

O METEORITO CONDRÍTICO SAULO GOMES

Antenor ZANARDO ¹, Guillermo Rafael Beltram NAVARRO ²,
Carolina Del ROVERI ³, Norberto MORALES ¹

(1) Departamento de Petrologia e Metalogenia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Campus de Rio Claro. Avenida 24-A, 1515 – Bela Vista. CEP 13506-900. Rio Claro, SP.

Endereços eletrônicos: azanardo@rc.unesp.br; nmorales@rc.unesp.br

(2) Pós Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Campus de Rio Claro. Avenida 24-A, 1515 – Bela Vista. CEP 13506-900. Rio Claro, SP. Endereço eletrônico: grbnavarro@yahoo.com.br

(3) Pós-Graduação em Geologia Regional, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Campus de Rio Claro. Avenida 24-A, 1515 – Bela Vista. CEP 13506-900. Rio Claro, SP / Instituto de Ciência e Tecnologia, Núcleo de Engenharia de Minas Universidade Federal de Alfenas, UNIFAL, Campus Avançado de Poços de Caldas. Rodovia José Aurélio Vilela, nº 11.999 – Cidade Universitária - BR 267 km 533. CEP 37715-400.

Poços de Caldas, MG. Endereço eletrônico: carolina.roveri@unifal-mg.edu.br

Introdução
Materiais e Métodos
Caracterização Petrográfica
Composição Química
Considerações Finais
Agradecimentos
Referências Bibliográficas

RESUMO – O presente texto tem o objetivo de apresentar os resultados petrográficos e litoquímicos obtidos em um dos três artefatos que caíram na fazenda Buritis, município de Buritizal, em agosto de 1967, os quais foram coletados e guardados até a presente data pelo repórter Saulo Gomes. A análise petrográfica mostrou que o artefato é constituído por cóndrulos esféricos a irregulares, granulometria serial com média ao redor de 1 mm e o maior valor atingindo cerca de 6 mm de diâmetro. Os cóndrulos são constituídos por olivina, orto e clinopiroxênio, vidro com cristalitos, troillita e liga ferro níquel (kamacita e/ou taenita/tetrataenita). Inter cóndrulos ocorre material vítreo em associação com troillita, liga ferro níquel e outros compostos a base de ferro. Os dados litoquímicos mostram ótima correlação com o condrito C, observando-se apenas pequenas diferenças. O estudo possibilitou classificar o artefato como condrito ordinário, tipo L3 a L4.

Palavras-chave: condrito, município de Buritizal, cóndrulos, petrografia, composição química, mineralogia.

ABSTRACT – *A. Zanardo, G.R.B. Navarro, C.D. Roveri, N. Morales - The chondritic meteorite Saulo Gomes.* This paper aims to present the results of petrographic and lithochemical studies obtained in one of the three artifacts, which fell on the farm Buritis in Buritizal County in August 1967, which were collected and stored until the present by reporter Saulo Gomes. The petrographic analysis showed that the artifact is composed by spherical and irregular chondrules with serial granulometry and size averaging around 1 mm and the largest reaching about 6 mm in diameter. The chondrules are made of olivine, ortho and clinopyroxene, crystallite glass, nickel iron alloy and troillite (kamacite and/or taenite/tetrataenite) and inter chondrules glassy material occurs in association with troillite, nickel and other alloy iron-based compounds. The lithochemical data show excellent correlation with the C chondrite, noting only small differences above or between them. The study made it possible to classify the artifact as type L3 and L4 ordinary chondrite.

Keywords: chondrite, city of Buritizal, chondrules, petrography, chemical composition, mineralogy.

INTRODUÇÃO

Apesar da grande importância que os meteoritos representam para o entendimento da origem, evolução e composição da Terra e do Universo, no Brasil, o número de meteoritos reconhecidos pelas ciências, encontrados no território brasileiro é relativamente pequeno. Segundo Maria Elizabeth Zucolotto, astrônoma, responsável pelo setor de meteoritos do Museu Nacional do Rio de Janeiro esse número era de apenas 55 em fevereiro de 2009, apesar das estatísticas sugerirem a existência de milhares espalhados por seu território, além de pelo menos uma centena preservada por particulares (Zucolotto, 2009). Maiores

informações científicas sobre estes meteoritos podem ser encontradas, entre outros, em: Keil et al., 1976; Paar et al., 1976; Prinz et al., 1977; Gomes & Keil, 1977 a e b; Gomes et al., 1977 a, b e c; Keil et al., 1977; Fodor et al., 1977; Gomes et al., 1978 a, b; Keil et al., 1978 a, b; Berkley et al., 1978; Gomes & Keil, 1980; Svisero et al., 1980; Zucolotto & Antonello, 2008; Antonelo et al., 2010 a, b.

As quedas observadas e divulgadas pelos meios de comunicação também são relativamente raras, levando ao aparecimento de manchetes em sites da internet, a exemplo de “Meteorito cai no Brasil após

19 anos” (R7 Notícias, 2010), que segundo Maria Elizabeth Zucolotto é o quinquagésimo sexto (56) meteorito brasileiro (Zucolotto, 2010).

A denominação do meteorito é em homenagem ao repórter Saulo Gomes, responsável pela coleta e preservação do mesmo até a presente data. A saga da coleta deste meteorito começou na manhã de 14 de agosto de 1967, quando o repórter da extinta TV Tupi rumou para a cidade de São Simão (SP), para investigar a notícia de que um objeto havia explodido por volta de 03h40min, fato testemunhado por três funcionários da Companhia Ferroviária Mogiana (Nelson Pereira, Antonio Pereira da Silva e Marcílio Botelho de Oliveira). As testemunhas relataram ao repórter que “*estávamos dentro do vagão (escritório improvisado na estação Sucuri), aguardando a passagem do cargueiro das 03,40 hs quando, de repente, ouvimos uma explosão muito forte pertinho de nós e um clarão muito forte iluminou tudo, e achamos que atingiu a dois quilômetros de altura*”. A investigação mostrou que o efeito desta explosão foi detectado a mais de 140 km de São Simão, cidade mais próxima da estação de Sucuri, e os depoimentos de todos foram idênticos “*explosão forte, luz intensa no céu, iluminando a área como se fosse dia*”, fato que não deixou dúvida sobre a veracidade do fato.

Durante a investigação, o repórter recebeu informação de que pedaços do material que explodiu teriam caído em uma fazenda próxima, de propriedade de um major, médico da aeronáutica, Dr. Rubens Barbirato. A Aeronáutica, porém, estabeleceu censura impedindo a investigação no local. Desta forma, o

repórter passou a colher depoimentos em regiões mais afastadas que não estavam sob a mira dos militares, chegando a Buritizal, distante mais ou menos 150 km de São Simão. Ali obteve relato de que pequenos corpos provenientes de explosão teriam danificado várias propriedades, dentre essas a farmácia do Sr. Francisco Ribeiro Soares Júnior e o estábulo da Fazenda Buritis, de propriedade do Sr. Almir Cancilieri, onde o repórter constatou os estragos e entrevistou o piloto da aviação civil, Antonio Alberto Martins (Badu), o qual confirmou os estragos naquele local. O repórter relata que “*todos os entrevistados descreveram o fato da seguinte forma: ouvimos um barulho muito forte, vimos um clarão muito grande, os animais ficaram muito agitados, ficamos muito assustados e, ao chegar ao estábulo, vimos um buraco no chão e na parede próxima*”.

Procedendo a uma busca minuciosa no local, o repórter encontrou três rochas de cor escura (Foto 1), com aparência de terem sido queimadas por fogo, as quais foram então coletadas e guardadas até agosto de 2009, quanto uma das amostras foi encaminhada ao Departamento de Petrologia e Metalogenia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas para determinação. As amostras possuem formato irregular e medidas aproximadas de 6 x 4 x 3,4 x 3 x 2 e 4,5 x 3 x 2 centímetros (Foto 1). Da terceira amostra, que na Foto 1 está posicionado sobre as outras duas, foi preparada uma seção delgada para análise microscópica e os fragmentos gerados por este processo foram pulverizados para a obtenção dos dados litoquímicos, cujos resultados são apresentados neste



FOTO 1. Imagem dos três fragmentos de meteorito condritico coletado na Fazenda Buritis, em Buritizal (SP), pelo repórter Saulo Gomes. O fragmento superior é que foi analisado. A base da foto corresponde a cerca de 10 cm. Foto cedida pelo repórter Saulo Gomes.

estudo. O material restante da amostra estudada está depositado no Museu Heinz Ebert, Departamento de Petrologia e Metalogenia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Rio Claro (SP) e as outras duas amostras continuam de posse de Saulo Gomes.

O repórter relata ainda que, na época, a TV Tupi, Rádio Difusora, Rádio Tupi, Diário da Noite e Diário de São Paulo, órgãos dos Diários Associados, deram grande destaque à matéria, que foi reproduzida por outros veículos de comunicação, no Brasil e exterior. Também que foi informado por um delegado de São Paulo, que pedaços desse estranho objeto foram entregues ao Instituto de Polícia Técnica - IPTSP, e outros foram encaminhados à NASA, nos EUA. Informa também que conservou as pedras durante estes 42 anos, sem nunca saber realmente do que se tratava.

Assim, o objetivo do presente artigo é informar os aspectos relacionados a esta queda testemunhada e, a partir dos estudos realizados, apresentar os resultados das análises petrográficas e litoquímicas obtidas em um dos fragmentos que caíram na fazenda Buritis, município de Buritizal, em agosto de 1967.

Os condritos representam o tipo mais comum de meteoritos e, como os outros, guardam em seu interior informações que ajudam a desvendar a formação do sistema solar. A denominação de “condrito” se origina da presença de pequenos grânulos, normalmente esféricos a subsféricos, denominados de “côndrulos”, envoltos por matriz compacta. Esses grânulos representam a matéria que deu origem ao sistema solar, todos os planetas e ao próprio Sol. Dessa forma, acredita-se que os meteoritos possuam idades superiores a 4,5 bilhões de anos e constituem as substâncias primitivas presentes no estágio inicial da evolução do sistema solar (Sears, 2004); Faure & Mensing, 2007.

A grande maioria das quedas observadas é representada por condritos, porém os meteoritos

ferrosos ou sideritos se destacam no número total de achados, onde a queda não foi presenciada. Isso deve ao fato dos sideritos serem mais facilmente identificados pelo forte magnetismo e aspecto contrastante com as rochas da crosta. Além disso, mantém seu aspecto exterior diferenciado por mais tempo em relação às rochas terrestres do que os condritos. Os condritos sofrem muito mais a ação do ambiente terrestre e ao longo do tempo após a sua queda tem seu aspecto externo cada vez mais alterado, passando a ser confundidos com as rochas terrestres, dificultando o seu achado e seu reconhecimento (Zanda & Rotaru, 2002; Norton & Chitwood, 2008).

A classificação dos condritos é feita basicamente por dois critérios: quantidade de ferro e grau de diferenciação dos côndrulos. Os condritos ordinários (OC) correspondem a cerca de 85% das quedas observadas e podem ser classificados entre os tipos: H (muito ferro), L (pouco ferro) e LL (muito pouco ferro) seguidos de um índice que indica o grau de diferenciação dos côndrulos de 3 a 6. Entre estes, o grau 3 é o que apresenta côndrulos bem nítidos (bem distinguíveis com limites nítidos), e o grau 6 o que apresenta côndrulos praticamente imperceptíveis, sendo a classificação feita de acordo com uma variação entre estes extremos. Os condritos do tipo H contêm de 25 a 31% peso de ferro e devido a este fato são mais facilmente atraídos por imãs que os outros tipos, e perfazem quase 40% dos condritos coletados. Os condritos tipo L são um pouco mais comuns que os condritos tipo H, correspondendo a mais de 45% dos coletados, são caracterizados por possuírem de 20 a 25% de ferro em sua constituição. Os condritos tipo LL são os mais raros entre os condritos ordinários, correspondendo a menos de 10% das quedas observadas e são caracterizados por teores de ferro entre 19 a 22% (Zanda & Rotaru, 2002; Norton & Chitwood, 2008; Natural History Museum 2010; Moutinho, 2010).

MATERIAIS E MÉTODOS

O material utilizado para a análise apresenta formato subtabular com vértices e aristas arredondadas, contendo cerca de 4,5 cm de comprimento, 3,1 cm de largura e 2,0 cm de espessura. Para a confecção da seção delgada polida a amostra foi cortada perpendicularmente ao maior comprimento (Foto 2), com polimento na face cortada e colada com resina em lâmina de vidro apropriada. A seguir a montagem foi cortada com serra de disco fino, de modo a deixar uma fatia mais fina possível colada à lâmina de vidro, a qual foi submetida a desgaste por carbetto de silício até espessura da ordem de 40 µm

e a seguir submetida a polimento com pasta de diamante (Foto 3). Após o processo de laminação a amostra ficou com 3,4 x 3,1 x 2 cm e os fragmentos resultantes do processo foram pulverizados e enviados para análise química no Acme Analytical Laboratories Ltd de Vancouver, Canadá.

A análise petrográfica consistiu de observação macroscópica com auxílio de lupa de mão de 20 vezes e, análise microscópica de luz transmitida realizada em microscópio monocular de marca Leitz (Wetzlar SM-Lux Pol), e os estudos de luz refletida em microscópio petrográfico/metalográfico de marca Leica.



FOTO 2. Meteorito utilizado para análise, mostrando o corte feito para a obtenção de seção delgada, com 3,1 cm na horizontal e 2 cm na vertical.

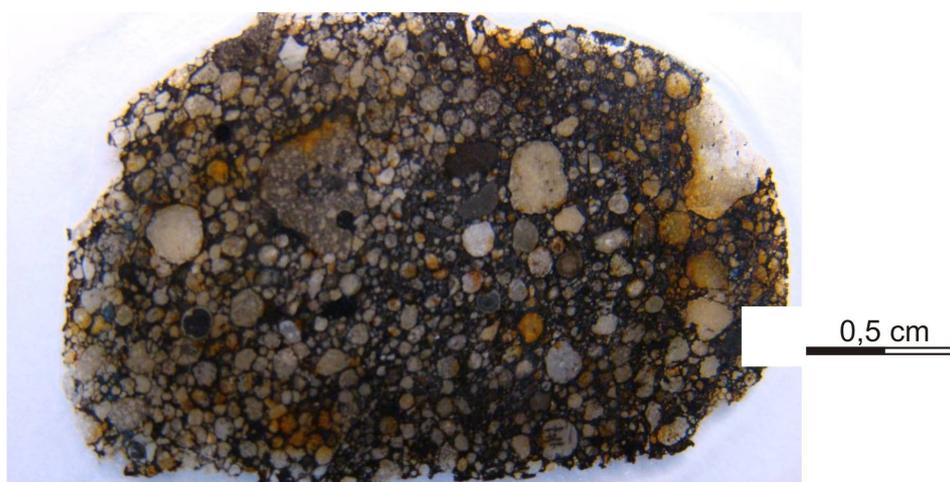


FOTO 3. Imagem da seção delgada polida, mostrando a forma e a distribuição granulométrica dos côndrulos.

A análise química foi realizada pelo Laboratório Acme (Analytical Laboratories LTD, Vancouver, Canadá), utilizando os métodos 4A (ICP-ES) e 4B (ICP-MS), seguindo a rotina convencional de britagem e moagem realizadas no Laboratório de Preparação de Amostras do Departamento de Petrologia do IGCE/UNESP. Os elementos maiores foram obtidos por Espectrômetro de Emissão em Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-ES), após fusão utilizando metaborato/tetraborado de lítio e digestão em ácido nítrico diluído,

sendo a perda ao fogo (LOI) determinada pela diferença de peso da amostra antes e depois do aquecimento a 1000°C por quatro horas. Os elementos-traços e terras-raras (ETR) foram analisados no Espectrômetro de Massa em Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS), após fusão utilizando metaborato/tetraborado de lítio e digestão em ácido nítrico, sendo que para os metais preciosos e base (Au, Ag, As, Bi, Cd, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, Zn) a digestão foi por água régia.

CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA

A amostra analisada apresenta formato subtabular (4,5 x 3,1 x 2,0 cm) e superfície de cor preta, em função da presença de película de espessura submilimétrica de coloração escura, brilho fosco e aspecto vítreo, gerada pelo atrito com a atmosfera terrestre (material de fusão) (Foto 1). Na seção de corte (Fotos 2 e 3) e, em alguns locais, em que a película negra foi rompida, por impacto, observam-se grânulos esféricos, subesféricos e mais raramente irregulares (côndrulos), de cor cinza esverdeado claro, com ou em pontuações e filetes descontínuos de cor preta, metálicos ou não, e em menor quantidade com cor marrom a preto, alguns com brilho metálico, envoltos por material de cor escura (preto, castanho escuro a bronze escuro) de brilho metálico e não metálico. As coroas de material preto não metálico macroscopicamente apresentam grande semelhança com a película que cobre a amostra. Os côndrulos apresentam uma distribuição granulométrica serial, com média ao redor de 1mm, e os maiores atingindo cerca de 6 mm de diâmetro, estes de modo geral com formato menos esférico, chegando a formas irregulares (Fotos 2 e 3). Na borda da amostra observa-se leve oxidação marcada por película de hidróxido de ferro, disposta intersticialmente.

A amostra apresenta magnetismo fraco, com intensidade entre o magnetismo apresentado pela pirrotita e ilmenita e a densidade é de aproximadamente 3,3 g/cm³.

Microscopicamente apresenta estrutura isótropa maculada condritica, constituída por grânulos (côndrulos) esféricos a subesféricos, raramente irregulares, com diâmetros inferiores a 1 mm até 6 mm, com distribuição mais ou menos serial (Fotos 4, 5, 6). Os côndrulos possuem texturas diferentes (granular, porfírica (Foto 7), fibrorradial, intersertal, em barras, vítrea (Foto 8), orbicular, etc.). Envolvendo os grânulos aparecem coroas escuras constituídas por material metálico, material vítreo e criptocristalino idêntico ao da película externa. Localmente o material metálico intersticial aparece intercrescido de forma orientada com feições de fluxo (Foto 9).

Ao microscópio foi possível reconhecer a presença de olivina (+ 40%), clinopiroxênio (+ 20%) ortopiroxênio (+ 20%), material vítreo ou criptocristalino de cor marrom escuro a preto (+ 12%), sulfeto amarelo claro (+ 5%), e material metálico de cor cinza de composição variada (+ 3%). O sulfeto é representado basicamente por troillita e o material metálico de cor cinza apresenta leve diferença de coloração e/ou reflectância e, localmente, leve anisotropia, evidenciando presença de liga ferro-níquel com diferentes composições e/ou arranjos cristalinos (Foto 10), necessitando de análises

químicas pontuais por microscopia eletrônica ou microsonda.

Os minerais metálicos ocorrem como côndrulos, constituídos por troillita (sulfeto) e liga ferro níquel (kamacita e/ou taenita/tetrataenita), podendo ter inclusões de um no outro ou mesmo mistura entre os dois termos, e mais raramente de material silicático, normalmente vítreo ou criptocristalino. Todavia, a maior quantidade desse material ocorre sob a forma de “cordões”, delgadas coroas e filetes descontínuos inter-côndrulos silicáticos, sendo que os filetes podem apresentar feições de fluxo por pressão dos côndrulos silicáticos e, neste caso, aparece intercrescido com vidro silicático ou material criptocristalino de cor escura. Em menor quantidade, ocorrem no interior dos côndrulos com granulação muito fina, na forma de bastonetes, barras descontínuas e grãos irregulares a arredondados dispostos intersticialmente aos cristais e cristalitos de minerais silicáticos.

A olivina ocorre sob a forma de agregados granulares, cristais euédricos a subedrais e massas ripiformes, em forma de barras (Foto 11) até fibrosas. Localmente, ocorre mostrando corrosão por ortopiroxênio (Foto 12) ou clinopiroxênio. Apresenta ângulo 2V próximo de 90°, caráter óptico negativo e mais raramente positivo, evidenciando variação na composição de um côndrulo para outro.

O clinopiroxênio constitui cristais prismáticos a irregulares, normalmente com exsolução lamelar de ortopiroxênio, formando agregados com arranjo decussado a fibrorradial. Aparece ser representado por pigeonita e augita subcálcica, com aparente predomínio da primeira, aspecto comprovado pela análise química, uma vez que o teor de cálcio é de apenas 2%.

O ortopiroxênio (bronzita/hiperstênio) ocorre sob a forma de cristais prismáticos a irregulares, normalmente com exsolução de clinopiroxênio, formando agregados decussados a fibrorradiais com ou sem intercrescimento com material opaco (Foto 13) e, em função do aspecto textural, nem sempre é possível a distinção do clinopiroxênio. Sua ocorrência é mais comum nos côndrulos constituídos por cristais mais desenvolvidos, onde pode aparecer substituindo olivina (Foto 12).

O material criptocristalino ou vítreo silicático aparece formando massa inter-côndrulos, intercrescido ou não com material metálico e constituindo côndrulos, onde pode ser o constituinte dominante ou acessório (Foto 9). Apresenta cor escura marrom a preto, e nos côndrulos contém quantidade variada de cristalito, podendo apresentar cores arroxeadas (Fotos 5, 8 e 11).

Da mesma forma que a textura, a composição varia de côndulo para côndulo, aparecendo côndulos perfeitamente esféricos compostos basicamente por vidro com cristaltos de olivina e/ou piroxênios; côndulos com estrutura fibrosa a fibrorradial compostos por olivina e/ou piroxênios envoltos por vidro; côndulos com barras de olivina e/ou piroxênio (fase dominante) com vidro entre barras; côndulos compostos basicamente por olivina com textura granular; cristais isolados de olivina ou não; côndulos compostos basicamente por piroxênios (ortopiroxênio com

desmisturação de clino e clinopiroxênio com desmisturação de orto); côndulos zonados com núcleo vítreo a criptocristalino e coroa fibrosa (cristaltos) de disposição radial; côndulos com vidro de cor marrom; etc. Em alguns côndulos a pigeonita aparenta ocorrer no lugar do ortopiroxênio.

O maior côndulo apresenta forma irregular, diâmetro da ordem de 6 mm e textura porfirítica, com cristais de olivina euedrais a subedrais, com até 0,8 mm de diâmetro e média da ordem de 250 a 300 μm , envoltos por material microcristalino granular a vítreo.

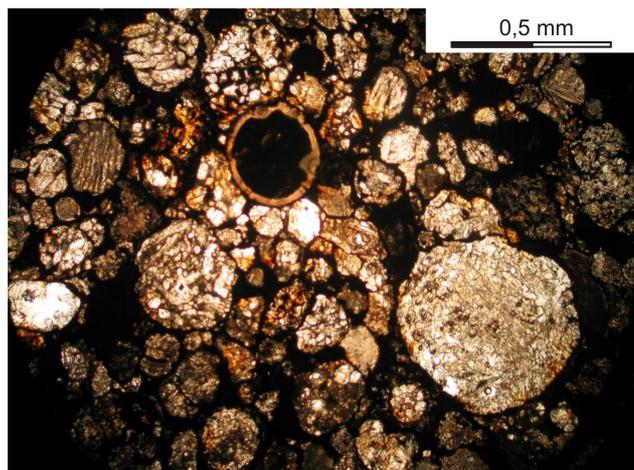


FOTO 4. Fotomicrografia ilustrando a textura do meteorito condritico formado por côndulos de diferentes composições, textura e diâmetros, envoltos por material opaco de natureza não metálica e metálica. Imagem obtida com luz transmitida e polaróides descruzados.

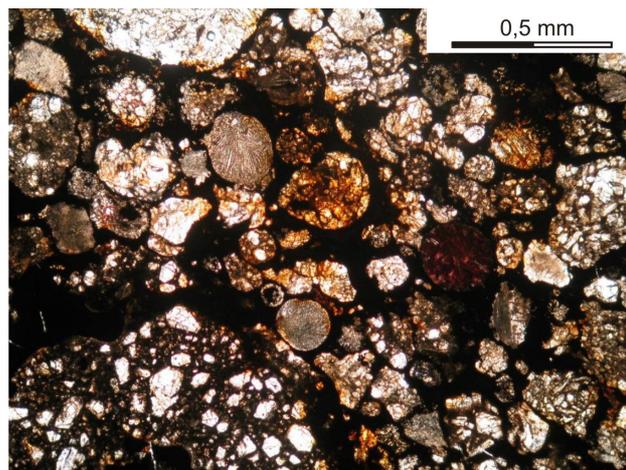


FOTO 5. Fotomicrografia mostrando aspecto textural similar ao da foto 4, aparecendo côndulos com textura porfirítica, fibrorradial, vítrea, granular, etc. Imagem obtida com luz transmitida e polaróides descruzados.

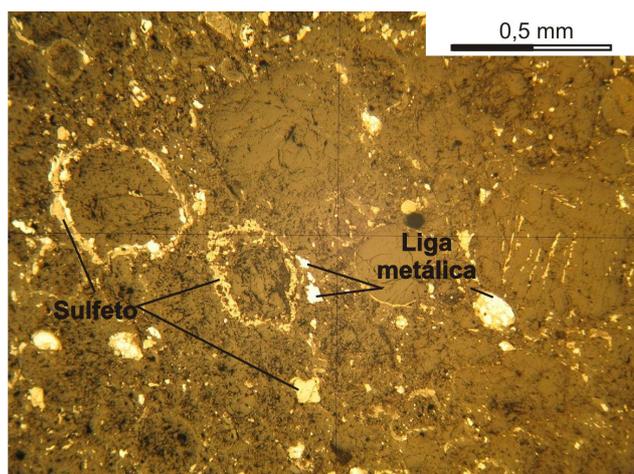


FOTO 6. Fotomicrografia ilustrando a textura do meteorito condritico formado por côndulos de diferentes composições, textura e diâmetros, envoltos por material metálico, sulfeto (cor amarela) e liga metálica (branco). Imagem obtida com luz refletida e polaróides descruzados.

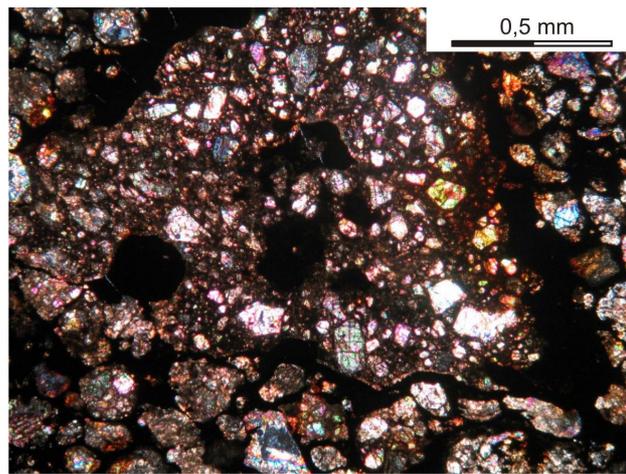


FOTO 7. Fotomicrografia apresentando côndulo, relativamente grande, de formato irregular e textura porfirítica, com cristais euédricos de olivina em matriz constituída por vidro e minúsculos cristais de olivina e piroxênio. Imagem obtida com luz transmitida e polaróides cruzados.

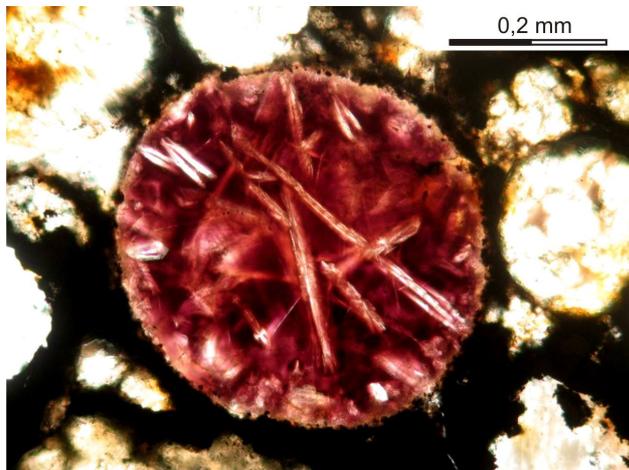


FOTO 8. Fotomicrografia ilustrando cõndrulo esférico constituído por vidro e cristalitos dispostos caoticamente, envolto por material opaco. Imagem obtida com luz transmitida e polaróides descruzados.

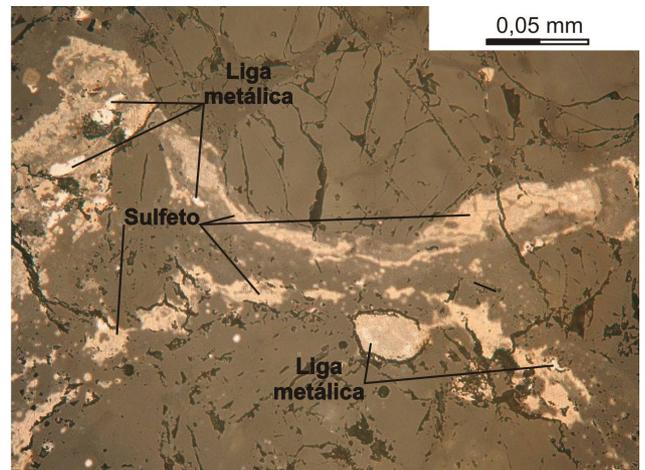


FOTO 9. Fotomicrografia ilustrando aspecto textural da matriz inter cõndrulos, constituída por sulfeto (creme), liga metálica (branco) e material criptocristalino a vítreo não metálico (cinza), com feições de fluxo. Imagem obtida com luz refletida e polaróides descruzados.

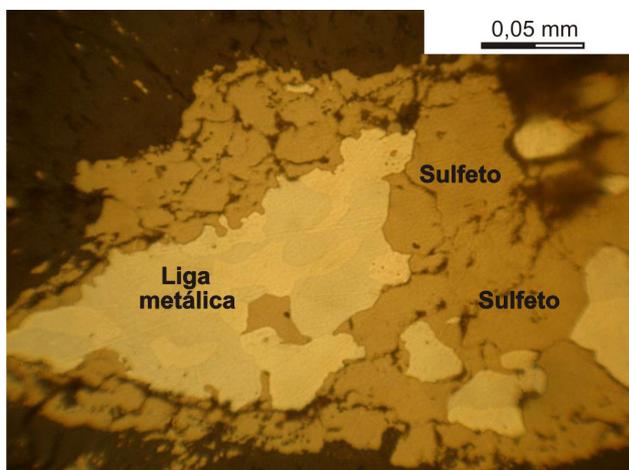


FOTO 10. Fotomicrografia mostrando detalhe do material metálico (liga metálica), evidenciando a presença de mais de uma fase cristalina (diferença de coloração e refletância) englobado por sulfeto (cor cinza amarelado). O material escuro da borda da imagem é silicato. Imagem obtida com luz refletida e polaróides descruzados.

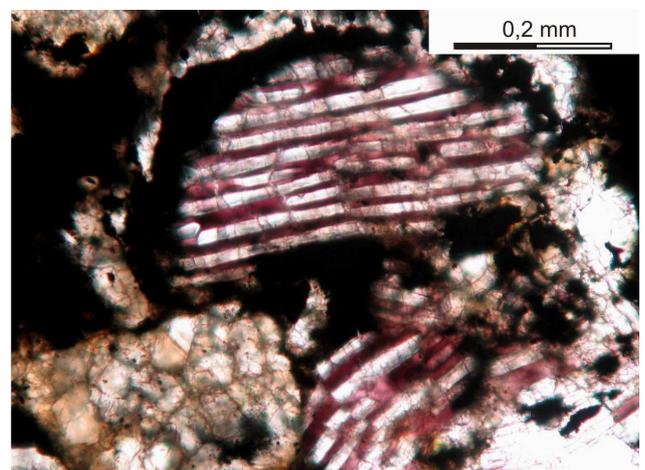


FOTO 11. Fotomicrografia mostrando cõndrulo, constituído por barras de olivina intercrescidas com vidro, parcialmente penetrado por outro cõndrulo constituído por olivina granular, com mobilização de material metálico no local de distensão. Imagem obtida com luz transmitida e polaróides cruzados. A base da foto corresponde a 0,8 mm.

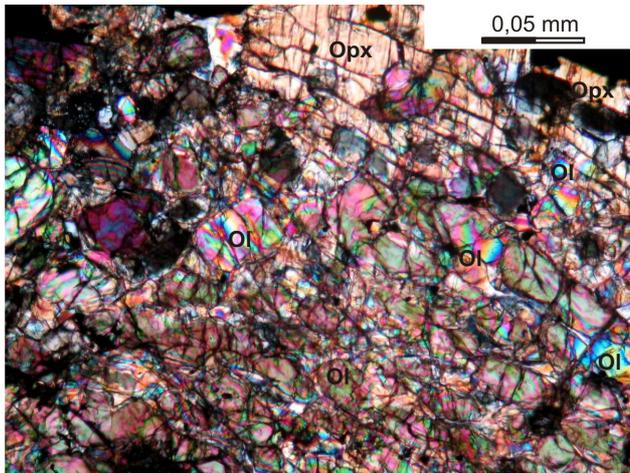


FOTO 12. Fotomicrografia mostrando olivina corroída por ortopiroxênio (material creme rosado na porção superior da imagem). Imagem obtida com luz transmitida e polaróides cruzados. Opx = ortopiroxênio. Ol = olivina.

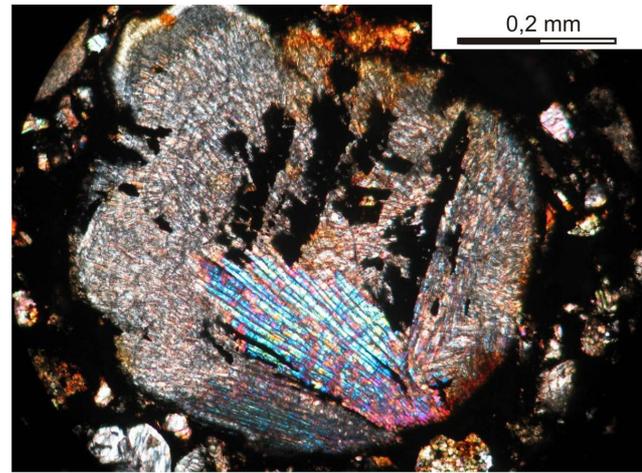


FOTO 13. Fotomicrografia mostrando côndrulo, constituído por ortopiroxênio de estrutura fibrosa, com disposição paralela a fibroradial, localmente interpenetrada (feltro). O material preto corresponde a sulfeto, ligas metálicas e silicato criptocristalino a amorfo intercrescido com opacos. Imagem obtida com luz transmitida e polaróides cruzados.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Os resultados referentes à composição química da amostra estão contidos nos Quadros 1 e 2 relativos, respectivamente, aos elementos maiores e traços e terras raras.

O ferro foi determinado pelo laboratório como ferro trivalente ($\text{Fe}_2\text{O}_3^{\text{total}} = 26,82\%$), fato que não ocorre no material analisado, que apenas possui basicamente ferro bivalente ligado a tetraedros de

QUADRO 1. Teores dos elementos maiores incluindo perda ao fogo em peso porcentagem.

SiO ₂ = 40,35%	Al ₂ O ₃ = 2,25%	FeO = 24,13%	MgO = 24,78%	CaO = 2,00%	TiO ₂ = 0,15%
Na ₂ O = 0,99%	K ₂ O = 0,11%	MnO = 0,35%	P ₂ O ₅ = 0,23%	Cr ₂ O ₃ = 0,56%	LOI = -0,4
Ni = 1,00%	C = 0,55	S = 2,33%	Σ = 99,38%		

QUADRO 2. Composição dos elementos menores e elementos terras raras (ETR) em parte por milhão (ppm), excetuando o valor de Au que é parte por bilhão (ppb).

Sc = 9,0	V = 63,0	Co = 502,9	Zn = 30,0	Cd = 0,8	Cu = 100,4	As = 1,9
Pb = 1,5	Au = 29,7	Ag <0,1	Hg = 0,08	Se = 9,6	Bi <0,1	Sb < 0,1
Rb = 30,0	Cs < 0,1	Sr = 12,8	Ba = 6,0	Y = 2,3	Zr = 5,6	Hf = 0,3
Nb = 0,4	Ta < 0,1	Th < 0,2	U < 0,1	Ga = 5,5	Sn = 7,0	W < 0,5
Mo = 0,6	Be < 0,1	Tl < 0,1	La = 0,4	Ce = 1,6	Pr = 0,14	Nd = 0,6
Sm = 0,22	Eu = 0,08	Gd = 0,06	Tb = 0,06	Dy = 0,29	Ho = 0,08	Er = 0,22
Tm = 0,03	Yb = 0,23	Lu = 0,04				

silício e ao enxofre e ferro metálico, desta forma o ferro total foi recalculado para $\text{FeO}^{\text{total}}$, para ficar mais próximo da realidade. A presença de ferro metálico é comprovada pelo valor negativo de perda ao fogo (LOI -0,4%), em função de parte do ferro metálico ter-se oxidado no processo de calcinação.

Comparando os dados obtidos com o condrito C (Taylor & MacLennan, 1985) observa-se uma anomalia positiva referente ao elemento Ti. Quanto aos elementos menores e traços observa-se uma anomalia positiva em relação ao Ba, pequenas e negativas anomalias em relação ao V, Cu e Ni sendo mais acentuada em relação ao Zn (Figura 1). Os teores de Ag, Be, Bi, Cs, Ta, Th, Tl, Sb, U e W não foram

detectados, pois apresentam teores muito baixos, abaixo do limite de detecção.

O conteúdo total de ETR (elementos terras raras) é baixo ($\text{SETR}_{\text{Total}} = 4,29$ ppm). Os ETRL (elementos terras raras leves) e ETRP (elementos terras raras pesadas) normalizados pelo condrito C (Taylor e MacLennan, 1985) apresentam concentrações muito próximas às do condrito com um padrão de distribuição horizontal ($\text{La}/\text{Eu} = 1,19$; $\text{Gd}/\text{Lu} = 0,93$; $\text{La}/\text{Lu} = 1,04$) (Figura 1). De modo geral em relação à distribuição de ETR, observa-se ótima correlação com o condrito, aparecendo apenas uma leve anomalia positiva correspondente ao Ce e negativa, ainda menor, correspondente ao Dy (Figura 1).

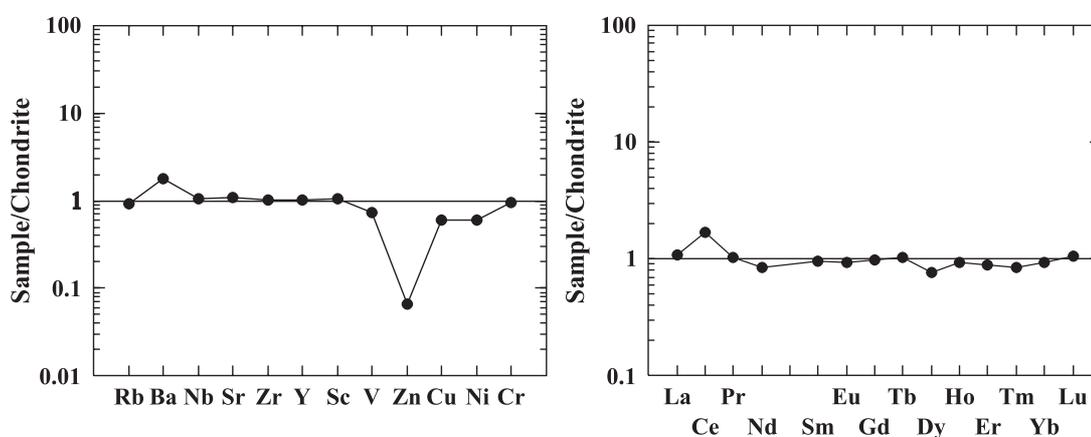


FIGURA 1. Padrão de distribuição de elementos menores, traços e ETR normalizados pelo condrito C (Taylor & MacLennan, 1985).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os aspectos mineralógicos, texturais e químicos permitem classificar o meteorito Saulo Gomes como **condrito ordinário, tipo L3 a L4**. O teor de óxido de ferro ($\text{Fe}_2\text{O}_3^{\text{total}} = 26,82\%$) foi recalculado para $\text{FeO}^{\text{total}}$, resultando no valor de 24,13% valor compatível com o tipo L. Os côndrulos são formados por olivina, orto e clinopiroxênio, vidro com cristalitos, troillita e liga ferro níquel (kamacita e/ou taenita/tetrataenita). A matriz é constituída por material vítreo em associação com troillita, liga ferro níquel e outros compostos a base de ferro, que carecem

de estudos de química pontual a exemplo das outras fases cristalinas, aspecto que está em curso pelos autores.

Como era de se esperar, os dados químicos obtidos mostram ótima correlação com o condrito C (Taylor & MacLennan, 1985), observando-se apenas pequenas diferenças para alguns elementos químicos a exemplo do Ti, Ba e Ce que apresentam valores pouco superiores ao condrito C, enquanto que V, Cu, Ni e Dy são ligeiramente menores, sendo que apenas o Zn apresenta valor sensivelmente menor.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao repórter aposentado Saulo Gomes, por ter fornecido uma amostra para a pesquisa e por doá-la ao Museu de Minerais e Rochas, Prof. Dr. Heinz Ebert, do Departamento de Petrologia e Metalogenia (DPM), Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" (UNESP), Campus de Rio Claro – SP. Ao jornalista João Garcia por ter encaminhado o Sr. Saulo Gomes até Rio Claro com o meteorito. Estendemos o agradecimento ao CNPq, através dos projetos n.º 301216/2008-8 (PQ), 576441/2008-2 e 500301/2010-7(PD) que possibilitou recursos e condições para que a pesquisa fosse realizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTONELLO, L.L.; ZUCOLOTTI, M.E.; SCORZELLI, R.B.; AZEVEDO, I. DE S. Petrografia e Mineralogia do Meteorito Serra de Magé Revisado (8°23'S; 36°46'W). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 45, 2010, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 2010, 1 p. CD-ROM. (PAP 1583). (a)
- ANTONELLO, L.L.; ZUCOLOTTI, M.E.; SCORZELLI, R.B.; ROISENBERG, A.; VARELA, M.E.; AZEVEDO, I. DE S. Estudo comparativo entre os meteoritos Lavras do Sul e Putinga (Petrografia e Mineralogia). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 45, 2010, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 2010, 1 p. CD-ROM. (PAP 1557). (b)
- BERKLEY, J.L.; KEIL, K.; GOMES, C.B.; CURVELLO, W.S. Studies of Brazilian meteorites XII. Mineralogy and petrology of the Santa Bárbara, Rio Grande do Sul, chondrite. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 50, n. 1, p. 191-196, 1978.
- FAURE, F. & MENSING, T.M. **Introduction to Planetary Science the Geological Perspective**. Springer, 526 p., 2007.
- FODOR, R.V.; KEIL, K.; GOMES, C.B. Studies of Brazilian meteorites IV. Origin of a dark-colored unequilibrated lithic fragment in the Rio Negro chondrite. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 7, n. 1, p. 45-57, 1977.
- GOMES, C.B. & KEIL, K. Estudos de meteoritos brasileiros XI. Revisão de um programa de pesquisa. **Ciência e Cultura (SBPC)**, v. 29, p. 1094-1103, 1977. (a)
- GOMES, C.B. & KEIL, K. Studies of Brazilian meteorites X. Mineralogy, petrology and chemistry of Sete Lagoas, Minas Gerais, chondrite. **Boletim IG-USP**, Série Científica, v. 7, n.1, p. 77-82, 1977. (b)
- GOMES, C.B. & KEIL, K. **Brazilian Stone Meteorites**. New Mexico Press, 161 p., 1980.
- GOMES, C.B.; KEIL, K.; JAROSEWICH, E. Studies of Brazilian meteorites IX. Mineralogy, petrology and chemistry of the Macau, Rio Grande do Norte, chondrite. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 49, n. 3, p. 575-579, 1977. (a)
- GOMES, C.B.; KEIL, K.; JAROSEWICH, E. Studies of Brazilian meteorites VII. Mineralogy, petrology and chemistry of the Uberaba, Minas Gerais, chondrite. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 49, n. 2, p. 269-274, 1977. (b)
- GOMES, C. B.; KEIL, K.; JAROSEWICH, E.; CURVELLO, W. S. Studies of Brazilian meteorites VIII. Mineralogy, petrology and chemistry of the Itapicuru Mirim, Maranhão, chondrite. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 49, n. 2, p. 407-412, 1977. (c)
- GOMES, C.B.; KEIL, K.; JAROSEWICH, E.; CURVELLO, W.S. Studies of Brazilian meteorites VI. Mineralogy, petrology and chemistry of the Patrimônio, Minas Gerais, chondrite. **Journal of African Earth Sciences**, v. 7, n. 1, p. 67-71, 1978. (a)
- GOMES, C.B.; KEIL, K.; RUBERTI, E.; JAROSEWICH, E.; SILVA, J.M.L.U. Studies of Brazilian meteorites XVI. Mineralogy, petrology and chemistry of the Ipiranga, Paraná, chondrite. **Chemie der Erde**, v. 37, p. 265-270, 1978. (b)
- GOMES, C.B.; ULBRICH, M.N.C.; KEIL, K.; KIRCHNER, E.; JAROSEWICH, E. Studies of Brazilian meteorites XV. Mineralogy, petrology and chemistry of the São José do Rio Preto, São Paulo, chondrite. São José do Rio Preto: **Naturalia**, v. 4, n. 1, p. 25-30, 1978. (c)
- KEIL, K.; GOMES, C.B.; CURVELLO, W.S. O Augita Acondrito Angra dos Reis e Sua Importância para a Origem e História de seu Corpo Parental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, 1976, Ouro Preto. **Resumo dos Trabalhos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, p. 347-348, 1976.
- KEIL, K.; GOMES, C. B.; KIRCHNER, E.; JAROSEWICH, E.; MURTA, R. L. L. Studies of Brazilian meteorites XIV. Mineralogy, petrology and chemistry of the Conquista, Minas Gerais, chondrite. São José do Rio Preto: **Naturalia**, v. 13, p. 177-187, 1978. (a)
- KEIL, K.; LANGE, D.; GOMES, C.B.; ULBRICH, M.N.C.; JAROSEWICH, E.; ROISENBERG, A.; SOUZA, M.J. Studies of Brazilian meteorites XIII. Mineralogy, petrology and chemistry of the Putinga, Rio Grande do Sul, chondrite. **Meteoritics & Planetary Science**, v. 13, p. 165-175, 1978. (b)
- KEIL, K.; KIRCHNER, E.; GOMES, C.B.; NELEN, J. Studies of Brazilian meteorites V. Evidences for shock metamorphism in the Paranaíba, Mato Grosso, chondrite. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 7, n. 3, p. 256-268, 1977.
- MOUTINHO, A. **Página do Moutinho**. Disponível em: <http://www.meteorito.com.br/moutinho/meteoritos.php?action=view&pg=80&ct=&idT=2>. Acessado em 18out2010.
- NATURAL HISTORY MUSEUM. **The Catalogue of Meteorites**. Disponível em: <http://www.nhm.ac.uk/jdsml/research-curation/research/projects/metcat/metsPerGroup.dsml>. Acessado em 18out2010.
- NORTON, O.R. & CHITWOOD, L.A. **Field Guide to Meteorites and Meteorites**. Springer-Verlag, London Limited, 287 p., 2008.
- PAAR, W.; KEIL, K.; GOMES, C.B.; JAROSEWICH, E. Studies of Brazilian meteorites II. The Avanhandava chondrite: mineralogy, petrology and chemistry. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 6, n. 3, p. 201-210, 1976.
- PRINZ, M.; KEIL, K.; HLAVA, P.F.; BERKLEY, J.L.; GOMES, C.B.; CURVELLO, W.S. Studies of Brazilian meteorites III. Origin and history of the Angra dos Reis achondrite. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 35, p. 317-330, 1977.
- R7 Notícias (publicado em 24/06/2010 às 11:24 horas. Disponível em: <http://noticias.r7.com/tecnologia-e-ciencia/noticias/meteorito-cai-no-brasil-apos-19-anos-20100624.html>. Acessado em 10nov2010.
- SEARS, D.W. **The Origin of Chondrules and Chondrites**. Cambridge University Press, 209 p., 2004.
- SVISERO, D.P.; AMARAL, S.E.; GOMES, C.B. O meteorito Itapuranga, Goiás, e os sideritos brasileiros. **Boletim IG-USP**, Série Científica, v. 11, n. 1, p. 21-30, 1980.
- TAYLOR, S.R. & MACLENNAN, S.M. **The continental crust: its composition and evolution**. Oxford: Blackwell, 312 p., 1985.
- ZANDA, B. & ROTARU, M. **Meteorites their Impact on Science and History**. Cambridge University Press, 129 p., 2002.
- ZUCOLOTTI, M.E. **Meteoritos: sua fonte de informação sobre meteorítica**. Publicado em 10 de fevereiro de 2009 às 12:32 horas. Disponível em: http://www.meteoritos.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=48:brasil-desconhece-seus-meteoritos&catid=35:meteoritos-brasileiros&Itemid=54. Acessado em 10nov2010.

30. ZUCOLOTTO, M. A. **Meteoritos: sua fonte de informação sobre meteorítica**. Publicado em 28 de junho de 2010, às 21:18 horas. Disponível em: http://www.meteoritos.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=78:meteorito-e-encontrado-em-cidade-do-noroeste-do-rio&catid=1:latest-news&Itemid=50. Acessado em 10nov2010.
31. ZUCOLOTTO, M.E. & ANTONELLO, L.L. Studies of Brazilian Meteorites of the Museu Nacional - I: Petrography and Mineralogy of the Santa Vitória do Palmar, Rio Grande do Sul, L3 Chondrite Meteorite. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 66, p. 611-629, 2008.

*Manuscrito Recebido em: 15 de dezembro de 2010
Revisado e Aceito em: 01 de abril de 2011*