo *et al.* 1972).

Em resumo, a götzenita é caracterizada por 1 átomo de Na e a hainita por 2 átomos de Na para 18 (O, OH, F), o que leva ao ordenamento e, conseqüentemente, à transformação estrutural do grupo espacial centrosimétrico $P-1$ (götzenita) para acêntrico $P1$ (hainita).

Pennaíta

Guimarães (1948c)

pennaite

Pennaíta foi descrita por Guimarães (1948c) em rochas alcalinas de Poços de Caldas, Minas Gerais, como cristais prismáticos a aciculares, de cor amarela a marrom claro. É biaxial positivo, com β 1,70 e birrefringência 0,044, $2V$ 25°, $c \wedge Y$ 13°. Guimarães (1960) publicou valores para os 3 índices de refração: α 1,696, β 1,700, γ 1,740. Pleocroísmo: X amarelo sujo, Y amarelo cinzento, Z pardo amarelado. Apresenta geminação polissintética, podendo ser triclinico. A presença de Zr, Ti, Ca, Fe e Mn foi atribuída. Pennaíta não pôde ser livre de impurezas para análise, exceto em diminutas quantidades e para a obtenção de valores aproximados (% em peso): SiO₂ 40 a 45, TiO₂ 8 a 10, ZrO₂ 4 a 6, FeO 10 a 15, MnO 3 a 4, CaO 10 a 15, Na₂O 10 a 12, Cl 2 a 3. Solúvel em HCl. Traços de Ta estão presentes. Guimarães (1960) considerou pennaíta uma variedade pseudo-monoclinica de giannettita (ver). O nome homenageia José Moreira dos Santos Penna, chefe do Instituto de Tecnologia Industrial de Minas Gerais.

Ti₃(UO₂)₃SiO₈

Simova *et al.* (1984)

unnamed uranium-titanium silicate

O mineral ocorre como agregados de granulação fina (menos de 10µm), disseminados em tinguaito que ocorre na mina de urânio de Campo do Cercado, Poços de Caldas, Minas Gerais. Associa-se a coffinita, zircão, monazita e óxidos de Ce, La e U. Análises por microsonda eletrônica resultaram em (% em peso) UO₂ 67,00, ThO₂ 0,43, SiO₂ 4,97, TiO₂ 18,90, CuO 0,27, PbO 0,27, MgO 0,06, CaO 1,11, BaO 0,34, Na₂O 0,21, K₂O 1,25, total 94,81. Considerando Ba, Na, K, e possivelmente Ca como impurezas, e normalizando para 100% (justificado pelo fato do mineral ser metamítico), esta análise resulta em U_{2,9+Th_{0,01}Ti_{2,81}Si_{0,97}O₁₄, ou idealmente U₃Ti₃SiO₁₄. Nenhum dado de difratometria de raios X foi apresentado.}

Água-marinha maxixe

Wild (1933)

(variedade de berilo)

maxixe-aquamarine, Maxixeberyll, maxixe-beryl, berilo maxixe

Segundo Wild (1933), “*uma gema azul conhecida como água-marinha maxixe parece ser distinta do berilo azul*”. Ela é pleocróica, sendo quase incolor em uma direção. Por exposição prolongada à luz, a cor enfraquece. Análises espectroscópicas mostraram ser um silicato de Be com Li e Na, mas sem Fe, Mn e Co. Schlossmacher & Klang (1935) e Roebing & Trommau (1935) usaram a denominação berilo maxixe. Segundo Schlossmacher & Klang (1935), o material provém da mina Maxixe, distrito de Piauí, sul do rio Araçuaí, NE de Minas Gerais, consistindo em um “*álcali-berilo azul de qualidade gemológica*”. Segundo Branco (1984), trata-se de um berilo barífero azul-escuro com forte dicroísmo. Contém 2,8% Cs₂O e 1% Li₂O em peso.

Água-marinha Santa Maria

Variedade de água-marinha de cor azul intensa que ocorre em Santa Maria de Itabira, Minas Gerais.

Halbanita

Nome comercial de um berilo (variedade morganita) procedente de Barra de Salinas, Minas Gerais, que, devidamente tratada por aquecimento, adquire bela cor azul-violeta ou azul-índigo, sendo vendida como água-marinha. A cor pode desaparecer por ação do Sol. O nome homenageia Hallev Baptiste, proprietário da jazida de onde provém.

Heitorita

Rossman *et al.* (1991)

(= elbaíta)

heitorite, Paraíba tourmaline, cuprian-elbaite, cuprian elbaite, turmalina da Paraíba, turmalina Paraíba, cupro-elbaíta

Conhecida desde 1980, forma cristais de cor azul claro, azul neon, esverdeados e por vezes bicolores com tons arroxeados. Estas amostras de elbaíta são encontradas, também, em uma variação de cores de azul-violeta, não diferente da cor de uma safira azul, a azul-verde, semelhante a turquesa, e a verde amarelado. O material azul profundo é referido localmente como heitorita, em homenagem a Heitor Dimas Barbosa, fundador da COGASBRA, a cooperativa mineradora que opera no depósito. A mina da Batalha, de onde provém o mineral, está localizada no flanco superior da Serra do Frade, próximo à vila de São José da Batalha, 4,5 km a NE da cidade de Salgadinho, Paraíba. A ocorrência se dá em pegmatitos, onde se associa a microclínio, quartzo, espodumênio, albita, lepidolita, manganotantalita e turmalina (Cornejo 1996). Poucas amostras têm qualidade de gema, mas pelas suas cores extraordinárias são item precioso para coleção. Rossman *et al.* (1991) verificaram que o mineral contém até 1,92% em peso de Cu (ou 2,38% em peso de CuO)

Esmeralda brasileira

esmeralda do Brasil

Turmalina verde. Este termo também é utilizado para euclásio verde.

Crisólita brasileira

crisólita do Brasil

Nome comercial da turmalina verde amarelada usada como gema.

Peridoto brasileiro

Variedade gemológica de turmalina de cor semelhante à da olivina.

Safira brasileira

Turmalina azul.

Trifana do Brasil

Nome comercial do espodumênio transparente e levemente amarelado.

Siderosquisolita

Wernekinck (1824)

(= cronstedtita)

sideroschisolite, Sideroschisolith

Descrita por Wernekinck (1824), foi analisada por Thomson (1831). Leonhard (1826) suspeitou que se tratasse de cronstedtita, $\text{Fe}^{2+} \text{Fe}^{3+} (\text{Si, Fe})_2 \text{O}_5 (\text{OH})_4$. Zepharovich (1875) obteve dados cristalográficos e demonstrou a identidade entre siderosquisolita e cronstedtita.

Malacacheta

Termo brasileiro utilizado para a muscovita.

Eunicita

Paiva Netto (1955)

(= montmorillonita)

eunicite

O nome eunicita foi introduzido por Paiva Netto (1955) para uma variedade de montmorillonita, $(\text{Na,Ca})_{0,3}(\text{Al,Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ monoclinico, originada pela decomposição de meláfiro da Serra de Botucatu, São Paulo. Não foi fornecido o motivo deste nome.

Amazonita

Breithaupt (1847)

(= microclínio)

amazonite, jade da Amazônia, jade do Brasil, jade colorado

Nome derivado do rio Amazonas, de cujas margens se pensou proviessem as primeiras amostras do mineral verde recebidas na Europa. Demonstrado opticamente ser microclínio por Des Cloizeaux (1876).

Ágata cera

Ágata verde, sem brilho, encontrada no Brasil. É rara.

Ágata Umbu

Ágata cinzenta, em tons variados, usada como gema após ser colorida artificialmente. O nome deriva de uma antiga fazenda na região do rio Jacuí, Rio Grande do Sul, onde ela ocorre.

Brasilinita

piridina, peridina

Nome comercial da ametista procedente de Montezuma, Minas Gerais, após sofrer tratamento térmico, o que lhe dá cor verde-oliva. Não confundir com brazilianita.

Jade do Brasil

ametista verde

Prásio. Variedade de quartzo granular, verde-alho, mais translúcido que o plasma, maciça ou euédrica. A cor deve-se a clorita, hornblenda ou a abundantes cristais aciculares de actinolita. Ocorre com jaspe, assemelhando-se a este. Associa-se também a zeólitas, em rochas ígneas.

Quartzo da Bahia

quartzo de Minas

Nome comercial que, no Brasil, designa o quartzo róseo vendido em blocos, para uso como pedra ornamental.

Topázio Bahia

Nome comercial do quartzo citrino obtido por tratamento térmico de ametistas procedentes de Cordeiros, Bahia.

Topázio Palmira

Nome comercial de um quartzo citrino de cor clara, obtido por tratamento térmico de ametistas procedentes da Bahia.

Topázio Rio Grande

topázio queimado

Nome comercial do quartzo citrino obtido por aquecimento da ametista (às vezes de quartzo esfumaçado) a temperatura igual ou superior a 420°C, e procedente do Rio Grande do Sul.

Antossiderita

Hausmann & Wohlers (1841a e b)

(pseudomorfo de quartzo e goethita sobre cummingtonita)

anthosiderite

Hausmann & Wohlers (1841a e b) descreveram, sob o nome de antossiderita (de *anthos*, flor, + *sideros*, ferro), um “hidrossilicato férrico” de Antônio Pereira, Ouro Preto, Minas Gerais. Demonstrado ser pseudomorfo de quartzo e goethita sobre cummingtonita por Lacroix (1915). Ver eschwegita.

Eschwegita

Döbereiner (1823)

(pseudomorfo de quartzo e goethita sobre cummingtonita)

eschwegite

Este nome foi aplicado por Döbereiner (1823) ao mesmo material que posteriormente seria denominado antossiderita (ver). Esta é mais uma das múltiplas aplicações do nome eschwegita.

Paulistanita

Argentière (1954)

(=opala com U)

Este nome foi sugerido por Argentière (1954) para opala leitosa que contém pequenas quantidades de urânio, de preenchimento de fraturas do granito turmalinífero, localmente pegmatítico, de Perus, município de São Paulo. Ver chernikovita e mineral X (= furcalita). O nome pretendia ser uma homenagem ao Estado de São Paulo. Este nome também foi mencionado por Cornejo (1998).

Capítulo 10

Compostos orgânicos

Gonzagaíta

Oliveira (1930)

gonzagaite, gelo

Gonzagaíta é o termo introduzido por Oliveira (1930) em substituição a “gelo”, nome mencionado por Branner (1912) para um “hidrocarbono” encontrado entre os minerais do fundo de batéia da lavagem de diamantes de Xique-xique, Bahia. O nome gonzagaíta homenageia o Dr. Luiz Fellipe Gonzaga de Campos (o mesmo de camposita – ver). De acordo com Branco (1984), o termo “gelo” é aplicado no Piauí para material rochoso diferente do barro e que, como este, recobre o cascalho diamantífero.

Conclusões

Com base neste trabalho, foram construídas três tabelas, apresentadas a seguir.

Tabela 1. Minerais tipo do Brasil

1711	Ouro preto (= compostos de Pt-Pd-Au-Cu-Cu-Fe-Mn contendo oxigênio)	A.J.Antonil
1711	Ouro branco (= ouro com Pd)	A.J.Antonil
1789	Crisoberilo	D.L.G.Karsten
1792	Euclásio	R.J.Haüy
1809	Paládio	W.H.Wollaston
1818	Brazilianita (= gibbsita)	J.Mawe
1820	Eschwegita (= barita com Sr)	J.L.Zincken
1823	Eschwegita (= antossiderita)	J.W.Döbereiner
1824	Siderosquisolita (= cronstedtita)	F.C.G.Wernekinck
1824	Osmirídio (= irídio com Os)	H. Steffens
1827	Iridosmina (= ósmio com Ir)	A.Breithaupt
1828	Martita (pseudomorfo de hematita sobre magnetita)	A.Breithaupt
1833	Ouro podre (= ouro com Pd)	W.L. von Eschwege
1837	Paladinita (provavelmente uma espécie válida)	P.N.Johnson & W.A.Lampadius
1837	Eschwegita (= celestina)	A.Lévy
1841	Antossiderita (pseudomorfo de quartzo e goethita sobre cummingtonita)	J.F.L.Hausmann & F.Wohlers
1843	Porpezita (= ouro com Pd)	J.Fröbel
1845	Claussenita (= gibbsita)	A.Dufrénoy
1847	Amazonita (variedade de microclínio)	A.Breithaupt
1847	Bismuthotellurites Brasiliensis (= joseíta)	E.F.Glocker
1852	Bornit (= joseíta)	J.F.L.Hausmann
1852	Carbonado (variedade de diamante)	J.Tennant
1853	Joseíta	A.Kengott
1853	Castelnaudita (= xenotímio-(Y) + diásporo)	A.Damour
1870	Thellita (= xenotímio-(Y))	T.L.Phipson
1884	Goyazita	A.Damour
1884	Catarinita (= mistura)	S.Meunier

1892	Brazilita (= baddeleyita)	E.Hussak
1895	Zirkelita (zirkelita ou zirconolita?)	E.Hussak & G.T.Prior
1895	Derbylita	E.Hussak & G.T.Prior
1895	Lewisita (provavelmente uma espécie válida)	E.Hussak & G.T.Prior
1897	Tripuhyita	E.Hussak & G.T.Prior
1898	Senaíta	E.Hussak & G.T.Prior
1899	Florencita-(Ce)	E.Hussak & G.T.Prior
1901	Hussakita (= xenotímio-(Y))	E.H.Kraus & J.Reitinger
1902	Chalmersita (= cubanita)	E.Hussak
1904	Lavrita (= carbonado)	A.J.Souza Carneiro
1906	Gorceixita	E.Hussak
1906	Harttita (= svanbergita)	E.Hussak
1906	Palladiumplatin (provavelmente uma mistura)	E.Hussak
1908	Goiaíta (= goyazita)	A.J.Souza Carneiro
1912	Gelo (= gonzagaíta)	J.C.Branner
1912	Minasita (uma mistura, bauxita?)	O.C.Farrington
1912	Geraesita (= gorceixita impura)	O.C.Farrington
1916	Paredrita (variedade de rutilo)	O.C.Farrington
1916	Bário-hamlinita (= gorceixita impura)	O.C.Farrington
1916	Zirkita (= baddeleyita + zircão + "orvillita")	Anonimous
1917	Oliveiraíta (= tazheranita?)	T.H.Lee
1917	Orvillita (= zircão?)	T.H.Lee
1919	Ferrazita (= gorceixita)	T.H.Lee & L.F. de Moraes
1925	Kalkowskyn, kalkowskita (provavelmente pseudo-rutilo ou mistura)	E.Rimann
1925	Arrojadita	D.Guimarães
1926	Eschwegeíta (policrásio-(Y))	D.Guimarães
1926	Berkeyíta (= lazulita)	P.F.Kerr
1930	Gonzagaíta (?)	E.P.Oliveira
1932	Harbortita (= wardita)	F.Brandt
1933	Água-marinha maxixe (variedade de berilo)	G.O.Wild
1939	Titan-favas (variedade de rutilo ou de anatásio)	G.L.English
1939	Djalmaíta (= uranomicroilita)	C.P.Guimarães
1944	Calogerasita (= simpsonita)	C.P.Guimarães
1945	Brazilianita	F.H.Pough & E.P.Henderson
1947	Souzalita	W.T.Pecora & J.J.Fahey
1947	Scorzalita	W.T.Pecora & J.J.Fahey

1948	Giannettita (= hainita?)	D.Guimarães
1948	Pennaíta (?)	D.Guimarães
1949	Frondelita	M.L.Lindberg
1949	Guimarãesita (provavelmente samarskita-(Y))	G.Gagarin & J.R.Cuomo
1949	Reitingerita (= baddeleyita)	G.Gagarin & J.R.Cuomo
1949	Joseíta-A (= joseíta)	R.M.Thompson
1949	Joseíta-B (provavelmente pilsenita com S)	R.M.Thompson
1952	Ribeirita (variedade de zircão)	W.Florencio
1952	Alvarolita (= manganotantalita)	W.Florencio
1953	Faheyita	M.I.Lindberg & K.J.Murata
1953	Moraesita	M.L.Lindberg, W.T.Pecora, A.L.Barbosa
1954	Avelinoíta (= cyrilovita)	M.L.Lindberg & W.T.Pecora
1954	Barbosalita	M.L.Lindberg & W.T.Pecora
1954	Tavorita	M.L.Lindberg & W.T.Pecora
1954	Paulistanita (= opala com U)	R.Argentiére
1955	Arsenopaladinita	M.H.Hey
1955	Eunicita (variedade de montmorillonita)	J.E. de Paiva Netto
1955	Camposita (= ferrazita?)	O.H.Leonardos
1957	Uranomicrolita	H.Strunz
1958	Chavesita (= monetita)	J.Murdoch
1962	Lipscombita	M.L.Lindberg
1963	Rijkeboerita (= bariomicrolita)	A.H.van der Veen
1966	Pseudo-rutilo (amostra-tipo não é do Brasil)	G.Teufer & A.K.Temple
1968	Tantalaeschynita-(Ce) (= tantalaeschynita-(Y))	M.S.Adusumilli
1969	Staringita (= cassiterita + tapiolita)	E.A.J.Burke, C.Kieft, R.O.Felius, M.S.Adusumilli
1969	Ferrohalotriquita (= halotriquita)	E.Z. Vieira de Mello
1971	Trauirita (= harbortita)	R.Argentiére
1974	Tantalaeschynita-(Y)	M.S.Adusumilli, C.Kieft, E.A.J.Burke
1974	Atheneíta	A.M.Clark, A.J.Criddle, E.E.Fejer
1974	Isomertieíta	A.M.Clark, A.J.Criddle, E.E.Fejer
1976	Bahianita	P.B.Moore & T.Araki
1977	Paladseíta	R.J.Davis, A.M.Clark & A.J.Criddle
1977	Bariomicrolita	D.D.Hogarth
1978	Whiteíta-(CaFeMg)	P.B.Moore & J.Ito
1978	Whiteíta-(MnFeMg)	P.B.Moore & J.Ito

1980	Lantanita-(Nd)	A.C.Roberts, G.Y.Chao, F.Cesbron
1980	Tetrataenita (amostra-tipo não é do Brasil)	R.S.Clark, Jr., & E.R.D.Scott
1980	Coutinita (= lantanita-(Nd))	K.Fujimori
1980	Neodimita (= lantanita-(Nd))	K.Fujimori
1981	Coutinhita (= lantanita-(La))	D.P.Svisero & Y.P.Mascarenhas
1981	Neodimita (= lantanita-(La))	D.P.Svisero & Y.P.Mascarenhas
1986	Minasgeraisita-(Y)	E.E.Foord, R.V.Gaines, J.G.Crock, W.B.Simmons, Jr., C.P.Barbosa
1986	Parabariomicrolita	T.S.Ercit, F.C.Hawthorne, P.Cerny
1988	Lantanita-(La) (amostra-tipo deveria ser do Brasil)	E.H.Nickel & J.A.Mandarino
1988	Chernikovita (amostra-tipo não é do Brasil)	D.Atencio
1990	Arupita	V.F.Buchwald
1990	Zanazziita	P.B.Leavens, J.S.White, J.A.Nelen
1991	Heitorita (= elbaíta)	G.R.Rossman, E.Fritsch, J.E.Shigley
1994	Yanomamita	N.F.Botelho, G.Roger, F.d'Yvoire, Y.Moëlo, M.Volfinger
1997	Quintinita-2H	G.Y.Chao & R.A.Gault

Tabela 2. Classificação química de minerais tipo válidos do Brasil

Elementos nativos

Paládio Pd

Sulfetos, Selenetos, Arsenietos, Antimonietos

Paladseíta Pd₁₇Se₁₅

Joseíta Bi₄TeS₂

Arsenopaladinita Pd₈(As,Sb)₃

Atheneíta (Pd,Hg)₃As

Isomertieíta Pd₁₁Sb₂As₂

Óxidos

Crisoberilo BeAl₂O₄

Senaíta PbMnTi₂₀O₃₈

Uranomicrolita (Ca,U)(Ta,Ti)₂O₆(OH)

Bariomicrolita Ba(Ta,Nb)₂(O,OH)₇

Parabariomicrolita BaTa₄O₁₀(OH)₂.2H₂O

Derbylita Fe³⁺₄Ti⁴⁺₃Sb³⁺O₁₃(OH)

Tripuyíta Fe²⁺Sb⁵⁺₂O₆(?)

Tantalaeschynita-(Y) (Ca,Y)(Ta,Ti,Nb)₂O₆

Bahianita Al₅Sb₃O₁₄(OH)₂

Carbonatos

Lantanita-(Nd) (Nd,La)₂(CO₃)₃.8H₂O

Quintinita-2H Mg₄Al₂(OH)₁₂(CO₃).3H₂O

Fosfatos

Arupita	$\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Goyazita	$\text{SrAl}_3(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})(\text{OH})_6$
Florencita-(Ce)	$\text{CeAl}_3(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})(\text{OH})_6$
Gorceixita	$\text{BaAl}_3(\text{PO}_4)(\text{PO}_3\text{OH})(\text{OH})_6$
Arrojadita	$\text{KNa}_4\text{Ca}(\text{Fe},\text{Mn})_{14}\text{Al}(\text{PO}_4)_{12}(\text{OH})_2$
Brazilianita	$\text{NaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$
Souzalita	$(\text{Mg},\text{Fe})_3(\text{Al},\text{Fe})_4(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Scorzalita	$(\text{Fe},\text{Mg})\text{Al}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$
Frondelita	$(\text{Mn},\text{Fe})\text{Fe}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_5$
Faheyita	$\text{Be}_2(\text{Mn},\text{Mg},\text{Na})\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Moraesita	$\text{Be}_2\text{PO}_4(\text{OH}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Tavorita	$\text{LiFePO}_4(\text{OH})$
Barbosalita	$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$
Lipscombita	$(\text{Fe},\text{Mn})_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$
Whiteita-(CaFeMg)	$\text{Ca}(\text{Fe},\text{Mn})\text{Mg}_2\text{Al}_2(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Whiteita-(MnFeMg)	$\text{MnFeMg}_2\text{Al}_2(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Zanazziita	$\text{Ca}_2\text{Be}_4(\text{Mg},\text{Fe})_5(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Arseniatos

Yanomamita	$\text{InAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
------------	--

Silicatos

Euclásio	$\text{BeAlSiO}_4\text{OH}$
Minasgeraisita-(Y)	$\text{CaBe}_2\text{Y}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$

Tabela 3. Distribuição geográfica de minerais tipo válidos do Brasil

Rio Grande do Norte:

Pegmatito Alto do Giz, Equador: **Parabariomicrolita**

Paraíba:

Pegmatito Serra Branca, Pedra Lavrada: **Arrojadita**

Pegmatito Raposa, São José do Sabugi: **Tantalaeschynita-(Y)**

Goiás:

Monte Alegre de Goiás: **Yanomamita**

Bahia:

Paramirim: **Bahianita**

Minas Gerais:

Datas: **Senaíta**

Diamantina: **Goyazita, Florencita-(Ce), Gorceixita**

Itabira: **Arsenopaladinita, Atheneíta, Paladseíta, Isomertieíta**

Ouro Preto: **Derbylita, Tripuhyíta, Florencita-(Ce), Euclásio**

Itinga: **Whiteíta-(CaFeMg), Whiteíta-(MnFeMg), Zanazziíta**

Serro: **Paládio**

Brejaúba: **Uranomicrolita**

São João del Rei: **Bariomicrolita**

Timóteo: **Minasgeraisita-(Y)**

Mariana: **Joseíta**

Divino das Laranjeiras: **Brazilianita, Souzalita, Scorzalita**

Galiléia: **Frondelita, Faheyíta, Moraesita, Barbosalita, Tavorita, Lipscombita**

Araçuaí(?): **Crisoberilo**

São Paulo:

Jacupiranga: **Quintinita-2H**

Paraná:

Curitiba: **Lantanita-(Nd)**

Santa Catarina:

Meteorito Santa Catarina, Morro do Rocio, São Francisco do Sul: **Arupita**

Finalizando, podem ser feitas algumas observações genéricas a respeito da mineralogia descritiva e dos minerais tipo do Brasil:

- O número de espécies-tipo brasileiras válidas é muito pequeno.
- A maioria dos minerais novos do Brasil foi descrita por investigadores estrangeiros.
- A mineralogia descritiva é vista freqüentemente com desdém neste país.
- No Brasil há muito poucos mineralogistas e há pouca tendência de este número aumentar a curto prazo.
- Por conseguinte, ainda há muitas ocorrências que são mineralogicamente pouco estudadas, e onde provavelmente existem minerais raros ou mesmo novos.
- Entre os minerais descritos pela primeira vez no Brasil, há muitas lacunas descritivas e muitos problemas em aberto.
- A carência de equipamentos especializados para o estudo de minerais dificulta o avanço da mineralogia.

Referências bibliográficas

- Adam, M. (1869) *Tableau minéralogique*. Paris.
- Adusumilli, M.S. (1968) Minerais metamórficos do nordeste. I. cristais de aeschynita. *Jornal de Mineralogia, Recife, Edição Especial Decenária*, **6**, 11-25.
- Adusumilli, M.S., Kieft, C., Burke, E.A.J. (1974) Tantal-aeschynite, a new mineral of the aeschynite group from the Borborema Region, north-eastern Brazil. *Mineralogical Magazine*, **39**, 571-576.
- Ahlfeld, F. (1948) An unusual antimony deposit in Argentina. *Economic Geology*, **43**, 598-602.
- Aminoff, G. (1919) *Geologiska Föreningens Förhandlingar*, **41**, 407.
- Anônimo (1916) *Monthly Price List, Foote Mineral Company, Philadelphia*, September, 29.
- Ansell, H.G., Pringle, G.J., Roberts, A.C. (1976) A hydrated neodymium-lanthanum carbonate from Curitiba, Paraná, Brazil. *Geological Survey of Canada Paper 76-1B*, 353-355.
- Antonil, A.J. (1711) *Cultura e opulência do Brasil*. Editora Itatiaia e Editora da USP, 1982, Reconquista do Brasil, Nova Série, v. 70, 240 p.
- Arakcheeva, A.V., Pushcharovsky, D.Yu., Rastsvetaeva, R.K., Atencio, D., Lubman, G.U. (1996) Crystal structure and comparative crystal chemistry of unnamed mineral, $\text{Al}_2\text{Mg}_4(\text{CO}_3)(\text{OH})_{12}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$, from hydrotalcite-manasseite group. *Kristallografia*, **41**, 1024-1034 (em russo). *Crystallography Reports*, **41**, 972-981 (em inglês).
- Argentièrre, R. (1954) *Urânio e tório no Brasil*. Edições LEP Ltda., 555p.
- Argentièrre, R. (1971) Notas sobre a ilha de Trauíra. *Mineração e Metalurgia*, **54**, 110-112.
- Atencio, D. (1988) Chernikovite, a new mineral name for $(\text{H}_3\text{O})_2(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ superseding "hydrogen autunite". *Mineralogical Record*, **19**, 249-252.
- Atencio, D. (1991). *Furcalita e outros minerais uraníferos secundários de Perus, São Paulo*. São Paulo. 147 p. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da USP).

- Atencio, D. (1999) "Coutinite", "coutinhite" and "neodymite" discredited as identical to lanthanite-(La) and/or lanthanite-(Nd). *Mineralogical Magazine*, **63**.
- Atencio, D., Bevins, R.E., Fleischer, M., Willians, C.T., Willians, P.A. (1989) Revision of the lanthanite group and new data for specimens from Bastnäs, Sweden, and Bethlehem, USA. *Mineralogical Magazine*, **53**, 639-642.
- Atencio, D. & Clark, A.M. (1996) Ferrazite identical to gorceixite. *Mineralogical Magazine*, **60**, 841-842.
- Atencio, D., Coutinho, J.M.V., Ulbrich, M.N.C., Vlach, S.R.F., Rastsvetaeva, R.K., Pushcharovsky, D.Yu. (1999) Hainite from Poços de Caldas, Minas Gerais, Brazil. *Canadian Mineralogist*, **37**, 91-98.
- Atencio, D. & Hypolito, R. (1994) Fosfatos e silicatos secundários de urânio de Perus, São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, **24**, 43-51.
- Atencio, D., Matioli, P.A., Carvalho, F.M.S. (1998) Lewisita de Tripuí, Ouro Preto, Minas Gerais: novos dados. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **70**, 691.
- Atencio, D., Neumann, R., Carmo, J.A., Jr, Mishima, E.H. (1990) Novos dados sobre minerais uraníferos secundários do pegmatito de Perus, Município de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, **20**, 338.
- Atencio, D., Neumann, R., Silva, A.J.G.C., Mascarenhas, Y.P. (1991) Phurcalite from Perus, São Paulo, Brazil, and redetermination of its crystal structure. *Canadian Mineralogist*, **29**, 95-105.
- Baptista, A. (1981) Contribuição ao estudo da lewisita e da tripuíta. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **53**, 283-287.
- Baptista, N.R. & Baptista, A. (1986) Amálgama de ouro, uma possível nova espécie mineral, de Sumidouro de Mariana, Estado de Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **58**, 459-463.
- Barbosa, C.P. (1962) Notas sobre a ocorrência de paládio e platina no município de Pilar, M.G. *Engenharia, Mineração e Metalurgia*, **35**, 111.
- Bayliss, P. (1991) Crystal chemistry and crystallography of some minerals in the tetradymite group. *American Mineralogist*, **76**, 257-265.
- Bayliss, P. & Levinson, A.A. (1988) A system of nomenclature for rare-earth mineral species: Revision and extension. *American Mineralogist*, **73**, 422-3.

- Bayliss, P., Mazzi, F., Munno, R. White, T.J. (1989) Mineralogical nomenclature: zirconolite. *Mineralogical Magazine*, **53**, 565-569.
- Belova, L. N. (1975) *Oxidation Zones of Hydrothermal Uranium Deposits*. Nedre, Moscow.
- Bermanec, V., Tibljas, D., Kniewald, G. (1992) Uranium-rich metamict senaite from Alinci, Yugoslavia. *European Journal of Mineralogy*, **4**, 331-335.
- Berzelius, J.J. (1825) Kohlensaures cereroxydul. *Zeitschrift für Mineralogie* **2**, 209.
- Berzelius, J.J. (1836) Analyse des "Ouro podre" (Fauls Gold) von Süd-amerika. *Jahresberich über die Fortschritte der physischen Wissenschaften*, **15**, 205-207.
- Beudant, F.S. (1824) *Traité élémentaire de Minéralogie*. 2nd. Ed. V.2, p.538.
- Bevins, R.E., Rowbothan, G., Stephens, F.S., Turgoose, S., Williams, P.A. (1985) Lanthanite-(Ce), $(\text{Ce,La,Nd})_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, a new mineral from Wales, UK. *American Mineralogist*, **70**, 411-413.
- Blanchard, F.N. (1989) New X-ray powder data for gorceixite, $\text{BaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$, an evaluation of d-spacings and intensities, pseudosymmetry and its influence on the figure of merit. *Powder Diffraction*, **4**, 227-230.
- Blumrich, Jos. (1893) Die Phonolithe des Frieländer Bezirkes in Nordböhmen. *Tschermak's Mineralogische und Petrographische Mittheilungen* **13**, 465-495.
- Botelho, N.F. (1992) A anomalia de índio (In) relacionada aos granitos estaníferos de Goiás e aos meta-riolitos do Gripo Espinhaço na Bahia. *Congresso Brasileiro de Geologia*. 37, São Paulo, *Boletim de Resumos Expandidos*. **1**, 217-218.
- Botelho, N.F. & Roger, G. (1990). Découverte de minéraux d'indium dans la paragenèse sulfurée du gîte stannifère protérozoïque de Mangabeira, Goiás, Brésil. *Comptes Rendus de la Académie des Sciences de Paris, Serie II*, **310**, 247-253.
- Botelho, N.F., Roger, G., d'Yvoire, F., Moëlo, Y., Volfinger, M. (1994) Yanomamite, $\text{InAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, a new indium mineral from topaz-bearing greisen in the Goiás Tin Province, Brazil. *European Journal of Mineralogy*, **6**, 245-254
- Bowley, H. (1939) Simpsonite (sp. nov.) from Tappa Tappa, Western Australia. *Journal Royal Society of Western Australia*, **25**, 89-92.
- Branco, P.M. (1979) *Dicionário de Mineralogia*. CPRM.

- Branco, P.M. (1984) *Glossário Gemológico*. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 204p.
- Brandt, F. (1932) Ein neuer Typ von Eisen-Tonerdphosphat-Vorkommen (Maranhao, Nordbrasilien). *Chemie der Erde*, 7, 383-433.
- Branner, J.C. (1912) A hydrocarbon found in the diamond and carbonado district of Bahia, Brazil. *American Journal of Science*, 4th. series, 23, 25-26.
- Breithaupt, A. (1827) *Edinburgh New Philosophical Journal*, 3, 273.
- Breithaupt, A. (1828) *Journal für Chemie und Physik (Schweigger)*, 54, 158.
- Breithaupt, A. (1832) *Journal für Chemie und Physik (Schweigger)*, 54, 233.
- Breithaupt, A. (1847) *Vollständiges Handbuch der Mineralogie*. V.3, p. 505.
- Brugger, J., Gieré, R., Graeser, S., Meisser, N. (1997) The crystal chemistry of roméite. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 127, 136-146.
- Buchwald, V.F. (1990) A new mineral, arupite, $Ni_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$, the nickel analogue of vivianite. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatsheft*, 76-80.
- Burke, E.A.J., Kieft, C., Feliuss, R.O., Adusumilli, M.S. (1969) Staringite, a new Sn-Ta mineral from north-eastern Brazil. *Mineralogical Magazine*, 37, 447-452.
- Cabral, A.R., Pires, F.R.M., Jones, R.D., Rocha, O.G., Fo. (1998) Gold mineralization at the Gongo Soco iron mine. *Congresso Brasileiro de Geologia*, 40, Belo Horizonte, *Anais*, 331.
- Cabri, L.J. (1980) Determination of ideal formulae for new minerals of the platinum-group. *General Meeting International Mineralogical Association*, 11, Novosibirsk, *Proceedings*, 157-165.
- Cabri, L.J. (1981) The platinum-group minerals. In *The Platinum-Group Elements: Mineralogy, Geology, Recovery* (L.J. Cabri Ed.) *Canadian Institute Mining Metallurgie, Special Volume*, 23, 83-150.
- Cabri, L.J., Clark, A.M., Chen, T.T (1977) Arsenopalladinite from Itabira, Brazil, and from the Stillwater Complex, Montana. *Canadian Mineralogist*, 15, 70-73.
- Camargo, W.G.R. (1965) *Minerais Uraníferos de Perus*. São Paulo. (Tese de Livre Docência. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP). [Publicado no *Boletim do Instituto de Geociências e Astronomia da Universidade de São Paulo*, 2, 83-201 (1971)].

- Cannillo, E., Mazzi, F., Rossi, G. (1972) Crystal structure of götzenite. *Soviet Physics Crystallography*, **16**, 1026-1030.
- Carvalho da Silva, J., Roeser, H., Schultz-Dobrick, B., Tombschall, H.J.(1985) Ouro palladiado of the Mineralogical Museum, Ouro Preto, MG, revisited – new electron microprobe analyses. *Simpósio Brasileiro de Geoquímica*, **3**, Ouro Preto, *Boletim de Resumos*, **9**.
- Cassedanne, J.P. (1983) The Córrego Frio mine and vicinity, Minas Gerais, Brazil. *Mineralogical Record*, **14**, 227-237.
- Cassedanne, J.P. (1986) Senaite from the Fazenda Guariba, Minas Gerais, Brazil. *Mineralogical Record*, **3**, 191-195.
- Cassedanne, J.P. (1987) Texto em calendário “*Minerais Brasileiros – Fosfatos – 1987*” Serrana S/A de Mineração, Cimbagé Cimento e Mineração Bagé S/A.
- Cassedanne, J.P. & Alves, J.N. (1992) Palladium and platinum from Córrego Bom Sucesso, Minas Gerais, Brazil. *Mineralogical Record*, **23**, 471-474.
- Cassedanne, J.P. & Cassedanne, J.O. (1974) As aluviões platiníferas de Serro (Minas Gerais). *Congresso Brasileiro de Geologia*, **28**, Porto Alegre, *Anais*, **6**, 33-47.
- Cassedanne, J.P. & Cassedanne, J.O. (1980) A bahianita e suas jazidas. *Mineração e Metalurgia* **44**, 10-15.
- Cassedanne, J.P. & Cassedanne, J.O. (1985) Découverte d'un phosphate métamicté dans la pegmatite du Sapucaia, Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **57**, 325-337.
- Cassedanne, J.P. & Chaves, M.L.S.C. (1990) Ocorrências de senaíta na região de Presidente Kubitschek, Minas Gerais. *Revista da Escola de Minas, Ouro Preto*, **44**, 42-46.
- Cassedanne, J.P., Jedwab, J., Alves, J.N. (1996) Apport d'une prospection systématique à l'étude de l'origine de l'or et du platine alluviaux du Córrego Bom Sucesso (Serro – Minas Gerais). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **68**, 569-582.
- Cech, F., Padera, K, Povondra, P. (1961) Lipscombite from pegmatites at Otov, near Domazlice (Bohemia, Czechoslovakia). *Acta Universitatis Carolinae Geologica* **3**, 171-190.

- Cesbron, F., Sichére, M.C., Vachey, H., Cassedane, J.P., Cassedanne, J.D. (1979) La lanthanite à europium de Curitiba, Paraná, Brésil. *Bulletin de Minéralogie*, **102**, 342-347.
- Chao, G.Y. & Gault, R.A. (1997) Quintinite-2H, quintinite-3T, charmarite-2H, charmarite-3T and caresite-3T, a new group of carbonate minerals related to the hydrotalcite-manasseite group. *Canadian Mineralogist*, **35**, 1541-1549.
- Chaves, M.L.S.C. & Karfunkel, J. (1994) Novas ocorrências de euclásio em Minas Gerais. *Boletim IG-USP, Série Científica*, **25**, 53-60.
- Chenevix, R. (1803) Enquiries concerning the nature of a new metallic substance, lately sold in London, as a new metal under the title of palladium. *Philosophical Transactions Royal Society London*, **93**, 290.
- Chernikov, A. A. (1958) New data on some uranium and uraniumbearing minerals. *Proceeds of the 2nd United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy*, **2**, 298-299.
- Chester, A.H. (1896) *A dictionary of the names of minerals including their history and etymology*. New York, 320p.
- Claringbull, G.F. & Hey, M.H. (1957) Arsenopalladinite (Pd₃As), a new mineral from Itabira, Brazil. *Mineralogical Abstracts*, **13**, 237.
- Clark, A.M. (1993) *Hey's mineral index*. 3rd ed., 852p.
- Clark, A.M. & Criddle, A.J. (1982) Palladium minerals from Hope's Nose, Torquay, Devon. *Mineralogical Magazine*, **46**, 371-377.
- Clark, A.M., Criddle, A.J., Fejer, E.E. (1974) Palladium arsenide-antimonides from Itabira, Minas Gerais, Brazil. *Mineralogical Magazine*, **39**, 528-543.
- Clark, R.S., Jr., & Scott, E.R.D. (1980) Tetrataenite – ordered FeNi, a new mineral in meteorites. *American Mineralogist*, **65**, 624-630.
- Cleaveland, P. (1822) *Treatise on mineralogy and geology*. 2nd ed., 2v.
- Coetzee, G.L. & Edwards, C.B. (1959) The Mrima Hill carbonatite, Coast Province, Kenya. *Trans. Proc. Geol. Soc. S. Afr.*, **62**, 373-395.
- Coimbra, A.M., Coutinho, J.M.V., Atencio, D., Iwanuch, W. (1989) Lanthanite-(Nd) from Santa Isabel, State of São Paulo: second Brazilian and world occurrence *Canadian Mineralogist*, **27**, 119-123.

- Cornejo, C. (1996) Turmalina, a pedra arco-íris. *Jornal das Pedras* **8**, 40-43.
- Cornejo, C. (1998). Minerais radioativos são perigosos? *Jornal das Pedras*, **13**, 38-40.
- Costa, M.L., Costa, W.A.M., Schwab, R.G. (1980) Mineralogia das ocorrências de fosfatos lateríticos do Pará e Maranhão (Brasil). *Congresso Brasileiro de Geologia*, **31**, *Balneário de Camboriú, Anais*, **4**, 1982-1996.
- Costa Sena, J.C. (1884) Notícia sobre a scorodita existente nas visinhanças do arraial de Antonio Pereira e sobre a hydrargilita dos arredores de Ouro Preto. *Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto*, **3**, 211-215.
- Coutinho, J.M.V. (1955) Lantanita de Curitiba, Paraná. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP*, **186 (Mineralogia 13)**, 119-126.
- Coutinho, J.M.V., Atencio, D., Coimbra, A.M., Fernandes, L.A. - Gorceixite, a singular replacement product in fossil bones from Bauru Basin, Brazil. *Canadian Mineralogist* (no prelo).
- Damour, A. (1841) Sur la roméite, nouvelle espèce minérale, de St. Marcel, Piemont. *Annales des Mines*, **20(3)**, 247.
- Damour, A. (1844) Analyse de la bornine du Brésil (tellure de bismuth). *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de L'Académie des Sciences, Paris*, **19(20)**, 1020-1021.
- Damour, A. (1845a) Analyse d'un tellure de bismuth du Brésil. *Annales des Mines, Paris*, Ser. 4, **8**, 699-700.
- Damour, A. (1845b) Analyse d'un tellure de bismuth du Brésil. *Annales de Chimie et de Physiques, Paris*, Ser. 3, **13**, 372-376.
- Damour, A. (1853) *L'Institut*, p. 78.
- Damour, A. (1856) Nouvelles recherches sur les sables diamantifères. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 2me. Ser., **13**, 542-554.
- Damour, A. (1877) Sur un fer métallique trouvé à Santa-Catarina (Brésil). *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de L'Académie des Sciences, Paris*, **84(11)**, 478-481.
- Damour, A. (1884) Note sur un nouveau phosphate d'alumine et de chaux, des terrains diamantifères. *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, **7**, 204-205.
- Dana, E.S. (1892) *System of Mineralogy*. 6th. Ed., New York.

- Dana, J.D. (1857) Fourth Supplement to Dana's Mineralogy. *American Journal of Science*, **74**, 124.
- Dana, J.D. (1858) *A System of Mineralogy Comprising the Most Recent Discoveries* (fourth ed.). New York, Estados Unidos.
- Davis, R.J., Clark, A.M., Criddle, A.J. (1977) Palladseite, a new mineral from Itabira, Minas Gerais, Brazil. *Mineralogical Magazine*, **41**, 123 e M10-M13.
- Delamétherie, J.C. (1792) *New edition of Mongez's Sciagraphie*. Paris, 2v.
- Delamétherie, J.C. (1797) *Théorie de la Terre*. 2nd. ed. Paris, 5v.
- Dennis, G.R., Elvy, S., Gray, N., Williams, P.A. (1994) PGE minerals from Broken Hill, New South Wales. *General Meeting of the International Mineralogical Association, 16, Pisa, Italia, Abstracts*, 94.
- Derby, O.A. (1900) Os primeiros descobrimentos de ouro nos distritos de Sabará e Caeté. *Revista do Instituto Histórico e Geográfico de São Paulo*, **5**, 283.
- Des Cloizeaux (1876). *Annalen der Physik und Chemie, Ser. 5*, **9**, 434.
- Dewey, C. (1820) Wavellite? *American Journal of Science, Ser. 1*, **2**, 249.
- Dobbe, R. (1993) Bismuth tellurides (joseite-B, bismuthian tsumoite) in a Pb-Zn deposit from Tunaberg, Sweden. *European Journal of Mineralogy*, **5**, 156-170.
- Döbereiner, J.W. (1823) *Annalen der Physik*, **73**, 111.
- Drits, V.A., Sokolova, T.N., Sokolova, G.V., Cherkashin, V.I. (1986) Structural and crystallochemical features of new members of the hydrotalcite-manasseite group. *International Geological Review*, **28**, 815-828.
- Drits, V.A., Sokolova, T.N., Sokolova, G.V., Cherkashin, V.I. (1987) New members of the hydrotalcite-manasseite group. *Clays and Clay Minerals*, **35**, 401-417.
- Dufrénoy, A. (1845) *Traité de min  ralogie*. 1st. ed., Paris, v. 2.
- Dufrénoy, A. (1856) *Traité de min  ralogie*. 2nd. ed., Paris.
- Embrey, P.G. & Fuller, J.P. (1980) *A manual of new mineral names 1892-1978*. British Museum (Natural History). 467p.
- English, G.L. (1939) *Descriptive list of the new minerals 1892-1938*. New York and London, 257p.
- Ercit, T.S., Cerny, P., Hawthorne, F.C. (1992a) The crystal chemistry of simpsonite. *Canadian Mineralogist*, **30**, 663-671.

- Ercit, T.S., Hawthorne, F.C., Cerny, P. (1986) Parabariomicrolite, a new species, and its structural relationship to the pyrochlore group. *Canadian Mineralogist*, **24**, 655-663.
- Ercit, T.S., Hawthorne, F.C. Cerny, P., (1992b) The crystal structure of alumotantite: its relation to the structures of simpsonite and the (Al,Ga)(Ta,Nb)O₄ compounds. *Canadian Mineralogist*, **30**, 653-662.
- Eschwege, W.L. von (1822) *Geognostisches Gemälde von Brasilien und wahrscheinliches Muttergestein der Diamanten*. Landes-Industrie-Comptoir, Weimar, 44p.
- Eschwege, W.L. von (1832) *Beiträge zur Gebirgskunde Brasiliens; mit vier petrographischen geogstischen Karten und Profildurchschnitten*. 25, Berlin. 488 p.
- Eschwege, W.L. von (1833) *Pluto Brasiliensis*. Tradução Domicio F.Murta. EDUSP e Livraria Itatiaia Editora Ltda. Coleção Reconquista do Brasil, 1979, v. 58 e v. 59. v.1, 222p. v.2, 306p.
- Eustis, W.C. (1883) Analysis of gibbsite from Marianna, province of Minas Geraes, Brazil. *Chemical News, Londres*, **48**, 98.
- Fanfani, L., Nunzi, A., Zanazzi, P.F., Zanzari, A.R. (1975) The crystal structure of roscherite. *Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mittheilungen*, **22**, 266-277.
- Fanfani, L., Zanazzi, P.F., Zanzari, A.R. (1977) The crystal structure of a triclinic roscherite. *Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mittheilungen*, **24**, 169-178.
- Farias, C.C. (1976) Novas ocorrências de fosfatos na mina Sapucaia. *Congresso Brasileiro de Geologia*, **29**, Ouro Preto, *Resumo dos trabalhos*, 372.
- Farias, M.C.A. & Silva, R.R. (1986) Fosfatos minerais do Pegmatito Alto Serra Branca, Pedra Lavrada – PB. *Congresso Brasileiro de Geologia*, **34**, Goiânia, *Boletim no. 1, Resumos e Breves Comunicações*, 177.
- Farrington, O.C. (1912) New minerals from the favas of Brazil. *Bulletin of the Geological Society of America*, **23**, 728
- Farrington, O.C. (1916) Studies of Brazilian favas. *American Journal of Science, series 4*, **41**, 355-360.

- Ferraz, L.C. (1928) *Compendio dos Mineraes do Brazil em fôrma de dicionario*. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, 655p.
- Fleischer, M. & Mandarino, J.A. (1995) *Glossary of Mineral Species*. The Mineralogical Record, Tucson. 280p.
- Fleischer, M. (1954) New mineral names. *American Mineralogist*, **39**, 139.
- Fleischer, M. (1974) New mineral names. *American Mineralogist*, **59**, 208-212.
- Fleischer, M., Wilcox, R.E., Matzko, J.J. (1984) Microscopic determination of the nonopaque minerals. *U. S. Geol. Surv. Bull.* **1627**.
- Fletcher, L. (1892) On baddeleyite (native zirconia), a new mineral, from Rakwama, Ceylon. *Nature*, **46**, 620.
- Fletcher, L. (1893) On baddeleyite (native zirconia), a new mineral, from Rakwama, Ceylon. *Mineralogical Magazine*, **10**, 148-160.
- Florencio, W. (1952a) Alvarolita (um novo mineral da família dos tantalatos). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **24**, 261-266.
- Florencio (1952b) Uma nova variedade de zirconita. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **24**, 256-259.
- Foord, E.E., Gaines, R.V., Crock, J.G., Simmons, W.B., Jr., Barbosa, C.P. (1986) Minasgeraisite, a new member of the gadolinite group from Minas Gerais, Brazil. *American Mineralogist*, **71**, 603-607.
- Foord, E.E. & Mrose, M.E. (1978) Rynersonite, $\text{Ca}(\text{Ta,Nb})_2\text{O}_6$, A new mineral from San Diego County, California. *American Mineralogist*, **63**, 709-714.
- Foord, E.E., Sharp, W.N., Adams, J.W. (1984) Zinc- and Y-group-bearing senaite from St Peters Dome, and new data on senaite from Dattas, Minas Gerais, Brazil. *Mineralogical Magazine*, **48**, 97-106.
- Ford, W.E. (1916) New mineral names. *American Journal of Science, Ser. 4*, **41**, 566-570.
- Formoso, M.L.L., Melfi, A.J., Kronberg, B.I. (1989) Comportamento dos elementos terras raras no intemperismo tropical. In: *Geoquímica dos Elementos Terras Raras no Brasil*. CPRM/DNPM/SBGq. Organizado por M.L.L.Formoso, L.V.S.Nardi, L.A.Hartmann. Cap. 7, p. 109-20.

- Fortin, P. (1989) *Mobilisation, fractionnement et accumulation des terres rares lors de l'altération lateritique de sédiments argilo-sableux du bassin de Curitiba (Brésil)*. Unpubl. Ph.D. Thesis, École des Mines de Paris, 212 pp.
- Foshag, W.F. (1925) New mineral names. *American Mineralogist*, **10**, 135.
- Francesconi, R., Svisero, D.P., Valarelli, J.V. (1976) Minerais de elementos raros no distrito pegmatítico de São João del Rei, Minas Gerais. *Gemologia*, **22(44-45)**, 53-63.
- Franco, R.R. (1981) A mineralogia e a petrologia no Brasil. in: Ferri, M.G. & Motoyama, S. (coord), *História das Ciências no Brasil*. EDUSP, EPU, CNPq. v. 3, pp. 1-42.
- Franco, R.R., Leprovost, A., Bigarella, J.J., Bolsanello, A. (1972) *Minerais do Brasil*. EDUSP, 3 volumes, 426 p.
- Franco, R.R. & Loewenstein, W. (1946) Pesquisas roentgenográficas sobre a brasilianita. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP*, 4-8.
- Frayha, R. (1948) Zircônio, histórico, aplicações e ocorrências. *Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro*, **13**, 182-86.
- Freise, F.W. (1930) Der Mineralbestand der Konglomerate von Diamantina, Staat Minas Gerais, Brasilien. *Chemie der Erde*, **6**, 66-71.
- Fröbel, J. (1843) *Grundzüge eines Systems der Krystallographie*. Zurich.
- Fróes Abreu, S. (1965) *Recursos Minerais do Brasil*. Vol. 1, Minerais não Metálicos. 2a. Edição, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Conselho Nacional de Geografia. Publ. no. 20, Rio de Janeiro, 505p.
- Fron del, C. (1950) Studies of uranium minerals (V): Phosphuranlyite. *American Mineralogist*, **35**, 756-763.
- Fron del, C. (1972) Jacob Foster (1739-1806) and his connections with forsterite and palladium. *Mineralogical Magazine*, **38**, 545-550.
- Fron del, C. & Lindberg, M.L. (1948) Second occurrence of brazilianite. *American Mineralogist*, **33**, 135-141.
- Fujimori, K (1981) 'Lantanita' de Curitiba, novo mineral de lantânio. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **53**, 147-52.

- Gagarin, G. & Cuomo, J.R. (1949) Algunas proposiciones sobre nomenclatura mineralógica. *Communic. Institute Nac. Invest. Cienc. Nat. del Museo Argentino Cienc. Natl. "Bernardino Rivadavia"*, *Cienc. Geol.*, **1**(5), 21 p.
- Gandini, A.L. (1994) Mineralogia, inclusões fluidas e aspectos genéticos do topázio imperial da região de Ouro Preto, Minas Gerais. *Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, USP*. 212p.
- Garrido, J. & Feo, R. (1938) Sur les sulfotellurures de bismuth. *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, **61**, 196-204.
- Gatehouse, B.M. & Miskin, B.K. (1974) The crystal structure of brazilianite, $\text{NaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$. *Acta Crystallographica*, **B30**, 311-317.
- Genth, F.A.L.C.W. (1886) Contributions from the laboratory of the University of Pennsylvania, no. xxiv, contributions to mineralogy. *Proceeding American Philosophical Society, Philadelphia, Pa.*, **23**(121), 30-47.
- Gheith, M.A. (1953) Lipscombite, a new synthetic "iron lazulite". *American Mineralogist*, **38**, 612-628.
- Glocker, E.F. (1847) *Gen. Spec. Min. Sec. Ord. Nat. Dig. Synopsis*, p. 19
- Godoy, M.P. (1945) Ocorrência de brasilianita do Córrego Frio, município de Conselheiro Pena, Minas Gerais. *Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro*, **8**, 385-387.
- Gomes, N.S., Varajão, A.D., Souza, P.C., Guerra, W.J., Azambuja, N.C., Fo., Mendes, G.E. (1996) Influência do modelo deposicional na evolução diagenética de arenitos proterozóicos: o exemplo da Formação Tombador, Chapada Diamantina, Bahia. *Congresso Brasileiro de Geologia, 39, Salvador, Anais*, **1**, 259-262.
- Gorceix, H. (1880) Sur la martite du Brésil. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Académie des Sciences, Paris*, **90**, 316-318.
- Gorceix, H. (1885) Estudos sobre a monazita e a xenotima no Brasil. *Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto*, **4**, 29-48.
- Greiffo, W., Herrmann, K., Müller, G., Strauss, K.W. (1984) Sr-gorceixite, a weathering product in rich iron ores from the Córrego do Feijão Mine, Minas Gerais, Brazil. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, **87**, 418-419.
- Grey, I.E. & Lloyd, D.J. (1976) The crystal structure of senaite. *Acta Crystallographica*, **B32**, 1509-1513.

- Grey, I.E., Lloyd, D.J., White, J.S., Jr. (1976) The structure of crichtonite and its relationship to senaite. *American Mineralogist*, **61**, 1203-1212.
- Grey, I.E., Watts, J.A., Bayliss, P. (1994) Mineralogical nomenclature: pseudorutile revalidated and neotype given. *Mineralogical Magazine*, **58**, 597-600.
- Groat, L.A., Ercit, T.S., Putnis, A., Hawthorne, F.C., Gaines, R.V. (1992) Staringite discredited. *GAC – MAC Joint Annual Meeting*, **17**, A44.
- Groat, L.A., Putnis, A., Kissin, S.A., Ercit, T.S., Hawthorne, F.C., Gaines, R.V. (1994) Staringite discredited. *Mineralogical Magazine*, **58**, 271-277.
- Guimarães, C.P. (1939a) Djalmaite, um novo mineral radioativo. *Anuários da Academia Brasileira de Ciências*, **11**, 347-350.
- Guimarães, C.P. (1939b) Djalmaite, a new radio-active mineral. *Mineração e Metalurgia*, **4(19)**, 35-36.
- Guimarães, C.P. (1941) Djalmaite, a new radio-active mineral. *American Mineralogist*, **26**, 343-346.
- Guimarães, C.P. (1942a) Nota prévia sobre um mineral da família dos tantalatos. *Serviço da Produção Mineral de Minas Gerais, Belo Horizonte*, **13/8/42**, 2p.
- Guimarães, C.P. (1943) Nota prévia sobre um novo mineral da família dos tantalatos. *Revista Química Industrial, Rio de Janeiro*, **12(129)**, 14.
- Guimarães, C.P. (1944a) Calogerasita, um novo mineral da família dos tantalatos. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **16**, 255-260.
- Guimarães, C.P. (1944b) Calogerasita, um novo mineral da família dos tantalatos. *Mineração e Metalurgia*, **8(44)**, 135-136.
- Guimarães, C.P. (1948a) Calogerasita, novo mineral da família dos tantalatos. *Boletim do Instituto de Tecnologia Industrial, Minas Gerais*, **3**, 31-37.
- Guimarães, C.P. (1948b) Djalmaite, novo mineral radioativo. *Boletim do Instituto de Tecnologia Industrial, Minas Gerais*, **3**, 26-30.
- Guimarães, D. (1925) Arrojadita, um novo mineral do grupo da wagnerita. *Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Inspectoria Federal de Obras Contra as Secas, Rio de Janeiro*. Publicação no.58, 11p.
- Guimarães, D. (1926a) Echwegeita, novo mineral encontrado em Minas Gerais. *Boletim do Instituto Brasileiro de Ciências, Rio de Janeiro*, **2(1)**, 1-2.

- Guimarães, D. (1926b) Nota prévia sobre um mineral radio-activo. *Boletim do Instituto Brasileiro de Ciências, Rio de Janeiro*, **2**(1), 46-48.
- Guimarães, D. (1926c) Novos dados sobre a "arrojadita". *Boletim Instituto Brasileiro de Ciências, Rio de Janeiro*, **2**(10), 335-37.
- Guimarães, D. (1942b). Arrojadita, um novo mineral do grupo da wagnerita. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo*, **30**, (Mineralogia 5), 3-16.
- Guimarães, D. (1948c) The zirconium ore deposits of the Poços de Caldas plateau, Brazil, e zirconium geochemistry. *Instituto de Tecnologia Industrial, Boletim*, **6**, 79 p.
- Guimarães, D. (1950) A jazida de djalmaíta, de Volta Redonda, Rio das Mortes, Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **22**, 51-71.
- Guimarães, D. (1960) Fundamentos da petrologia e as rochas ígneas do Brasil. *Ministério da Agricultura, Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Fomento da Produção Mineral, Boletim*, **107**, 410p.
- Haidinger, W. (1827) Veränderungen in eisen-hattingen Mineralien. *Annalen der Physik und Chemie, Leipzig*, **9**, 188-191.
- Harris, D.C. & Cabri, L.J. (1991) Nomenclature of platinum-group-element alloys: review and revision. *Canadian Mineralogist*, **29**, 231-237.
- Harris, W.W. & Scott, R.H. (1949) Optical properties of three uranium phosphates. *AEC Report 2746*. Carbide and Carbon Chemicals Corporation, Oak Ridge, Tenn.
- Hausmann, J.Fr.L. (1852) Tellur-Wismuth aus Brasilien. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde, Stuttgart*, 698-701.
- Hausmann, J.Fr.L. & Wohlers, F. (1841a) Ueber den Anthosiderit, eine neue Mineral-species aus Brasilien. *Journal für praktische Chemie, Leipzig*, **22**(7), 412-415.
- Hausmann, J.Fr.L. & Wohlers, F. (1841b) Ueber den Anthosiderit, eine neue Mineral-species aus Brasilien. *Elehrte Anzeigen. Koenigliche Gesellschaft der Wissenschaften Gottingische, Gottingen*, (29), 281-286.
- Haüy, R.J. (1798) *Journal des Mines*, **4**, 5.
- Haüy, R.J. (1822) *Traité de Minéralogie*, 2nd. ed., Paris, 4 v.
- Headden, W.P. (1891) A phosphate near triphylite from the Black Hills. *American Journal of Science*, **41**, 416-417.

- Hey, M.H. (1955) *Index of Minerals (British Museum)*.
- Hey, M.H. (1963) The nomenclature of the natural alloys of osmium and iridium. *Mineralogical Magazine*, **33**, 712-717.
- Hirson, J.R. (1965) Nota sobre os fosfatos de Sapucaia. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **40**, 471-475.
- Hogart, D.D. (1977) Classification and nomenclature of the pyrochlore group. *American Mineralogist*, **62**, 403-410.
- Horvath, M. & Atencio, D. (1998) Robertsita, mitridatita e cacoxenita no Pegmatito Sapucaia, Galiléia, MG. *Congresso Brasileiro de Geologia, 40, Belo Horizonte, Anais*, 296.
- Hurlbut, C.S. & Weichel, E.J. (1946) Additional data on brazilianite. *American Mineralogist*, **31**, 507.
- Hussak, E. (1892) I. Ueber Brazilit, ein neues Tantal-(Niob-)Mineral von der Eisenmine Jacupiranga, Süd-São Paulo. II. Ueber brasilianische Leucitgesteine. III. Nochmals die Leucit-"Pseudokrystall"-Frage. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaentologie*, Bd.2, 141-159.
- Hussak, E. (1893) Ueber Brazilit. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaentologie*, Bd.1, 89.
- Hussak, E. (1895a) Mineralogische notizen aus Brasilien. I. Ueber den Baddeleyit (syn. Brazilit) von der Eisenmine Jacupiranga in São Paulo. *Tschermak's Mineralogische und Petrographische Mittheilungen*, **14**, 395-411.
- Hussak, E. (1895b) Baddeleyite from Brazil. *Mineralogical Magazine*, **11**, 110-111.
- Hussak, E. (1902) Ueber Chalmersit, ein neues Sulfid der Kupferglanzgruppe von der Goldmine Morro Velho in Minas Geraes, Brasilien. *Zentralblatt für Mineralogie Geologie und Palaontologie*, **3**, 69-72.
- Hussak, E. (1903) Nota sobre a chalmersita, mineral do grupo da chalcocina encontrado na Mina do Morro Velho. *Anaes da Escola de Minas de Ouro Preto*, **6**, 91-97.
- Hussak, H. (1905) Notícia sobre os novos mineraes lewisita, derbylita de Tripuhy e minas zirkelita de Jacupiranga, S.P. *Anaes da Escola de Minas de Ouro Preto*, **7**, 115-129.

- Hussak, E. (1906a) O palladio e a platina no Brasil. *Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto*, **8**, 75-188.
- Hussak, E. (1906b) Über das Vorkommen von Palladium und Platin in Brasilien. *Zeitschrift für praktische Geologie, Berlin*, **14**, 284-293.
- Hussak, E. (1906c) Ueber die chemische Zusammensetzung des Chalmersit. *Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Palaontologie*, **11**, 332-333.
- Hussak, E. (1906d) Über die sogenannten "Phosphat-Favas" der diamantführenden Sande Brasiliens. *Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, Neue Folge*, **25**, 335-344.
- Hussak, E. (1907) Ueber Hussakit. *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, Jg.*, 533-536.
- Hussak, E. (1917) Os satellites do Diamante. Traduzido do original inédito, escrito em alemão, e publicado por Jorge B. de Araujo Ferraz. *Ministério da Agricultura, Indústria e Commercio, Serviço Geológico e Mineralógico do Brazil, Rio de Janeiro*. Typ. do Jornal do Commercio. 56 p.
- Hussak, E. (1920) Senaita. *Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto*, **16**, 65-71.
- Hussak, E. & Prior, G.T. (1895) Lewisite and zirkelite, two new Brazilian minerals. *Mineralogical Magazine*, **11**, 80-88.
- Hussak, E., & Prior, G.T. (1897a) On Derbylite, A new antimonio-titanate of iron, from Tripuhy, Brazil. *Mineralogical Magazine* **11**, 176-179.
- Hussak, H. & Prior, G.T. (1897b) On tripuhyite, a new antimonate of iron from Tripuhy, Brazil. *Mineralogical Magazine*, **11**, 302-303.
- Hussak, E. & Prior, G.T. (1898) On senaita, a new mineral belonging to the ilmenite group, from Brazil. *Mineralogical Magazine*, **12**, 30-32.
- Hussak, E. & Prior, G.T. (1899) Florencite, a new hydrated phosphate of aluminium and the cerium earths, from Brazil. *Nature*, **61**, 119.
- Hussak, E. & Prior, G.T. (1900) Florencite, a new hydrated phosphate of aluminium and the cerium earths, from Brazil. *Mineralogical Magazine*, **12**, 244-248.
- Hussak, H. & Prior, G.T. (1917) Tripuhyte, um novo antimoniato de ferro de Tripuhy. *Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto*, **15**, 13-14.

- Hussak, E. & Reitinger, J. (1903) Ueber Monazit, Xenotim, Senait und natürliches Zirkonoxyd aus Brasilien. *Zeitschrift für Kristallographie und Mineralogie*, **37**(4), 550-579.
- IMA (1980) International Mineralogical Association: Commission on New Minerals and Mineral Names. *Mineralogical Magazine*, **43**, 1053-1055.
- Jambor, J.L. (1989) Unnamed Au₃Hg. New Mineral Names. *American Mineralogist*, **74**, 504.
- Jedwab, J. (1995) Oxygenated platinum group element and transition-metal (Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni)-compounds in the supergene domain. *Chronique de la Recherche Minière*, **520**, 47-53.
- Jedwab, J. & Cassedanne, J. (1998) Historical observations on oxygen-bearing compounds of platinum and palladium in Minas Gerais, Brazil. *Canadian Mineralogist*, **36**, 887-893.
- Jedwab, J., Cassedanne, J., Criddle, A. J., du Ry, P., Ghysens, G., Meisser, N., Piret, P. and Stanley, C.J. (1993) Rediscovery of palladinite PdO from Itabira (Minas Gerais, Brazil) and from Ruwe (Shaba, Zaire). *Terra Abstracts, suppl. to Terra Nova* **3**, **5**, 22.
- Johan, Z. & Cech, F. (1989) Nouvelles données sur la haïnite, [Na₂Ca₄(Ti,Zr,Mn,Fe,Nb,Ta)_{1,50}□_{0,50}](Si₂O₇)₂F₄ et ses relations cristallographiques avec la götzenite, Na₂Ca₅Ti(Si₂O₇)₂F₄. *Comptes Rendus de la Académie des Sciences de Paris, Serie II*, **308**, 1237-1242.
- Johnson, P.N. & Lampadius, W.A. (1837) Ueber brasilianisches Palladgold und dessen Ausbringen und Scheidung (Mittheilung des Herrns P.N. Johnson, nebst Bemerkungen von W.A. Lampadius). *Journal für praktische Chemie*, **11**, 309-315.
- Jung, H. (1935) Zur röntgenographischen Untersuchung an Türkis und anderen Phosphaten. *Chemie der Erde*, **9**, 318-319.
- Kalb, G. & Bendig, M. (1923) *Centralblatt für Mineralogie*, 643.
- Kampf, A.R. & Dunn, P.J. (1994) Chavesite discredited. *American Mineralogist*, **79**, 385-386.
- Kapustin, Yu.L. (1966) Geochemistry of rare-earth elements in carbonatites. *Geochemistry International*, **3**, 1054-64.

- Kapustin, Yu.L. (1971) *The mineralogy of carbonatites*. Moscow ('Nauka' Press). 288 pp. (in Russian). English translation, 1980, Amerind Publ. Co. Ltd., New Delhi (for Smithsonian Institution, USA), 163-165.
- Karsten, D.L.G. (1789) *Museum Leskeanum, Regnum minerale*. Leipzig, 2 v.
- Kashirtseva, M. F., & Valueva, A. A. (1979) On some properties of hydrogen autunite. *Novye Dannye o Mineralakh SSSR*, **28**, 178-182.
- Kato, A., Shimizu, M., Suzuki, Y., Okada, Y., Komuro, Y. (1994) Joséite-A from Nagakuki, Hanawa-cho, Fukushima Prefecture, Japan. *Bulletin of National Science Museum, Tokyo, Series C* **20(4)**, 141-147.
- Kato, T. (1987) Further refinement of the goyazite structure. *Mineralogical Journal*, **13**, 390-396.
- Kato, T. (1990) The crystal structure of florencite. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatsheft*, 227-231.
- Kenngott, G.A. (1853) *Das Mohs'che Mineralsystem*. Viena. p. 121.
- Kerr, P.F. (1926) *Jewelers' Circular, New York*, **92**, 67
- Kerr, P.F. & Holmes, R.J. (1945) X-ray study of the tantalum mineral simpsonite. *Bulletin of the Geological Society of America*, **56**, 479-504.
- Klaproth (1795) *Berträge zur chemischen Kenntniss der Mineralkörper*, v. 1., 97.
- Knecht, T. (1950) *Occorrências Minerais do Estado de São Paulo*. Instituto Geográfico e Geológico, São Paulo. 144p.
- Kornetova, V.B., Alexsandrov, V.B., Kazakova, M.E. (1963) *Trudy Min. Muz. Akad. Nauk SSSR*, **14**, 108-121.
- Korzhinsky, M.A., Tkachenko, S.I., Shmulovich, K.I., Taran, Y.A., Steinberg, G.S. (1994) Discovery of a pure rhenium mineral at Kudryavy volcano. *Nature*, **369**, 51-52.
- Kraus, E.H. & Reitingger, J. (1901) Hussakit, ein neues Mineral und dessen Beziehung zum Xenotim. *Zeitschrift für Kristallographie und Mineralogie*, **34**, 268-277.
- Kunz, G.F. (1926) *Jewelers' Circular, New York*, **92**, 86
- Lacroix, A. (1910) *Minéralogie de la France et de ses colonies*. Paris. v. 4, 509.
- Lacroix, A. (1915) Sur l'anthosidérite du Brésil et sur les quartzites à magnetite du Madagascar qui renferment des pseudomorfoses de même nature. *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, **38**, 9-15.

- Lampadius, W.A. & Plattner, G.P. (1833) Ueber das gemeinschaftliche Vorkommen des Platinerzes und des gediegenen Silber-goldes in einen Gangfossile aus Brasilien. *Journal für technische und ökonomische Chemie*, **18**(4), 353-365.
- Leavens, P.B., White, J.S., Nelen, J.A. (1990) Zanazziite, a new mineral from mineral from Minas Gerais, Brazil. *Mineralogical Record*, **21**, 413-417.
- Lee, T.H. (1917) Sobre dous novos mineraes zirconicos, orvilita, oliveraita. *Revista da Sociedade Brasileira de Ciencias, Rio de Janeiro*, **1**, 31-38
- Lee, T.H. (1919) Two new zircon minerals – Orvillite and oliveiraite. *American Journal of Science, series 4*, **47**(278), 126-132.
- Lee, T.H. & Moraes, L.F. (1919) On ferrazite? a new associate of the diamond. *American Journal of Science, series 4*, **48**, 353.
- Lee, T.H. & Moraes-Rego, L.F. (1920) Ferrazita, um novo satellite do diamante. *Annaes da Escola de Minas*, **16**, 59-60.
- Lefebvre, J.-J. & Gasparini, C. (1980) Florencite, an occurrence in the Zairian copperbelt. *Canadian Mineralogist*, **18**, 301-311.
- Leonardos, O.H. (1945) Ocorrências de crisoberilo no Brasil. *Mineração e Metalurgia*, **9**, 29-31.
- Leonardos, O.H. (1955) A mineralogia e a petrografia no Brasil. *in*: Azevedo, F. (coord.), *As Ciências no Brasil*. Edições Melhoramentos. v. 1, pp. 265-313.
- Leonardos, O.H. (1969) O sábio Wollaston isola da platina brasileira o nôvo metal paládio (1804) e estuda o meteorito de Bendengó (1816). *Mineração e Metalurgia*, **50**, 109-110.
- Leonardos, O.H. (1970) *Geociências no Brasil: a Contribuição Britânica*. Editora Forum. 343 p.
- Leonardos, O.H. (1973) *Geociências no Brasil: a Contribuição Germânica*. Editora Forum/Sulina. 345 p.
- Leonhard, K.C. (1826) *Handbuch der Oryktognosie*. Heidelberg, 2nd. ed., p. 212.
- Lévy, A. (1837) *Description d'une collection de minéraux, formée par M. Henri Heuland, et appartenant à M. Ch. H. Turner, de Rooksnest, dans le comté de Surrey en Anglaterrre*. Londres. 3v.

- Lévy, C. & Picot, P. (1961) Nouvelles données sur les composés iridium-osmium. Existence de l'osmium natif. *Bulletin de la Société française de Minéralogie et de Cristallographie, Paris*, **84**, 312-317.
- Lienau, H. (1898) *Beiträge zur Kenntnis der Uranylsalze*. Dissertation, University of Berlin.
- Lindberg, M.L. (1949) Frondelite and the frondelite-rockbridgeite series. *American Mineralogist*, **34**, 541-549.
- Lindberg, M.L. (1950) Arrojadite, hühnerkobelite and graftonite. *American Mineralogist* **35**, 59-76.
- Lindberg, M.L. (1957) Relationship of the minerals avenolite, cyrilovite and wardite. *American Mineralogist*, **42**, 204-213.
- Lindberg, M.L. (1962) Manganoan lipscombite from the Sapucaia Pegmatite Mine, Minas Gerais, Brazil, first occurrence of lipscombite in nature. *American Mineralogist* **47**, 353-359.
- Lindberg, M.L. & Christ, C.L. (1959) Crystal structures of the isostructural minerals lazulite, scorzalite and barbosalite. *Acta Crystallographica*, **12**, 695-697.
- Lindberg, M.L. & Murata, K.J. (1952) Minerals of Sapucaia pegmatite mine, faheyite a new beryllium phosphate. *Bulletin of the Geological Society of America*, **63**, 1275-1276.
- Lindberg, M.L. & Murata, K.J. (1953) Faheyite, a new phosphate mineral from the Sapucaia pegmatite mine, Minas Gerais, Brazil. *American Mineralogist* **38**, 263-270, 349.
- Lindberg, M.L. & Pecora, W.T. (1954a), Avelinoite, a new hydrous sodium phosphate mineral from Minas Gerais, Brazil. *Science* **120**, 1074-1075.
- Lindberg, M.L. & Pecora, W.T. (1954b) Tavorite and barbosalite: two new phosphate mineral from Minas Gerais, Brazil. *Science* **119**, 739.
- Lindberg, M.L. & Pecora, W.T. (1955) Tavorite and barbosalite, two new phosphate minerals from Minas Gerais, Brazil. *American Mineralogist*, **40**, 952-966.
- Lindberg, M.L. & Pecora, W.T. (1958) Phosphate minerals from Sapucaia Pegmatite Mine, Minas Gerais. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, **7(2)**, 5-14.

- Lindberg, M. L., Pecora, W.T., Barbosa, A.L.M. (1953) Moraesite a new hydrous beryllium phosphate from Minas Gerais, Brazil. *American Mineralogist*, **38**, 1126-1133.
- MacGregor, A.M. (1941) Gorceixite from Southern Rhodesia. *Bulletin of the Imperial Institute of London*, **37**, 399-401.
- Machatschki, F. & Zedlitz, O. (1932) Die Kristallstruktur des Lewisit. *Zeitschrift für Kristallographie*, **82**, 72-76.
- Marchetto, C.M.L. (1986) Platinóides associados ao minério de níquel, cobre e cobalto de Fortaleza de Minas, MG. *Congresso Brasileiro de Geologia*, **34**, Goiânia, Anais, **4**, 1589-1603.
- Marchetto, C.M.L. (1990) Platinum-group minerals in the O'Toole (Ni-Cu-Co) deposit, Brazil. *Economic Geology*, **85**, 921-927.
- Marchetto, C.M.L. & Figueiredo, A.M. (1991) Platinum-group minerals associated with gold, Cavalcante, Goiás, Brazil. *Brazil gold'91; the economics, geology, geochemistry and genesis of gold deposits, Belo Horizonte, 1991. Proceedings*. p. 383.
- Mason, B. & Vitaliano, C.J. (1953) The mineralogy of the antimony oxides and antimonates. *Mineralogical Magazine*, **30**, 100-112.
- Matsubara, S., Kato, A., Shimizu, M. Sekiuchi, K., Suzuki, Y. (1996) Romeite from the Gozaisho mine, Iwaki, Japan. *Mineralogical Journal*, **18**, 155-160.
- Mawe, J. (1818) *Descriptive Catalogue of Minerals*. 3rd ed., 54.
- Mellini, M., Orlandi, P., Perchiazzi, N. (1983) Derbylite from Buca Della Vena Mine, Apuan Alps, Italy. *Canadian Mineralogist* **21**, 513-516
- Menezes, L.A.D., Jr. & Martins, J.M. (1984) The Jacupiranga mine, São Paulo, Brazil. *Mineralogical Record*, **15**, 261-270.
- Merlino, S. & Pasero, M. (1992) Crystal chemistry of berylllophosphates: The crystal structure of moraesite, $\text{Be}_2\text{PO}_4(\text{OH})\cdot 4\text{H}_2\text{O}$. *Zeitschrift für Kristallographie*, **201**, 253-262.
- Merwin, H. E., Lombard, R. H., Allen, E. T. (1923) Cubanite, identity with chalmersite, magnetic properties. *American Mineralogist*, **8**, 135-138.

- Metelo, M.J. (1968) Contribuição ao estudo da senaíta. *Congresso Brasileiro de Geologia*, 22, Belo Horizonte. *Anais*, 125-129.
- Meunier, S. (1884) *Metéor*. Paris, p. 102
- Meyer, H.C. (1917) *Mineral Foote-Notes*, Philadelphia, March, p. 2
- Milliotti, C.A. & Stumpfl, E.F. (1993) Inclusões, texturas e distribuição de minerais do grupo da platina em cromititos do Complexo de Niquelândia, Brasil. *Encontro Brasileiro sobre Elementos do Grupo da Platina, 1, Brasília, Resumos Expandidos*, 33-35
- Milliotti, C.A. & Stumpfl, E.F. (1996) Ruthenium oxide, palladium iodide and platinum group element-bearing goethites from the Niquelândia complex, and their significance. *Congresso Brasileiro de Geologia*, 39, Salvador, *Anais*, 6, 172-175.
- Milton, C, Axelrod, J. M., Carron, M.K., MacNeil, F.S. (1958) Gorceixite from Dale County, Alabama. *American Mineralogist*, 43, 688-694.
- Mooney-Slater, R.C.L. (1961) X-ray diffraction study of indium phosphate dihydrate and isostructural thallic compounds. *Acta Crystallographica*, 14, 1140-1146.
- Moore, P.B. (1970) Crystal chemistry of the basic iron phosphates. *American Mineralogist* 55, 135-170.
- Moore, P.B., & Araki, T. (1976a) Bahianite, $\text{Al}_5\text{Sb}^{5+}_3\text{O}_{14}(\text{O},\text{OH})_2$, a novel hexagonal close-packed oxide structure. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen* 126, 113-125.
- Moore, P.B., & Araki, T. (1976b) Derbylite, $\text{Fe}^{3+}_4\text{Ti}^{4+}_3\text{Sb}^{3+}_3\text{O}_{13}(\text{OH})$, a novel close-packed oxide structure. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen* 126, 292-303.
- Moore, P.B., Araki, T., Merlino, S., Mellini, M., Zanazzi, P.F. (1981) The arrojadite-dickinsonite series, $\text{KNa}_4\text{Ca}(\text{Fe},\text{Mn})_{14}\text{Al}(\text{PO}_4)_{12}(\text{OH})_2$ crystal structure and crystal chemistry. *American Mineralogist*, 66, 1034
- Moore, P.B., Barbosa, C.P., Gaines, R.V. (1978) Bahianite, $\text{Sb}_3\text{Al}_5\text{O}_{14}(\text{OH})_2$, a new species. *Mineralogical Magazine* 42, 179-182.
- Moore, P.B. & Ito, J. (1978a) I. - Whiteite, a new species, and a proposed nomenclature for jahnsite-whiteite complex series. II. - New data on xanthoxenite. III. -Salmonsite discredited. *Mineralogical Magazine*, 42, 309-323.
- Moore, P.B. & Ito, J. (1978b) Kidwellite, a new species. *Mineralogical Magazine*, 42, 137-140.

- Moore, P.B. & Ito, J. (1979), Alluaudites, wyllieites, arrojadites: crystal chemistry and nomenclature. *Mineralogical Magazine*, **43**, 227-235.
- Moraes, J.J., Barbosa, O., Lisboa, J.M.A., Lacourt, F., Guimarães, D. (1937) Geologia econômica do Norte de Minas Gerais. *Boletim DNPM-SFPM*, **19**, 192 p.
- Moroz, I. Kh., Valueva, A. A., Sidorenko, G. A., Zhilitsova, I. G., Karpova, L. N. (1973) The crystal chemistry of uranium micas. *Geokhimiya*, 210-223.
- Moura, M.A. & Botelho, N.F. (1994) A ocorrência de arseniatos raros no maciço estanífero Mangabeira – GO. *Congresso Brasileiro de Geologia, Camboriú. 38. Boletim de Resumos Expandidos. 3*, 93-94.
- Murdoch, J. (1958) Phosphate minerals of the Borborema pegmatites: II. Boqueirão. *American Mineralogist*, **43**, 1148-1156.
- Nagashima, K., Miyawaki, R., Takase, J., Nakai, I., Sakurai, K., Matsubara, S., Kato, A., Iwano, S. (1986) Kimuraite, $\text{CaY}_2(\text{CO}_3)_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, a new mineral from fissures in an alkali olivine basalt from Saga Prefecture, Japan, and new data on lokkaite. *American Mineralogist*, **71**, 1028-1033.
- Nickel, E.H. & Grice, J.D. (1998) Comissão de Novos Minerais e Nomes de Minerais da IMA: procedimentos e diretrizes sobre nomenclatura mineralógica, 1998. Tradução de Daniel Atencio. *Revista Brasileira de Geociências* **28**, 229-242.
- Oliveira, E.P. (1930) Contribuição do Brasil à mineralogia systematica. in: *Conferências realizadas sob os auspícios da Associação Brasileira de Educação. Rio de Janeiro, Papelaria, Mendes*, pp. 3-18.
- Olivo, G.R. & Gammons, C.H. (1996) Thermodynamic and textural evidence for at least two stages of Au-Pd mineralization at the Cauê iron mine, Itabira District, Brazil. *Canadian Mineralogist*, **34**, 547-557.
- Olivo, G.R. & Gauthier, M. (1995) Palladium minerals from the Cauê iron mine, Itabira District, Minas Gerais, Brazil. *Mineralogical Magazine*, **59**, 455-463.
- Olivo, G.R., Gauthier, M., Bardoux, M. (1994) Palladian gold from the Cauê iron mine, Itabira District, Minas Gerais, Brazil. *Mineralogical Magazine*, **58**, 579-587.
- Olivo, G.R., Gauthier, M., Bardoux, M., Sá, E.L., Fonseca, J.T.F., Santana, F.C. (1995) Palladium-bearing gold deposit hosted by Proterozoic Lake Superior-type iron-

- formation at the Cauê iron mine, Itabira District, Southern São Francisco Craton, Brazil: geologic and structural controls. *Economic Geology*, **90**, 118-134.
- Paiva Netto, J.E. (1955) "Eunicita"- nova variedade de montmorilonóide encontrada em meláfiros decompostos da Serra de Botucatu. *Engenharia, Mineração e Metalurgia*, **22**, 99.
- Palache, C. (1907) Mineral notes. 3. Crystal form of chalmersite. *American Journal of Science*, Ser. 4, **24**(141), 255-258.
- Palache, C., Berman, H., Frondel, C. (1944) *The System of Mineralogy of J.M. Dana & E.S. Dana*. 7th. ed., v. 1.
- Palache, C., Berman, H., Frondel, C. (1951) *The System of Mineralogy of J.M. Dana & E.S. Dana*. 7th. ed., v. 2.
- Peacock, M.A. (1941) On joseite, grünlingite, orueteite. *University of Toronto Studies, Geology Series* **46**, 83-105.
- Pecora, W.T. & Fahey, J.J. (1947) Scorzalite and souzalite, two new phosphate minerals associated with brazilianite, Minas Gerais, Brazil. *Program and Abstracts, 28th Annual Meeting, Min. Soc. Amer.*, p. 18
- Pecora, W.T. & Fahey, J.J. (1948a) Scorzalite and souzalite, two new phosphate minerals associated with brazilianite, Minas Gerais, Brazil. *Bulletin of the Geological Society of America*, **58**, 1216
- Pecora, W.T. & Fahey, J.J. (1948b) Scorzalite and souzalite, two new phosphate minerals associated with brazilianite, Minas Gerais, Brazil. *American Mineralogist*, **33**, 205.
- Pecora, W.T. & Fahey, J.J. (1948c) Scorzalita e souzalita, dois minerais fosfatados. *Mineração e Metalurgia*, **13**, 53-54.
- Pecora, W.T. & Fahey, J.J. (1949a) The Córrego Frio pegmatite, Minas Gerais: scorzalite and souzalite, two new phosphate minerals. *American Mineralogist*, **34**, 83-93.
- Pecora, W.T. & Fahey, J.J. (1949b) Scorzalite from South Dakota: a new occurrence. *American Mineralogist*, **34**, 685-687.
- Pecora, W.T., Kleppler, M.R., Larrabee, D.M., Barbosa, A.L.M., Frayha, R (1950) Mica deposits in Minas Gerais, Brazil. *U.S. Geological Survey Bulletin* **964-C**, 205-305.
- Phipson, T.L. (1870) On a mineral from San Paolo. *Chemical News*, **21**(529), 13

- Pires, F.R.M. (1995) A contribuição de Djalma Guimarães para o estudo da djalmaíta e os pegmatitos da Província de São João del Rei, Minas Gerais. *Revista da Escola de Minas, Ouro Preto*, **48**, 311-315.
- Piret, P. & Declercq, J.-P. (1978) Phurcalite. *Acta Crystallographica*, **B34**, 1677-1679.
- Polekhovskiy, Yu.S., Voloshin, A.V., Tarasova, I.P., Nikitin, S.A., Pakhomovskiy, Ya.a., Menshikov, Yu.P., Kretzen, Yu.L., Kolytscheva, T.I. (1991) Padmaite PdBiSe – A new selenide of palladium and bismuth from metasomatites of the southern Karelia. *Zapiski Vsesoyuznoye Mineralogichestogo Obshchestvo*, **120**, 85-88. (em russo)
- Pough, F.H. (1945) Simpsonite and the northern Brazilian pegmatite region. *Bulletin of the Geological Society of America*, **56**, 505-514.
- Pough, F.H. & Henderson, E.P. (1945a) Brazilianita, um novo fosfato mineral. *Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro*, **8**, 334.
- Pough, F.H. & Henderson, E.P. (1945b) Brazilianite, a new phosphate mineral. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **17**, 13-14.
- Pough, F.H. & Henderson, E.P. (1945c) Brazilianite, a new phosphate mineral. *American Mineralogist*, **30**, 572-582.
- Pough, F.H. & Henderson, E.P. (1946) Brazilianita, um novo fosfato mineral. *Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro*, **10**, 157-161.
- Povarennykh, A.S. (1972) *Crystal chemical classification of minerals*. v.2, 766p.
- Prior, G.T. (1896) On the chemical composition of zirkelite. *Mineralogical Magazine*, **11**, 180-183.
- Pudovkina, Z.V., Dubakina, L.S., Levedeva, L.S., Pyatenko, Yu.A. (1974) Study of Brazil zirkelite. *Zapiski Vsesoyuznoye Mineralogichestogo Obshchestvo*, **103**, 368-372. (em russo)
- Quensel, P. (1937) Minerals of the Varuträsk pegmatite. I. The lithium-manganese phosphates. *Geologiska Föreningens Förhandlingar*, **59**, 77-96.
- Radoslavich, E.W. (1982) Refinement of gorceixite structure in *Cm Neues Jahrbuch für Mineralogie. Monatsheft*, 446-464.
- Radoslavich, E.W. & Slade, P.G. (1980) Pseudo-trigonal symmetry and structure of gorceixite. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatsheft*, 157-170.

- Rammelsberg, C.F. (1847) *Handwoerterbuch des chemischen Theils der Mineralogie* (third supplement). Berlin, Alemanha.
- Rammelsberg, C.F. (1875) *Handbuch der Mineralchemie*. 2nd. Ed. , p.5.
- Rastsvetaeva, R.K., Borutzkii, B.E., Shliukova, Z.V. (1991) Crystal structure of Khibinian rinkite. *Soviet Physics Crystallography*, **36**, 349.
- Rastsvetaeva, R.K., Pushcharovsky, D.Yu., Atencio, D. - 1995 - Crystal structure of giannettite. *Kristallografia* **40**, 626-630 (em russo). *Crystallography Reports* **40**, 574-578 (em inglês).
- Rimann, E. (1925) Beiträge zur Mineralogie von Brasilien. I. Ein neues Mineral Kalkowskyn. *Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Palaontologie, Abteilung - Mineralogie und Petrographie, Stuttgart* (1), 18-24.
- Rimann, E. (1931) Über ein bemerkenswertes Vorkommen von Anatas, Zirkon und einen Vanadinniohat aus Nordbrasilien. (Beiträge zur Mineralogie von Brasilien II). *Neus Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaontologie. Beilageband Abteilung A - Mineralogie und Petrographie, Stuttgart*, **64**, 423-436.
- Rimann, E. (1932) Über den Kalkowskyn. Ergänzende Mitteilung. *Beiträge zur Mineralogie von Brasilien III. Sitzungsberichte und Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft. Isis in Dresden* (3), 114-117.
- Roberts, A.C, Chao, G.J., Cesbron, F. (1980) Lanthanite-(Nd), a new mineral from Curitiba, Paraná, Brazil. *Geological Survey of Canada* **80-1C**, 141-2.
- Rodd, E.H. (1918) *Journ. Soc. Chem. Industry*, **37**, 213 R
- Roedling, W. & Trommau, H.W. (1935) Maxixeberyll. II. Analyse und Beiträge zur Trennung Beryllium-aluminum un den Alkalien. *Zentralblatt für Mineralogie, Abt. A*, 134-139.
- Roeser, H. & Schürmann, K. 1990. The black palladiumgold of Ouro Preto, MG, Brazil. *Meeting International Mineralogical Association, 15, Beijing, China, Abstracts* **2**, 938-40
- Roeser, H., Schürmann, K., Tobschall, H.J. (1989) Ouro preto – ouro paladiado? *Simpósio de Geologia do Núcleo Minas Gerais, 5 / Simpósio de Geologia do Núcleo Brasília, 1, Anais*. 41-44.

- Roeser, H., Schürmann, K., Tobschall, H.J. (1991) The black palladiumgold of the Iron Quadrangle, Minas Gerais, Brazil. In "Brazil Gold'91 – The economics, geology, geochemistry and genesis of gold deposits". E.A. Ladeira, ed. p. 411-413.
- Roeser, H., Schürmann, K., Tobschall, H.J., Jordt-Evangelista, H. (1992) A história do ouro paladiado. *Congresso Brasileiro de Geologia, 37, São Paulo, Anais*. 8-9.
- Rolff, P.A.M.A. (1944) Contribuição ao estudo da calogerasita. *Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro*, **8**, 217-218.
- Rolff, P.A.M.A. (1948) Nota preliminar sobre um mineral do grupo eschwegeíta djalmaíta. *Revista da Escola de Minas, Ouro Preto*, **13(5)**, 49-51.
- Romé de l'Isle, J.B.L. (1772) *Essais de cristallographie*. Paris.
- Rösler, H. (1902) Über Hussakit (Xenotim) und einige andere gesteinsbildende Mineralien. *Zeitschrift für Kristallographie (Leipzig)*, **36**, 258-267.
- Ross, V. (1955) Studies of uranium minerals (XXI): Synthetic hydrogen-autunite. *American Mineralogist*, **40**, 917-919.
- Rossmann, G.R., Fritsch, E., Shigley, J.E. (1991) Origin of color in cuprian elbaite from São José da Batalha, Paraíba, Brazil. *American Mineralogist*, **76**, 1479-1484.
- Rouse, R.C., Dunn, P.J., Peacor, D.R., Liping Wang (1998) Structural studies of the natural antimonian pyrochlores. *Journal of Solid State Chemistry*, **141**, 562-569
- Rouse, R.C. & Peacor, D.R. (1968) The relationship between senaite, magnetoplumbite and davidite. *American Mineralogist*, **53**, 869-879.
- Saxe-Cobourg-Gotha, P.A. (1890) Sur la millérite de Morro-Velho, province de Minas Geraes (Brésil). *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de L'Académie des Sciences, Paris*, **111(25)**, 1001-1002.
- Schaller, W.T. (1918) *Mineral Foote-Notes, Philadelphia*, March, p. 2
- Schlossmacher, K. & Klang, H. (1935) Der Maxixeberyll. I. Zentr. Min., Abt. A, 37-44.
- Schorscher, H.D., Monteiro, M.M.G., Pérez Aguilar, A., Garda, G.M., Bohland, F., Neto, Schulz-Dobrick, B. (1992) Contribuição ao conhecimento da giannettita do Complexo Alcalino de Poços de Caldas, MG. *Boletim IG-USP, Publicação Especial* **12**, 105-107 (II Jornadas Científicas).

- Schorscher, H.D. & Shea, M.E. (1992) The regional geology of the Poços de Caldas alkaline complex: mineralogy e geochemistry of selected nepheline syenites e phonolites. *Journal of Geochemical Exploration* **45**, 25-51.
- Serdyuchenko, D.P. & Chayka, V.M. (1967) Geochemical history of phosphorus and barium during the genesis of carbonatite - like rocks and old residuum of the Chadobets Uplift. *Doklady Akademii Nauk SSSR*, **177**, 224-226.
- Seybert, H. (1824) Analyses of chrysoberyls from Haddam and Brazil. *American Journal of Science and Arts, New Haven, Series 1*, **8(1)**, 105-112.
- Shepard, C.U. (1852) *Treatise on Mineralogy*. 3rd. ed. v.1, p. 144.
- Shepard, C.U. (1857) *Treatise on Mineralogy*. 3rd. ed. v.2, p. 408.
- Shibayeva, R.P. & Belov, N.B. (1962) Crystal structure of rosenbuschite, $(Ca,Na)_3(Zr,Ti)[Si_2O_7](O,F)_2$. *Doklady Akademii Nauk SSSR, Earth Science Section*, **143**, 113-116.
- Shwab, R.G., Herold, H., Götz, C., Oliveira, N.P. (1990a) Compounds of the crandallite type: Synthesis and properties of pure goyazite, gorceixite and plumbogummite *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatsheft*, 113-126.
- Shwab, R.G., Herold, H., Götz, C., Oliveira, N.P. (1990b) Compounds of the crandallite type: Synthesis and properties of pure rare-earth element-phosphates. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatsheft*, 241-254.
- Silva, A.J.G.C. 1990. *Determinação da Estrutura Cristalina do Mineral de Urânio Furcalita e do (E) - 1 - (3', 4', 5' - trimetoxifenil) - 2 - nitropropeno por Difração de Raios X*. São Carlos. (Dissertação de Mestrado. Institute Fís. Quím. S. Carlos da USP).
- Silva, A.J.G.C., Mascarenhas, Y.P., Atencio, D., Neumann, R. 1990. Estrutura cristalina da furcalita, $Ca_2(UO_2)_3O_2(PO_4)_2 \cdot 7H_2O$. *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Cristalografia, 11, Campinas, Boletim de Resumos*, 39.
- Simonov, V.I. & Belov, N.V. (1960). The determination of the crystal structure of seidozerite. *Soviet Physics Crystallography*, **4**, 166-157.
- Simova, F., Kurat, G., Kracher, A., Brandstetter, F., Pabst, L. (1984) Uranium-titanium silicates from different types of uranium deposits. *Geochemistry, Mineralogy and Petrology (Bulgarian Academy of Sciences)*, **18**, 43-55 (em russo)

- Sinclair, W. & Ringood, A.E. (1981) Alpha-recoil damage in natural zirconolite and perovskite. *Geochemical Journal*, **15**, 229-243.
- Smith, A.E., Jr. (1995) Regional mineralogies of the world. *Mineralogical Record*, **26**, 113-134.
- Soubiès, F., Melfi, A.J., Delvigne, J. Sardela, I.A. (1991) Mobilidade do zircônio na bauxitização de rochas alcalinas do maciço de Poços de Caldas, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geociências* **21**, 17-22.
- Souza Carneiro, A.J. (1904) O carbonado. *Jornal de Notícias, Bahia*. 27 de outubro.
- Souza Carneiro, A.J. (1908) *Riquezas Minerárias do Estado da Bahia: Exposição Nacional de 1908, Rio de Janeiro*. Lith. Typ. Reis & Co., Bahia. 136 p.
- Steffens, H. (1824) *Handbuch der Oryktognosie*. Halle, Bd. 4 (supplemente), p. 671.
- Strunz, H. (1941) *Mineralogische Tabellen*. Akad. Verlag., Leipzig, 1st. ed., 287p.
- Strunz, H. (1956) Identität von Avenolit und Cyrilovit. *Neues Jahrbuch für Mineralogie. Monatsheft*, 187-189.
- Strunz, H. (1957) *Mineralogische Tabellen*. Akad. Verlag., Leipzig, 3rd. ed., 448p.
- Strunz, H. & Tennyson, Ch. (1966) *Mineralogische Tabellen*. Akad. Verlag., Leipzig, 4th. ed., 560p.
- Sturman, B.D., Mandarino, J.A., Mrose, M.E., Dunn, P.J. (1981) Gormanite, $\text{Fe}^{3+}_3\text{Al}_4(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, the ferrous analogue of souzalite, and new data for souzalite. *Canadian Mineralogist*, **19**, 381-387
- Svisero, D.P. (1976) Ocorrência de herderita no pegmatito de Sapucaia, município de Galiléia, Minas Gerais. *Ciência e Cultura* **28(7)**, 212.
- Svisero, D.P. & Atencio, D. (1993) Lanthanite-group minerals in Southern Brazil. *Two Day International Conference on Rare Earth Minerals: Chemistry, Origin and Ore Deposits, London, UK, Abstracts*, 134-136.
- Svisero, D.P. & Mascarenhas, Y. (1981) Dados químicos e cristalográficos da 'lantanita' de Curitiba, PR. *Simpósio Regional de Geologia, 3, Curitiba, Atas*, **1**, 295-304.
- Tarte, P. & Pâques-Ledent, M.Th. (1968) Spectre infrarouge et présence probable de l'ion hydroxonium dans des composés du type $\text{XPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ et $\text{XAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. *Bulletin de la Société Chimique de France (special issue)*, 1750-1756.

- Tavora, E., Fo. (1945) Constantes cristalográficas e formas da brasilianita. *Mineração e Metalurgia. Rio de Janeiro*, **8**, 373-375.
- Tavora, E., Fo. (1946) Duas orientações para a brasilianita. *Mineração e Metalurgia, Rio de Janeiro*, **11**, 67-68.
- Tavora, E., Fo. (1948) Resultados preliminares da análise radio cristalográfica da djalmaita. *Mineração e Metalurgia*, **13(74)**, 127.
- Tavora, E., Fo. (1949) Cela unitária e grupo espacial da djalmaita. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **21**, 337-350.
- Tavora, E., Fo. (1951a) Eschwegeíta e euxenita. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **23**, 119-128.
- Tavora, E., Fo. (1951b) Constantes reticulares da harttita. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **23**, 129-134.
- Tavora, E., Fo. (1955) X-ray diffraction powder data for some minerals from Brazilian localities. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **27**, 7-27.
- Taylor, G.J. & Heymann, D. (1971) The formation of clear taenite in ordinary chondrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **35**, 175-188.
- Taylor, M., Smith, R.W., Ahler, B.A. (1984) Gorceixite in topaz greisen assemblages, Silvermine area, Missouri. *American Mineralogist*, **69**, 984-986.
- Tennant, J. (1852) *Gems and Precious Stones*.
- Teufer, G. & Temple, A.K. (1966) Pseudorutile – a new mineral intermediate between ilmenite and rutile in the alteration of ilmenite. *Nature*, **211**, 179-181.
- Thompson, R.M. (1949) The telluride minerals and their occurrence in Canada. *American Mineralogist*, **34**, 342-382.
- Thomson, T. (1826) *Annals of Philosophy, London, new ser.*, **11**, 17.
- Thomson, T. (1831) Description and analysis of some minerals. *Royal Soc. Edinburgh, Transactions*, **10**, 444.
- Torrey, J. (1822) *New York Med. Phys. J.* **1**, 68
- Trescases, J.J. & Fortin, P. (1988) Mobilisation, fractionnement géochimique et accumulation de terres rares dans l'altération lateritique de sédiments argileuses au Brésil. *Programme PIRAT, Journée Scientifique, Paris*. Publication CNRS/INSU/ORSTOM, pp. 35-8.

- Trescases, J.J., Fortin, P., Melfi, A., Nahon, D. (1986) Rare earth elements accumulation in lateritic weathering of Pliocene sediments, Curitiba Basin (Brazil). *International Symposium Geochemistry Earth Surface, 1, Granada (Spain)*, 259-72.
- Tröger, W.E. (1969) *Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale, Teil 2, Textband*. Schweizerbart, Stuttgart.
- van der Veen, A.H. (1963) A study of pyrochlore. *Verhandel. Kon. Nederlands Geol. Mijnbouwkundig. Genootschap, Geol. Ser.*, **22**, 1-188.
- Varajão, C.A.C. (1994) *Evolution supergène de l'or riche en palladium de la Mine de Maquiné, Quadrilatère Ferrifère, Minas Gerais, Brésil*. Université de Marseille, Thèse Doctorat. 215p.
- Varajão, C.A.C., Fialin, M., Colin, F., Vieillard, P. (1998) Chemical composition including oxygen of an undefined Pd-Cu-bearing phase from Maquiné Mine, Minas Gerais Brazil, 16. *Geowissenschaftliches Lateinamerika-Kolloquium, Bayreuth, Alemanha*, 164-165.
- Varajão, C.A.C., Ramaidou, E., Colin, F., Nahon, D. (1996) Martitização: alteração supergênica da magnetita. *Revista Escola de Minas*, **49**, 18-20.
- Vencato, I., Mattievich, E., Mascarenhas, Y.P. (1989) Crystal structure of synthetic lipscombite: a redetermination. *American Mineralogist* **74**, 456-460.
- Vernadsky, V.I. (1908) *Opyt Opysatel. Mineral.*, p. 157.
- Vernadsky, V.I. (1914) *Essay Descriptive Mineralogy*. St. Petersburg, Pp. 128, 232, 262.
- Vieira de Mello, E.Z. (1969) Ocorrência de um sulfato hidratado de Al, Fe⁺⁺ e Mg – Ferrohalotriquita em Piripiri, Piauí. *Brasil, Ministério do Interior, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, Departamento de Recursos Naturais, Divisão de Geologia, Série Especial*, **10**, 1-50.
- Volborth, A., Tarkian, M., Stumpfl, E.F., Housley, R.M. (1986) Survey of the Pd-Pt mineralization along the 35 km strike of the J-M reef, Stillwater Complex, Montana. *Canadian Mineralogist*, **24**, 329-346.
- Waber, N. (1990) Mineralogy, petrology and geochemistry of the Poços de Caldas analogue study sites, Minas Gerais, Brazil. II. Morro do Ferro. *Poços de Caldas Report 3*, 121 p.

- Washington, H.S. (1914) An occurrence of pyroxenite and hornblendite in Bahia, Brazil. *American Journal of Science*, **38**, 79-90.
- Weiss, A., Harte, K., Hofmann, U. (1957) Zur Kenntnis von Mono-hydrogen-uranyl-phosphat $\text{HUO}_2\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ und Monohydrogen-uranylarsenat $\text{HUO}_2\text{AsO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. *Zeitschrift für Naturforschung*, **12b**, 669-671.
- Wernekinck, F.C.G. (1824) Ueber den Sideroschisolith von Congonhas do Campo in Brasilien. *Annalen der Physik und Chemie*, **1**, 387-396.
- Werner (1789) *Bergmaennisches Journal, Freiberg*, 373, 387.
- White, J.S. (1990) Zoned eosphorite from Lavra da Ilha, Taquaral District, Minas Gerais, Brazil. *Mineralogical Record* **21**, 418-422.
- Wild, G.O. (1933) Mitteilung über ein anscheinend neues Beryllium-silikat. *Centr. Min. Abt. A*. 38-39.
- Williams, C.T. & Gieri, R. (1996). Zirconolite: a review of localities worldwide, and a compilation of its chemical composition. *Bulletin of the Natural History Museum, London - (Geology)*, **52**, 1-24.
- Winchell, A.N. (1964) *Elements of optical mineralogy*. 4th. Edition. Part II. Description of minerals. Wiley, New York.
- Wollaston, W.H. (1804) On a new metal, found in crude platina. *Philosophical Transactions Royal Society London*, **94**, 419-430.
- Wollaston, W.H. (1805) On the discovery of palladium; with observations on other substances found with platina. *Philosophical Transactions Royal Society London*, **95**, 316-330.
- Wollaston, W.H. (1809) On platina and native palladium from Brasil. *Philosophical Transactions Royal Society London*, **99**, 189-194.
- Yardley, K. (1926) The structure of baddeleyite and of prepared zirconia. *Mineralogical Magazine*. **21**, 169-175.
- Zang, W., Fyfe, W.S., Barnett, R.L. (1992) A silver-palladium alloy from the Bahia lateritic gold deposit, Carajás, Brazil. *Mineralogical Magazine*, **56**, 47-51.

- Zav'yalov, E.N. & Begizov, V.D. (1983) New data on the constitution and nomenclature of the sulfotellurides of bismuth of the joseite group. *Zapiski Vsesoyuznoye Mineralogichestogo Obshchestvo*, **112**, 589-601 (em russo).
- Zenzén, N. (1925) *Geologiska Föreningens Förhandlingar*, **47**, 325.
- Zepharovich, F. (1875) *Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien*, **71**, 276.
- Zhang, P. & Tao, K. (1986) *Bayan Obo Mineralogy*. (In Chinese). 208 pp.
- Ziegler, V. (1914) The minerals of the Black Hills, South Dakota. *School of Mines Bulletin (Department of Geology and Mineralogy)*, **10**, 192-194.
- Zincken, J.C.L. (1819) Beschreibung einiger Brasilianischer Mineralien. *Journal für Chemie und Physik*, **26**, 372-379.
- Zubkova, N.V., Pushcharovsky, D.Yu., Atencio, D., Arakcheeva, A.V., Matioli, P.A. The crystal structure of lewisite, $(\text{Ca}, \text{Sb}^{3+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al}, \text{Na}, \text{Mn}, \square)_2(\text{Sb}^{5+}, \text{Ti})_2\text{O}_6(\text{OH})$. *Journal of Alloys and Compounds* (submitted).

Índice de nomes de minerais

ágata cera	162	arupite	100
ágata Umbu	162	atenasita	25, 28
AgPd	12	atheneíta	25, 28
água-marinha do Brasil	141	atheneite	25, 28
água-marinha maxixe	159	atheneïte	25, 28
água-marinha Santa Maria	159	Au ₃ Hg	13
Alaunerde + Kieselerde	46	avelinoíta	120, 127
"altered microlite"	56	avelinoite	120, 127
alumina + sílica	46	bahiaíta	81
alvarolita	72	bahianita	81
alvarolite	72	bahianite	81
amálgama de ouro	13	barbosalita	120, 126
amazonita	162	barbosalite	120, 126
amazonite	162	báριο-hamlinita	114
ametista verde	163	bariomicrolita	54
anthosiderite	164	bariomicrolite	54
antossiderita	164	Barium-Hamlinite	114
arrojadita	114	barium-hamlinite	114
arrojadite	114	berilo maxixe	159
arseniato de Ba e Fe	139	berkeyíta	120
arseniato de Bi	140	berkeyite	120
arseniato de Pb e Fe	140	Bismuthotellurites	20
arseniato de Sn e Fe	140	Brasiliensis	
arseniatos não identificados de Ba, Bi, Pb e Sn	139	black gold	5
arsenopaladinita	25, 26	bornine	20
arsenopalladinite	25, 26	Bornit	20
arupita	100	brasilianita	116, 117
		brasilianite	116, 117
		brasilinita	163
		brasilita	84, 85

brazilianita	86, 116, 117	chrysoberyllo	46
brazilianite	86, 116, 117	cimofana	46
brazilita	84, 85	clausenita	86
brazilite	84, 85	clausenite	86
calcovskita	70	clear taenite	16
calcovsqita	70	compostos de Pt-Pd-Au-Cu- Fe-Mn contendo oxigênio	40
caldasita	84	coutinhita	93
caldasite	84	coutinhite	93
calogerasita	82	coutinita	92
calogerasite	82	coutinite	92
camposita	110	crisoberilo	46
carbão	16	crisólita	46
carbonado	16	crisólita brasileira	160
carbonato	16	crisólita do brasil	46, 160
carbonita	16	crisólita-do-brasil	46
carbono	16	cuprian elbaite	160
castelnaudita	98	cuprian-elbaite	160
castelnaudite	98	cupro-elbaíta	160
Catarinit	16	cymophana	46
catarinita	16	cymophane	46
catarinite	16	derbilite	62
catharinita	16	derbylita	62
chalmersita	23	derbylite	62
chalmersite	23	diamante amorpho	16
chavesita	98	diamante negro	16
chavesite	98	djalmaíta	52
chernikovita	133	djalmaite	52
chernikovite	133	echwegeita	73
chrysoberyl	46	Eisenoxyd	47
chrysoberyll	46		

eschwegeíta	73	geraesite	113
eschwegeite	73	giannetita	147
eschwegita	73, 88, 164	giannetite	147
eschwegite	73, 88, 164	giannettita	147
esmeralda brasileira	143, 160	giannettite	147
esmeralda do brasil	143, 160	goiaíta	104
euclase	142	goiasita	104
euclásio	142	gold amalgam	13
euclasita	142	gonzagaíta	166
eunicita	162	gonzagaite	166
eunicite	162	gorceixita	107
faheyíta	120, 123	gorceixite	107
faheyite	120, 123	goyasita	104
faheylite	120, 123	goyazita	104
favas de titânio	69	goyazite	104
fer titané tantalifêre	48	guimarãesita	74
ferrazita	110	guimarãesite	74
ferrazite	110	halbanita	159
ferrohalotrichite	96	harborita	101
ferrohalotriquita	96	Harbortit	101
florencita	106	harbortita	101
florencita-(Ce)	106	harbortite	101
florencite	106	Harttit	96
florencite-(Ce)	106	harttita	96
fluornatromicrolita	62	harttite	96
fluornatromicrolite	62	heitorita	160
frondelita	120, 122	heitorite	160
frondelite	120, 122	hidrogênio autunita	133
gelo	166	hussakita	99
geraesita	104, 113	hussakite	99

hydrogen autunite	133	Krisoberil	46
imperial topaz	142	lantanita	88, 92, 93
iridian osmium	14	lantanita-(La)	88, 93
irídio	14	lantanita-(Nd)	88, 92
iridium osmié	14	lanthanite-(La)	88, 93
Irid-Osmin	14	lanthanite-(Nd)	88, 92
iridosmina	14	lavrita	16
iridosmine	14	lewisita	58
isomertieíta	25	lewisite	58
isomertieíta	30	lipscombite	120, 128
isomertieite	30	lipscombite	120, 128
jade colorado	162	malacacheta	161
jade da amazônia	162	Martit	47
jade do brasil	162, 163	martita	47
joseíta	18, 20	martite	47
joseíta-A	18, 20	maxixe-aquamarine	159
joseíta-B	18, 21	maxixe-beryl	159
joseite	18, 20	Maxixeberyll	159
joséite	18, 20	“microlita alterada”	56
josëite	18, 20	minasgeraisita	143
joseite-A	18, 20	minasgeraisita-(Y)	143
joséite-A	18, 20	minasgeraisite	143
josëite-A	18, 20	minasgeraisite-(Y)	143
joseite-B	18, 21	minasita	86
joséite-B	18, 21	minasite	86
josëite-B	18, 21	mineral complexo de Os-Re-As-Te-Fe-Y-Rh	24
kalkowskita	70		
kalkowskite	70	mineral X	134, 138
kalkowskyn	70	mineral Zr-D	147
kolkowoskynita	70	moraesita	120, 124

moraesite	120, 124	óxido de paládio e cobre	35
natif osmium	14	óxidos de paládio contendo cobre, isótopos	39
neodimita	92, 93		
neodymite	92, 93	óxidos e hidróxidos de Ru e Ir	43
ocre de paládio	35		
ouro preto	5	paladinita	35
oliveiraíta	85	paládio	8
oliveiraite	85	paladseíta	25, 32
oliveirita	85	palladian gold	6
ore of iridium	14	palladian platinum	11
oro branco	6	palladiated gold	6
orvilita	141	palladic platinum	11
orvillita	141	palladiferous gold	6
orvillite	141	paladinita	35
OsAs ₅	24	palladinite	35
ósmio nativo	14	palladio	8
osmirídio	14	palladite	35
osmiridium	14	palladium	8
Osm-Iridium	14	palladium gold	6
OsRhAsS	24	palladiumgold	6
OsRuAs	24	palladium-ochre	35
ouro branco	6	Palladiumocker	35
ouro cinzento	6	Palladiumoxydul	35
ouro com paládio	6	Palladiumplatin	11
ouro negro	5	palladseite	32
ouro paladiado	6	palladseite	32
ouro palladiado	6	parabariomicrolita	56
ouro podre	6	parabariomicrolite	56
ouro preto	5	Paraiba tourmaline	160
ouro-paládio	6	paredrita	69

paredrite	69	safira brasileira	142, 161
paulistanita	165	safira do Brasil	142
Pd ₂ Fel	34	Schwefelselen-tellurwismuth	20
Pd ₅ (Cu,As)O ₃	39	scorzalita	116, 119
pennaíta	158	scorzalite	116, 119
pennaite	158	seleneto de paládio e bismuto	24
peridina	163	Senaït	48
peridoto brasileiro	161	senáita	48
piridina	163	senaite	48
platina palladiada	11	sideroschisolite	161
porpecita	6	Sideroschisolith	161
Porpezit	6	siderosquisolita	161
porpezita	6	silver-palladium alloy	12
porpezite	6	sousalita	116, 118
“prata”	6	souzalita	116, 118
pseudorutile	70	souzalite	116, 118
pseudo-rutilo	70	staringita	75
quartzo da Bahia	163	staringite	75
quartzo de Minas	163	tantal-aeschynita-(Ce)	76
quintinita-2H	94	tantalaeschynita-(Y)	76
quintinite-2H	94	tantal-aeschynite	76
reitingerita	84	tantalaeschynite-(Y)	76
reitingerite	84	tantal-aeschynite-(Y)	76
ribeirita	141	tântalo-esquinita-(Y)	76
ribeirite	141	tavorita	120, 125
rijkeboerita	54	tavorite	120, 125
rijkeboerite	54	Tellurbismuth	20
romeíta rica em Na	61	tellure bismuthifère du Brésil	20
RuO ₄	44	tellure de bismuth	20
RuTeAs	24	tellurure de bismuth du Brésil	20

Tellurwismuth	20	uranmicrolite	52
telureto de bismuto do Brasil.	20	uran-microlite	52
tetrataenita	16	Uran-Mikrolit	52
tetrataenite	16	uranomicrolita	52
thelline	145	Vanadinniobat	71
thellita	145	vanadoniobato de Y e	71
thellite	145	elementos de terras-raras	
Ti ₃ (UO ₂) ₃ SiO ₈	158	whiteíta	129, 130, 131
Titan-favas	69	whiteíta-(CaFeMg)	129, 130
topázio Bahia	163	whiteíta-(MnFeMg)	129, 131
topázio brasileiro	142	whiteite	129, 130, 131
topázio imperial	142	whiteite-(CaFeMg)	129, 130
topázio Palmira	163	whiteite-(MnFeMg)	129, 131
topázio Rio Grande	164	yanomamita	138
trauirita	101	yanomamite	138
trifana do Brasil	161	yttria silicate (of Damour)	145
tripuhyíta	64	yttrium silicate (of Damour)	145
tripuhyite	64	Y-Vanadiumniobat	71
tripuhyte	64	zanazziíta	129, 132
tripuíta	64	zanazziite	129, 132
turmalina da Paraíba	160	zircita	84
turmalina Paraíba	160	zirconium oxide	84
unnamed mineral of Guimarães (1926b)	74	Zirconoxyd	84
unnamed palladium-bismuth selenide	24	zirkelita	66
		zirkelite	66
		zirkita	84, 85
unnamed uranium-titanium silicate	158	zirkite	84, 85
unnamed uranyl phosphate	134		
uranmicrolita	52		