

Boletim IG, Instituto de Geociências, USP. V. 11: 21-30, 1980
O METEORITO ITAPURANGA, GOIÁS, E OS SIDERITOS BRASILEIROS

D.P. SVISERO
Departamento de Mineralogia
e Petrologia

S.E. AMARAL
Departamento de Geologia
Geral

C.B. GOMES
Departamento de Mineralogia
e Petrologia

ABSTRACT

The Itapurunga, Goiás State, Brazil ($50^{\circ}9'$ longitude W and $15^{\circ}35'$ latitude S), meteorite was found at the farm of Curral de Pedra, located 18 km West from the city of Itapurunga. This iron, measuring $75 \times 65 \times 43$ cm, exhibits shallow depressions and a dusty appearance on the surface. It weighs 628 kg and has an apparent density of 7.5. Kamacite and taenite are the major minerals, being tiny and irregular fragments of schreibersite (also rhabdite) less abundant. On the structural basis, Itapurunga is classified as a typical coarse octaedrite (bandwidth, 1.5 mm), which shows characteristic Widmanstätten plus Neumann lines when etched by acid. Chemical data (Ni, 6.6%; Ga, 96.9 ppm; Ge, 478 ppm; Ir, 2.8 ppm) allow to place it into the Group IA of the metal-rich meteorites. The main mass is on display at the Museum of the Institute of Geosciences, University of São Paulo, Brazil.

RESUMO

O meteorito Itapurunga (longitude $50^{\circ}9'$ W, latitude $15^{\circ}35'$ S), Estado de Goiás, Brasil, foi encontrado na Fazenda Curral de Pedra, distante 18 km a oeste da cidade de Itapurunga. O meteorito, medindo $75 \times 65 \times 43$ cm, apresenta superfície externa oxidada, com abundância de depressões côncavas. O peso é de 628 quilos e sua densidade aparente de 7,5. Mineralogicamente, kamacita e taenita, ocorrendo interpenetrados de forma irregular, numa textura em mosaico, são os principais constituintes. Pequenos e irregulares fragmentos de schreibersita, também sob a forma de rhabdita, aparecem subordinadamente. Do ponto de vista estrutural, o siderito é um típico octaedrito grosseiro (largura da lamela de kamacita, 1,5 mm), exibindo, uma vez atacado por ácido, as características linhas de Widmanstätten e Neumann. Dados químicos (Ni, 6,6%; Ga, 96,9 ppm; Ge, 478 ppm; Ir, 2,8 ppm) permitem enquadrá-lo dentro do Grupo IA dos sideritos. O Itapurunga pertence ao acervo do Museu do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

INTRODUÇÃO

A finalidade desta nota preliminar é descrever sucintamente um meteorito siderítico encontrado ao acaso em uma fazenda localizada no município de Itapurunga, GO, distante 156 km a N40W da cidade de Goiânia. A fazenda, denominada Curral de Pedra, situa-se a 18 km a oeste da referida localidade, sendo propriedade do Sr. Milton Antonio Rodrigues. As coordenadas do local da queda

são as seguintes: $50^{\circ}9'$ de longitude oeste e $15^{\circ}35'$ de latitude sul. A altitude aproximada é de 650 metros. O artigo visa ainda reunir algumas informações, particularmente de natureza química, sobre outros sideritos brasileiros presentemente conhecidos.

O meteorito foi encontrado semi-enterrado, pela esposa do proprietário, aflorando apenas pouco mais de um palmo (Foto 1). A peça foi adquirida pelo Sr. Vasilio Semenov, que a transportou a São Paulo e, posterior-



Foto 1 — Local da queda do meteorito Itapuranga, com a fotografia possibilitando uma visão da topografia, vegetação e natureza do solo adjacente.

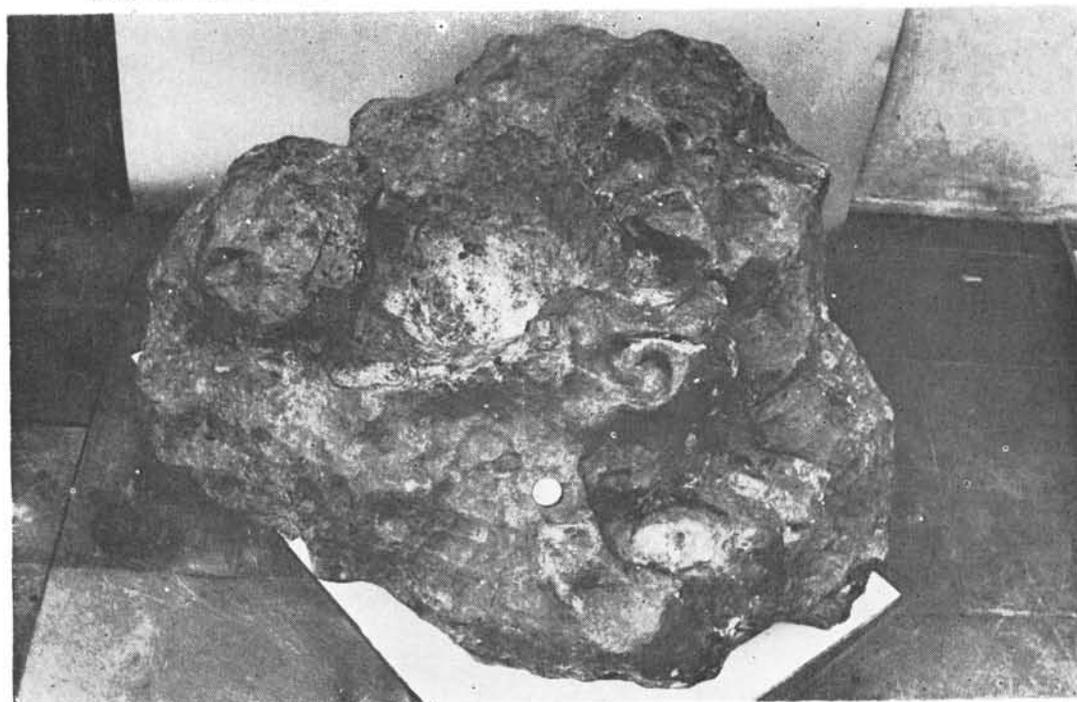


Foto 2 — Massa principal do meteorito Itapuranga, sendo visíveis as depressões (sulcos regmaglipticos) e outras irregularidades superficiais.

mente, a vendeu ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. Graças a auxílio financeiro concedido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, foi possível a sua compra e a viagem dos autores à região, a fim de se estudar o local da queda.

CONDIÇÕES LOCAIS

Observações de campo indicam que o meteorito Itapuranga caiu sobre um solo argilo-arenoso proveniente da alteração de gnaisses antigos pertencentes ao embasamento cristalino.

Após a retirada do meteorito, os antigos proprietários ainda escavaram quase dois metros de profundidade, com o propósito de procurar novos fragmentos. Tal escavação prestou-se à observação do solo local. Trata-se de um

solo imaturo, tipo salmourão, quartzoso, rijo e compacto, de coloração cinza clara. Aham-se presentes alguns fragmentos decimétricos de anfibolito pouco decomposto. Esta rocha ocorre nas imediações associada à litologia regional dominante, um gnaisse leucocrático nitidamente xistoso e de granulação grossa, entre 2 a 5 mm, com freqüentes veios de quartzo. Abaixo desse solo, cuja espessura é de pouco mais de meio metro, passa-se ao horizonte C, de coloração rósea pálida, mais compacto que a parte superior, mas facilmente desagregável.

Como se vê na Foto 1, o local é alto, susceptível de ser denudado lentamente. Considerando-se o grau reduzido de limonitização à superfície do meteorito, juntamente com as condições do solo descritas, supõe-se ter sido mínima a sua penetração. Acredita-se, ainda, com as devidas ressalvas, que a sua queda tenha ocorrido há um tempo relativamente pequeno, talvez menos de um

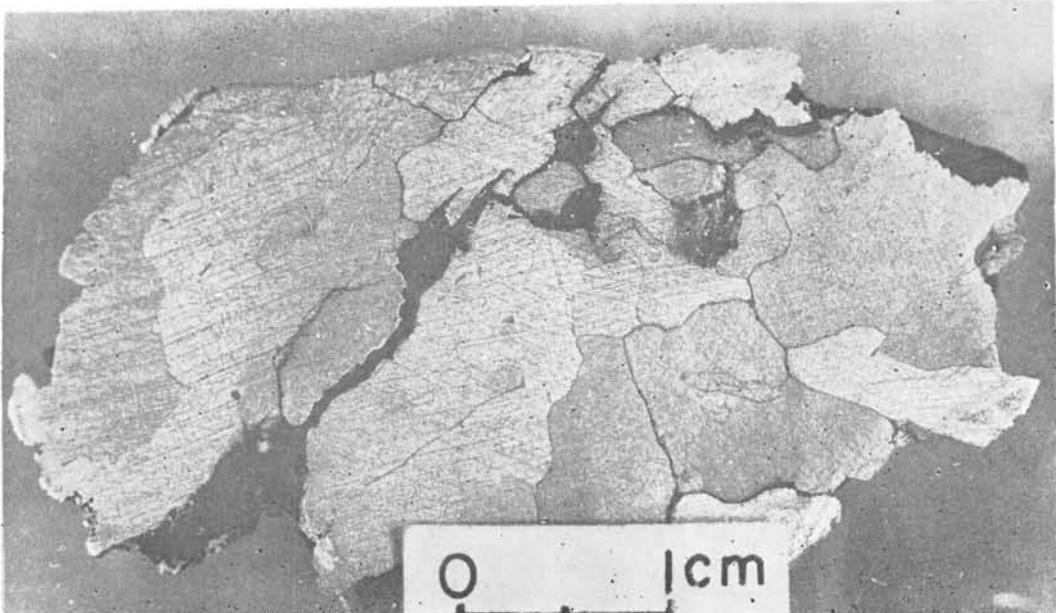


Foto 3 — Secção pólida e corroída por HNO_3 do meteorito Itapuranga, com destaque para o padrão de intercrescimento mineralógico (estruturas de Widmanstätten e de Neumann) formado pelas linhas que se entrecruzam de kamacita e taenita.

século, A pluviosidade da região, de cerca de 1.400 mm por ano, favoreceria uma decomposição intempérica relativamente rápida, o que não se nota no material examinado. Numa hipótese contrária, na qual teria sido maior a penetração do meteorito no solo, poder-se-ia ponderar sobre a pequena taxa do processo de denudação, tendo em vista a vegetação protetora existente no local. Nesta última hipótese, o intemperismo teria sido mais intenso, visto ter atuado por mais tempo. A natureza arenosa do solo favoreceria a penetração das águas vadasas, e a oxidação à sua superfície teria sido mais pronunciada. É pequena a quantidade de limonita, mais concentrada no interior das cavidades observadas na Foto 1, em virtude da retenção da água. Não se nota qualquer limonitização no solo adjacente ao local da queda, ao contrário do sucedido com outros sideritos, como, por exemplo, o Hoba, África do Sul, o maior de todos os meteoritos. Este teria inicialmente 90 toneladas, passando posteriormente a 60 graças sobretudo à limonitização, com a limonita impregnando o solo adjacente.

CARACTERES GERAIS

Nas partes mais salientes do Itapuranga, registra-se a presença de magnetita na forma de delgada película à superfície. Muito embora esse material possa ter sido formado por processos intempéricos, é possível que se trate de restos da crosta de fusão ainda conservada em parte, e irregularmente espalhada sobre porções diversas da superfície saliente do meteorito.

A peça em estudo apresenta-se nitidamente magnética e dotada de magnetismo polarizado. Um dos lados do meteorito desvia de mais de 40° uma das pontas da Brunton, enquanto que o lado oposto atrai a ponta contrária com a mesma intensidade. A uma distância de 40 cm já se inicia o desvio da agulha magnética. Em alguns locais caoticamente distribuídos não se observa o magnetismo, que certamente não tem qualquer relação com a suposta crosta de fusão de magnetita.

As dimensões do meteorito Itapuranga são 75x65x43 cm, em direções aproximadamente ortogonais, e a massa é de 628 quilos. Os sulcos regmaglípticos acham-se bem evidenciados na Foto 2, aparecendo como caráter mais notável a intensidade das reentrâncias e a irregularidade na distribuição das concavidades.

Sua estrutura interna foi identificada por meio do ataque sobre um fragmento de 45x30 mm, mergulhado em solução alcoólica de ácido nítrico a 20%. Após 15 minutos de ataque, destacou-se prontamente a estrutura formada de cristais centimétricos de kamacita, de coloração acizentada bem pálida e muito brilhante, intercrescidos com cristais mais escuros e mais atacados, caracterizando a taenita. O brilho de ambos muda para um brilho mais baço de modo alternado, dependendo do ângulo de incidência da luz. Como visto na Foto 3, os cristais acham-se interpenetrados de maneira irregular, numa textura em mosaico. Outro mineral identificado foi a schreibersita, que ocorre também sob a forma da rhabdita. São relativamente comuns, reconhecíveis pela coloração bronzeada clara, aparecendo na forma de pequenas lentes submilimétricas ou vênulas irregulares de 0,1 a 0,2 mm de largura por 8 a 10 mm de comprimento. Outras vezes, são equidimensionais e de formas irregulares, de cerca de 0,2 a 0,3 mm de tamanho.

Do ponto de vista estrutural, o meteorito é classificado como um octaedrito grosseiro, guardando similaridade, segundo o Prof. W.S. Curvello, com o siderito denominado Santa Luzia, também de Goiás. A similaridade diz respeito ao teor de níquel e à presença de schreibersita. Contudo, os valores obtidos para alguns elementos traços (Tabelas 2 e 3) evidenciam claramente que se trata de dois meteoritos distintos.

Na Foto 3, nota-se também a presença de linhas formando ângulos variáveis, de 30 a 40°, correspondendo ora às linhas de Neumann, nas áreas onde predomina a kamacita, ora às de Widmanstätten, onde é maior o teor de níquel.

Em raros casos, não se observa o ângulo formado pelas linhas ortogonais. A largura aparente das faixas varia desde 50 microns

TABELA 1

Relação dos sideritos brasileiros

	Peso (Kg)	Queda	Achado	Ano	Estado	Referências
Hexaedritos			X	?	RJ	Axon e Waine (1971)
	6,175		X	1925	MG	Guimarães (1958)
	32	X	X	?	MG	Curvello (1954)
	2,56		X	?	MG	Curvello (1954)
	9,026		X	1918	MG	Curvello (1951)
Barbacena			X	1784	BA	Derby (1888)
Bendegó	5.360		X	1947	RJ	Curvello (1950c)
Casemiro de Abreu	24,2		X	1909	CE	Curvello (1950 b)
Cratheús	27,5		X	1977	GO	Este trabalho
Itapuranga	628		X	?	MG	Curvello (1961)
Itutinga	> 60		X	?	GO	Curvello (1971)
Nova Lima			X	1934	MG	Curvello (1952)
Pará de Minas (Palmital)	112	X	X	?	MG	Curvello (1971)
Patos	0,019		X	1922	MG	Spencer (1930)
Piedade do Bagre	59		X	?	GO	Ribeiro e Rodrigues (1972)
Sanclerlândia	276		X	1927	GO	Meen (1939) e Curvello (1950a)
Santa Luzia	3.563		X	?	MG	Curvello (1971)
São João de Nepomuceno	15		X	?	GO	Curvello (1971)
Veríssimo			X	?	GO	Curvello (1971)
Ataxito			X	1875	SC	Axon e Smith (1972)
Santa Catarina			X	1875	SC	Axon e Smith (1972)

a 0,5 mm, enquanto que a largura das linhas responsáveis pela existência das faixas situa-se entre 20 e 40 microns, correspondendo aos sulcos desenvolvidos sobre a superfície polida (Foto 3). Estas linhas perduram junto à borda do fragmento, fato que não ocorre quando o aquecimento produzido pelo atrito com a atmosfera é superior a 900°C (Krinov, 1960). Tudo indica que no fragmento cortado ainda se conserva a crosta original de fusão, cuja cor do traço é idêntica à da magnetita. Acredita-se que isso possa ter lugar nos meteoritos de tamanho maior, como é o caso presente. A menor superfície de contacto e a maior dissipação térmica pelo corpo do meteorito certamente impediram um aquecimento mais pronunciado. Assim sendo, não foi atingida a temperatura suficiente para que se desse o desaparecimento das linhas de Neumann.

CLASSIFICAÇÃO

A Tabela 1 apresenta a relação dos sideritos brasileiros presentemente conhecidos, aparecendo o Itapurunga como a mais recente dessas descobertas. Como mencionado, esse meteorito, a exemplo da maior parte dos metálicos, não teve a sua queda observada, mas sim foi encontrado casualmente. O grupo dos hexaedritos desponta como o mais problemático, com pelo menos duas grandes dúvidas persistindo. A julgar pelos teores de diversos elementos traços (Co, Ni, Cu, Ga, Ge, As, W, Re, Ir e Au; dados completos em Kracher *et al.*, em preparação; parciais, ver Tabela 3), Angra dos Reis (Pseudo Angra dos Reis) e Pirapora parecem representar o mesmo meteorito, com recomendação para a utilização do segundo nome como o oficial, tendo-se em vista a existência do já mundialmente consagrado acondrito Angra dos Reis. Por outro lado, o teor mais alto em Ir (43 ppm), quando comparado ao obtido para aqueles dois meteoritos, em torno de 30 ppm, leva a crer que Córrego do Areado (Patos de Minas) é um hexaedrito independente, conquanto a precariedade das informações relativas ao seu histórico. Da tabela não constam os meteoritos Palmas de Monte Alto, Bahia, e Gouvêia, Minas Gerais,

este último caído em dezembro de 1979, que sequer foram objeto ainda de investigações preliminares.

A classificação dos meteoritos metálicos, que até alguns anos vinha sendo feita com base em critérios estritamente estruturais (largura de lamela de kamacita), sofreu completa reformulação na última década, com o resultado dos trabalhos desenvolvidos por J.T. Wasson e colaboradores. Coube a este autor (Wasson, 1967, 1969, 1970; Wasson e Kimberlin, 1967; além de outros artigos), a tarefa pioneira de introduzir uma sistemática genética de classificação, onde se prevê a combinação de diversos parâmetros químicos (concentrações de Ni, Ga, Ge e Ir) em adição aos de natureza estrutural. Com base nesses dados, os sideritos foram classificados em 15 grupos diferentes, com os IA, IIA, IIIA e IVA correspondendo a 59% do total. Dentre eles, os grupos IA e IIIA surgem como os de maior frequência, respectivamente, 17,1 e 24,9% (Wasson, 1974).

Dados químicos referentes aos elementos Ni, Ga, Ge e Ir para o meteorito Itapurunga (Kracher *et al.*, em preparação) acham-se reunidos na Tabela 2, juntamente com os valores médios para os quatro grupos citados acima. Da tabela constam ainda o intervalo de variação para a largura da lamela de kamacita e os tipos estruturais propostos por Buchwald (1975). As concentrações de Ga, Ge e Ir foram obtidas por análise de ativação neutrônica, enquanto que o Ni foi determinado por absorção atômica. Os altos teores em Ga e Ge não deixam quaisquer dúvidas quanto à inclusão do meteorito Itapurunga no Grupo IA dos sideritos. Da mesma forma, as concentrações de Ir e Ni são compatíveis com esse grupo.

Uma visualização do exposto é dada pela Fig. 1, extraída de Wasson (1974), onde encontram-se delimitados, com base nos pares Ge-Ga e Ge-Ni, os campos composicionais correspondentes aos 15 grupos de meteoritos metálicos. Itapurunga cai rigorosamente dentro do campo IA, enquanto que os demais sideritos brasileiros, cujos dados químicos constam da Tabela 3, ocupam campos os mais diversos. Como esperado, alguns dos meteoritos listados na tabela (em particular, Barbacena, São João do Nepomuceno e Santa Catarina) mostram

TABELA 2

Concentrações dos elementos Ni (%) e Ga, Ge e Ir (ppm) no meteorito Itapuranga (cf., Kracher *et al.*, em preparação) e em diferentes grupos de sideritos (cf., Wasson, 1974)

	Ni	Ga	Ge	Ir	LLK*	Classif. estr. **: *
Itapuranga	6,6	96,9	478	2,8	1,5	Og
Grupo IA	6,4-8,7	55-100	190-520	0,6-5,5	1,0-3,1	Om-Ogg
Grupo IIA	5,3-5,7	57-62	170-185	2-60	> 50	H
Grupo IIIA	7,1-9,3	17-23	32-47	0,17-19	0,9-1,3	Om
Grupo IVA	7,4-9,4	1,6-2,4	0,09-0,14	0,4-4	0,25-0,45	Of

* Largura, em mm, da lamela de kamacita.

** H, hexaedritos; Ogg, octaedritos muito grosseiros; Og, octaedritos grosseiros; Om, octaedritos médios; Of, octaedritos plessífticos; D, ataxitos.

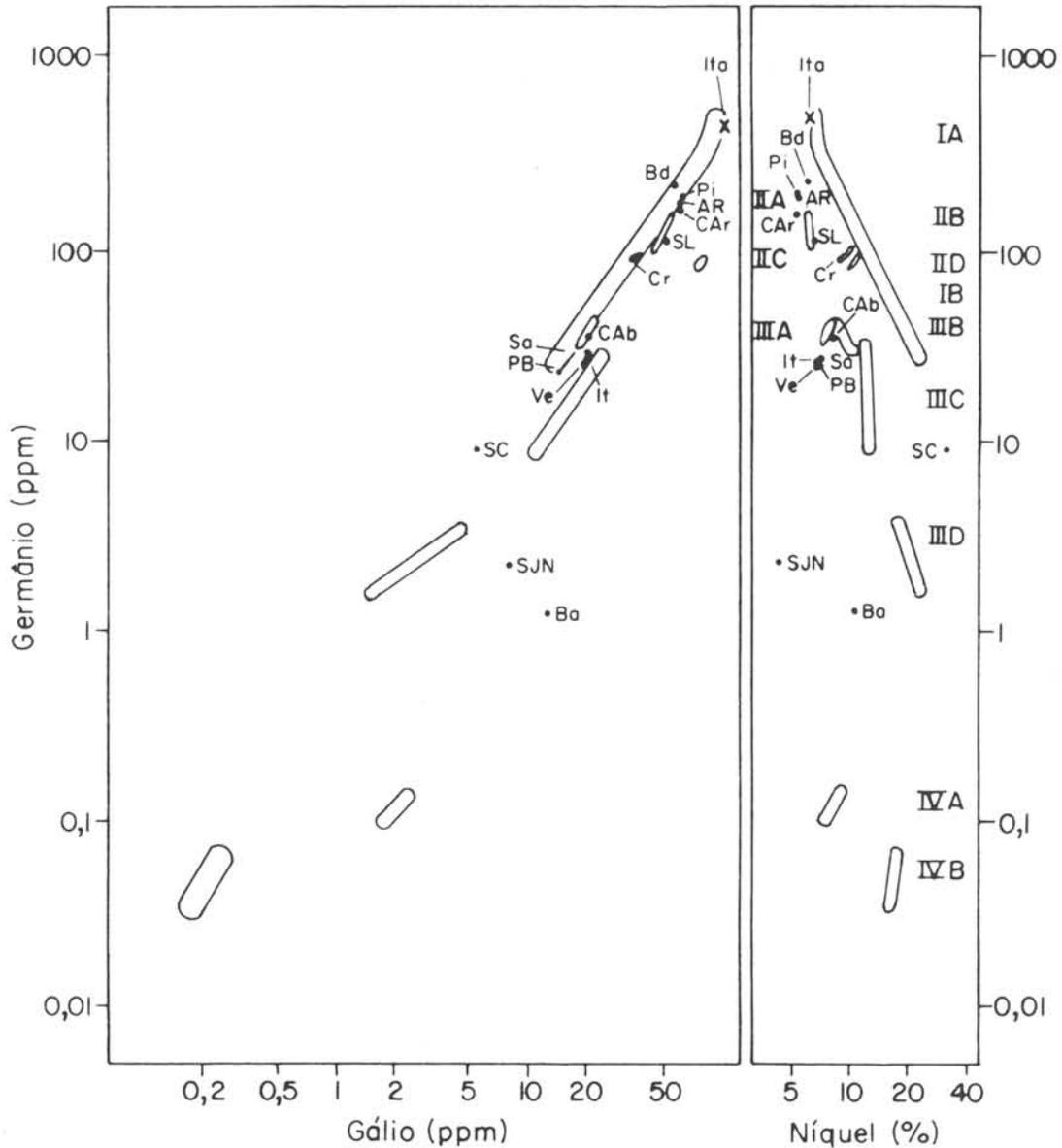


Fig. 1 — Diagramas reunindo os pares Ge-Ga e Ge-Ni para os 15 grupos de sideritos (cf., Wasson, 1974). Os pontos correspondem aos meteoritos brasileiros listados na Tabela 3. Itapuranga acha-se representado no gráfico por uma cruz.

comportamento anômalo, dificultando, assim, o seu enquadramento dentro dos grupos químicos estabelecidos por Wasson (1974).

AGRADECIMENTOS

Estes são devidos ao Professor W.S.

Curvello do Museu Nacional do Rio de Janeiro pela colaboração prestada no trabalho microscópico, bem como ao Senhor Vasílio Semenov, cujo empenho possibilitou aos autores a aquisição da peça. Agradecimentos são também extensivos à FAPESP pela concessão de auxílio financeiro (DPS, Geologia 79/1282).

TABELA 3

Classificação química e estrutural, e concentrações dos elementos Ni (%), Ga, Ge e Ir (ppm) em diversos sideritos brasileiros

	Classif. química	Classif. estrut.	LLK*	Ni	Ga	Ge	Ir	Referências
Angra dos Reis (Pseudo Angra dos Reis)	IIA	H		5,48	57,2	188	29	Wasson (1974)
Córrego do Areado***	IIA	H		5,3	59,8	170,0	43	Kracher <i>et al.</i> (em preparação)
Pirapora	IIA	H		5,31	59,5	190,5	28	Kracher <i>et al.</i> (em preparação)
Barbacena	An**	Opl	0,12	11,0	12,8	1,2	2,94	Kracher <i>et al.</i> (em preparação)
Bendegó	An**	Og	1,8	6,39	54,0	234	0,20	Wasson (1970)
Casemiro de Abreu	IIIA	Om	1,3	8,40	20,9	41,0	0,25	Scott <i>et al.</i> (1973)
Cratheús	IIC	Opl	0,06	8,97	36,3	91,4	9,5	Wasson (1974)
Itutinga	IIIA	Om	1,0	7,2	18,6	36,0	13,2	Kracher <i>et al.</i> (em preparação)
Piedade do Bagre	An**	Om	0,75	7,51	15,1	25,7	11	Scott <i>et al.</i> (1973)
Sanclelândia	IIIA	Om	1,0	7,30	18,6	36,4	7,1	Kracher <i>et al.</i> (em preparação)
Santa Luzia	IIB	Ogg	5,0	6,3	47,9	110	0,010	Wasson (1969)
São João do Nepomuceno	IVA-An**	Of		2,65	8,0	2,16	0,118	Kracher <i>et al.</i> (em preparação)
Veríssimo	IIIA	Om		7,4	18,3	34,9	13,8	Kracher <i>et al.</i> (em preparação)
Santa Catarina	An**	D	33	33,62	5,28	8,94	0,020	Wasson e Schaudy (1971)

* Largura, em mm, da lamela de kamacita.

** Anômalo.

*** Listado em Kracher *et al.* (em preparação) como Patos de Minas.

BIBLIOGRAFIA

- AXON, H.J. e SMITH, P.L. – 1972 – A metallographic study of some iron meteorites of high nickel content. *Mineral. Mag.*, 38: 736-755.
- AXON, H.J. e WAINE, C.V. – 1971 – A metallographic study of the Angra dos Reis (iron) meteorite. *Mineral. Mag.*, 38: 94-101.
- BUCHWALD, V.F. – 1975 – Handbook of Iron Meteorites. Univ. California Press.
- CURVELLO, W.S. – 1950a – On a new fragment of the Santa Luzia de Goiás meteorite. *Bol. Mus. Nac., Geologia*, 9: 1-6.
- CURVELLO, W.S. – 1950b – Metallographic study of the Cratheús iron. *Bol. Mus. Nac., Geologia*, 10: 1-8.
- CURVELLO, W.S. – 1950c – Preliminary note on the Casemiro de Abreu meteorite. *Bol. Mus. Nac., Geologia*, 11: 1-10.
- CURVELLO, W.S. – 1951 – Metallographic study of the Barbacena meteorite. *Bol. Mus. Nac., Geologia*, 14: 1-4.
- CURVELLO, W.S. – 1952 – The Pará de Minas meteorite. *Bol. Mus. Nac., Geologia*, 18: 1-9.
- CURVELLO, W.S. – 1954 – O meteorito Pirapora. *An. Acad. brasil. Ciênc., Resumo de Comunicações*, 26, p.X.
- CURVELLO, W.S. – 1961 – Novos meteoritos brasileiros. *An. Acad. brasil. Ciênc.*, 33: pp. XXX-XXXI.
- CURVELLO, W.S. – 1971 – Meteoritos brasileiros. *An. Acad. brasil. Ciênc., Resumo de Comunicações*, 43: 838-839.
- DERBY, O.A. – 1888 – Meteoritos Brasileiros. *Revista do Observatório*, pp. 1-22.
- GUIMARÃES, D. – 1958 – Meteorito do Córrego de Areado, Patos, Minas Gerais. *Bol. Soc. Bras. Geol.*, 7: 33-39.
- KRACHER, A., WILLIS, J. e WASSON, J.T. – em preparação – Chemical classification of iron meteorites: IX. Group II F and 61 additional irons.
- KRINOV, E.L. – 1960 – Principles of Meteoritics. Pergamon Press, New York.
- MEEN, V.B. – 1939 – Santa Luzia de Goiás meteorite. *Amer. Miner.*, 24: 598-601.
- RIBEIRO, M.J. e RODRIGUES, A.P. – 1972 – O meteorito siderítico de Sanclerlândia, Goiás. *Bol. Mineral.*, 2: 75-82.
- SCOTT, E.R.D., WASSON, J.T. e BUCHWALD, V.F. – 1973 – The chemical classification of iron meteorites: VII. A reinvestigation of irons with Ge concentrations between 25 and 80 ppm. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 37: 1957-1983.
- SPENCER, L.J. – 1930 – A new meteoritic iron from Piedade do Bagre, Minas Gerais, Brazil. *Mineral. Mag.*, 22: 271-282.
- WASSON, J.T. – 1967 – The chemical classification of iron meteorites with low concentrations of gallium and germanium. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 31: 161-180.
- WASSON, J.T. – 1969 – The chemical classification of iron meteorites: III. Hexahedrites and other irons with germanium concentrations between 80 and 200 ppm. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 33: 859-876.
- WASSON, J.T. – 1970 – The chemical classification of iron meteorites: IV. Irons with Ge concentrations greater than 190 ppm and other meteorites associated with group I. *Icarus*, 12: 407-423.
- WASSON, J.T. – 1974 – Meteorites. Springer-Verlag, Heidelberg.
- WASSON, J.T. e KIMBERLIN, J. – 1967 – The chemical classification of iron meteorites: II. Irons and pallasites with germanium concentrations between 8 and 100 ppm. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 31: 2065-2093.
- WASSON, J.T. e SCHAUDY, R. – 1971 – The chemical classification of iron meteorites: V. Groups IIIC and IIID and other irons with germanium concentrations between 1 and 22 ppm. *Icarus*, 14: 59-70.