

A HISTÓRIA DA METEORÍTICA

Wilton Pinto de Carvalho^{1,2}, Débora Correia Rios^{1,2}, Ivanara Pereira Lopes dos Santos^{1,2}

1) Instituto de Geociências, Laboratório de Petrografia Aplicada, Universidade Federal da Bahia.

2) Associação de Astrônomos Amadores da Bahia - AAAB

INTRODUÇÃO

Os meteoritos são amostras geológicas de outros astros formados juntamente com a Terra há mais de 4,5 Ga. Eles proporcionam informações petrográficas, geoquímicas e geocronológicas de grande importância para ampliação do conhecimento científico sobre as condições físico-químicas que vigoraram durante a formação do sistema solar e permitem, de forma indireta, estudar regiões inacessíveis aos métodos atuais de coleta de amostras na Terra e no espaço. Acredita-se que os meteoritos férreos representam com fidelidade porções do núcleo da Terra, situado a 6.480 km da superfície e que os acondritos são fragmentos oriundos do manto de astros que se fragmentaram.

A idade de formação da maioria dos meteoritos supera a idade das rochas terrestres mais antigas. Por exemplo, uma rocha que caiu em Angra dos Reis, Rio de Janeiro, em 1869, tem uma idade de formação calculada em 5,56 Ga pelo método U-Pb (Amelin, 2007), superando o gneiss de Acasta - Canadá (4,2 Ga) em 1,53 Ga (Iizuka e al., 2006) e os zircões de Yilgarn Craton - Austrália (4,40 Ga) em 1,16 Ga (Wilde e al., 2001). Essa antiguidade torna os meteoritos fontes exclusivas de informações sobre os processos de acreção ocorridos na nebulosa primordial que originou o sistema solar, assim como e quando ocorreu a diferenciação dos seus astros e respectivos processos de partição dos elementos, principalmente aqueles que têm afinidade com as fases metálicas de ferro (siderófilos), sulfetadas (calcófilos) e silicáticas (litófilos), respectivamente abundantes no núcleo, manto e crosta dos planetas.

Apesar da importância dos meteoritos para os estudos geológicos e cosmológicos atuais, seu reconhecimento científico demandou a quebra de paradigmas vigentes nos séculos XVII e XVIII, haja vista o conceito newtoniano de que o espaço interplanetário deveria ser necessariamente vazio. As teorias então em voga preferiam atribuir uma origem vulcânica ou atmosférica para explicar a formação e queda de rochas e fragmentos de ferro de texturas e densidades diferentes dos espécimes geológicos terrestres comuns nas áreas dos achados. Os relatos de quedas e achados dessas rochas, geralmente feitos por camponeses sem instrução, simplesmente eram considerados invencionices quando chegavam ao conhecimento dos sábios da época.

Somente em 1794, Ernst Chladni (1756-1827), um membro da comunidade científica europeia, corajosamente publicou um livreto de 63 páginas, denominado “Sobre a Origem do Ferro Pallas e Outros Similares a ele e sobre Alguns Fenômenos Naturais Associados” relacionando achados de massas de ferro nativo e de algumas rochas à passagem de bólidos, ousando sugerir uma origem espacial para as mesmas (Chladni, 1794). Após a publicação desse livro, considerado sem valor científico pelos grandes nomes da ciência contemporâneos de Chladni, ocorreram nada menos do que seis bem documentadas quedas de meteoritos entre 1794 e 1803, na Europa e na Índia. Amostras das rochas coletadas após essas quedas foram analisadas química e petrograficamente, revelando semelhanças inexplicáveis se lhes fossem atribuída origem terrestre, haja vista sua composição aliada à diversidade das formações

geológicas e distâncias dos locais onde foram encontradas: Itália, Portugal, Inglaterra, Irlanda, França e Índia.

A queda de milhares de fragmentos de rocha que literalmente despencaram do céu sobre a província de L'Aigle, França, em 26 de abril de 1803, mereceu tratamento científico adequado conforme estudo feito por Jean Baptiste Biot para a Academia Francesa de Ciências, a partir do qual a origem extraterrestre dos meteoritos passou a ser aceita pelos sábios do início do século XIX, nascendo assim a Meteorítica, um novo ramo da ciência dedicada ao estudo desses fragmentos espaciais.

Desde então, o estudo dos meteoritos evoluiu para se constituir uma ciência multidisciplinar, presente em centenas de universidades. Foi constituída uma organização denominada The Meteoritical Society (Sociedade Meteorítica) que reúne uma vez por ano cientistas e escolares de todo o mundo para discutir as mais recentes descobertas e estudos de meteoritos. Essa sociedade também é o órgão normativo para nomenclatura e registro dessas amostras geológicas espaciais. Em 2 de setembro de 2009 o banco de dados mantido pela Meteoritical Society contava com 36.603 registros de quedas e achados de meteoritos.

DEFINIÇÕES E CONCEITOS

A União Astronômica Internacional – IAU define o termo meteoróide como “um objeto sólido movendo-se no espaço interplanetário, de tamanho consideravelmente menor que um asteroide e consideravelmente maior que um átomo ou molécula”. Essa definição, assim como os conceitos para os termos meteoro, bólido e meteorito foram estabelecidos há mais de 40 anos, pela Comissão 22 da IAU, em sua XI Assembléia Geral realizada em 1961. A discussão levada a efeito na assembléia de 2006 sobre o reconhecimento de Plutão como planeta culminou com a emissão da Resolução B5 sobre a classificação dos astros do sistema solar em três categorias: (a) planeta, (b) planeta anão e (c) pequenos corpos do sistema solar.

Para ser classificado como planeta o astro precisa preencher três requisitos: (1) estar em órbita em volta do Sol, (2) ter massa suficiente para sua própria gravidade superar as forças de um corpo rígido de forma que ele assume uma forma de equilíbrio hidrostático (quase redondo), e (3) ter limpado a vizinhança de sua órbita. Por sua vez, um planeta anão é um corpo celeste que preenche as duas primeiras condições estabelecidas para o astro ser considerado um planeta, mas que não conseguiu limpar sua órbita, nem é um satélite. Plutão foi rebaixado à condição de planeta anão porque sua órbita atravessa regiões povoadas por objetos do Cinturão de Kuiper. Finalmente, todos os outros objetos celestes que orbitam o Sol que não são classificados como planeta, planeta anão ou satélite integram uma categoria denominada “pequenos objetos do sistema solar”. Em nota de rodapé, a IAU esclarece na Resolução 5B que nessa última categoria está incluída a maioria dos asteroides e dos objetos transnetunianos, cometas e outros objetos pequenos, abstenendo-se de emitir informações sobre o tamanho e constituição desses corpos.

Meteoróide

Neste artigo, são adotados conceitos e definições sugeridos por Martin Beech e Duncan Steel para asteroide, meteoróide e partícula de poeira. Esses autores sugerem um limite superior e outro inferior expresso em metros para distinguir através do diâmetro se um corpo celeste é um asteroide, um meteoróide ou uma partícula de poeira. O limite superior adotado corresponde a 10 m de diâmetro, estabelecido com base no

tamanho mínimo de astros detectáveis pelos telescópios do projeto *Spacewatch*. Por sua vez, o limite inferior sugerido é da ordem de 100 μm (1 mm), estabelecido com base no fato de que objetos menores não produzem o fenômeno luminoso denominado meteoro. Assim, asteróides são os objetos com mais de 10 metros de diâmetro, enquanto os meteoróides têm entre 10 m e 100 μm (1 mm) de diâmetro. Abaixo desse limite, segundo os autores citados, o objeto é considerado como uma partícula de poeira (Beech e Steel, 1995).

Meteoro e Bólido

O termo meteoro é definido pela Organização Internacional de Meteoros - IMO como o “fenômeno luminoso que resulta da entrada de uma partícula sólida proveniente do espaço na atmosfera da Terra.”. Essa mesma definição é adotada pela União Astronômica Internacional (IAU). No mesmo glossário a IMO define bólido “como um brilhante meteoro com uma magnitude visual de -4.” A definição da IAU para o mesmo fenômeno é mais vaga: “brilhante meteoro com luminosidade igual ou superior a dos planetas mais brilhantes”. Esses dois termos, meteoro e bólido, relacionam-se à definição de meteoróide sugerida por Beech e Ducan, adotada neste trabalho. Por ser mais precisa, esse estudo acolhe a definição proposta pela IMO para o termo bólido.

Meteorito

As definições para o termo meteorito têm como ponto em comum o fato de uma massa sólida de origem espacial atingir a superfície da Terra. Segundo a IAU “meteorito é qualquer objeto definido como B (meteoróide) que alcançou a superfície da Terra sem haver se vaporizado completamente.”. A IMO vai mais longe um pouco definindo meteorito como “um objeto natural de origem extraterrestre (meteoróide) que sobrevive à passagem através da atmosfera e atinge a superfície.”

Combinando essas duas definições com aspectos mais específicos relacionados à composição química propomos neste trabalho a seguinte definição para meteoritos: são exemplares ou fragmentos de rochas e/ou de ferro, que originalmente orbitavam o Sol sob a denominação de meteoróides e que sobreviveram à passagem pela atmosfera da Terra, logrando atingir sua superfície.

Além dos termos meteoróide, meteoro e meteorito destacam-se outros dois conceitos largamente utilizados no estudo dos meteoritos:

- a) **queda** – refere-se a um meteorito cuja entrada e trajetória na atmosfera terrestre foi testemunhada por pessoas ou equipamentos, sendo posteriormente recuperado.
- b) **achado** – refere-se a um meteorito encontrado na Terra sem que tenha sido localizado registros confiáveis de observações de sua entrada e trajetória na atmosfera.

METEORITOS NA ANTIGUIDADE

Meteoritos chocam-se com a Terra desde os primórdios do sistema solar. Os registros mais antigos de quedas de meteoritos estão localizados em depósitos de calcário explorados no Sudeste da Suécia, de onde foram extraídos mais de 40 meteoritos fósseis intrudidos em sedimentos do período Ordoviciano, entre 450 e 480 Ma (Matthew, 2002). Quedas mais antigas ocorreram como demonstram estruturas típicas de grandes impactos identificadas nos quatro continentes e catalogadas em banco de dados mantido pela University of New Brunswki, Canadá. Conforme essa fonte, a estrutura mais antiga, denominada Suavjarvi, está situada na Rússia e apresenta uma

idade de 2,4 Ga (Mashchak et al, 1996). Outras dez estruturas dentre as 175 catalogadas revelaram idade superior a 1,0 Ga.

Meteoritos também foram venerados como deuses na Grécia e na Itália. O fato melhor documentado refere-se a uma rocha de forma triangular adorada como deus (El-Gabal) na cidade de Emessa, Síria, onde o imperador romano Heliogabalus nasceu. Ao se tornar imperador Heliogabalus mandou transportar o meteorito para Roma onde foi construído um grande templo para abrigar a rocha sagrada que passou a ser a divindade mais importante do Império Romano entre 218 e 222 EC. Outra rocha famosa, possivelmente de origem meteorítica, está preservada em Meca, na Arábia Saudita, cidade natal de Maomé (570-632 EC). Um santuário de forma cúbica abriga essa relíquia sagrada que recebe anualmente a visita de milhões de peregrinos de todas as partes do mundo em cumprimento a preceito religioso que os obrigam a ir àquele local pelo menos uma vez na vida, se tiverem recursos para custear a viagem.

Na antiguidade e até o final do século XVIII os meteoritos eram associados a erupções vulcânicas, relâmpagos e trovões, haja vista o descrédito total que os estudiosos dedicavam a uma possível origem espacial para algumas rochas cujas quedas foram testemunhadas ou fragmentos de ferro metálico que foram achados longe de qualquer ocorrência de depósitos de minério

METEORITOS HISTÓRICOS

QUEDAS

Nogata, Japão, 861

A mais antiga queda de um meteorito cuja rocha está preservada até o presente ocorreu em 19 de maio de 861. Trata-se de uma rocha condrítica com 472 g denominada Nogata. Essa preciosidade está guardada há 1.167 anos em uma pequena caixa de madeira, no Santuário Suga, distrito de Fukuoka, Japão.

Ensisheim, França, 1492

A segunda queda mais antiga cujos registros e o meteorito estão conservados ocorreu em 7 de novembro de 1492, cinco dias antes de Cristóvão Colombo chegar às praias do Caribe e mais de 600 anos depois da queda da rocha de Nogata. O meteorito Ensisheim é também uma rocha condrítica com peso original de 127 kg. Fato curioso é que o imperador austríaco Maximiliano visitou o local 15 dias depois da queda, determinando que o meteorito fosse guardado na igreja. Ele considerou a queda do meteorito um bom augúrio às guerras que movia contra os franceses e os turcos, porém a cidade de Ensisheim que no tempo de Maximiliano integrava o império austríaco, hoje é território francês.

Hraschina, Croácia, 1751

Uma massa de ferro com aproximadamente 34 kg foi vista caindo às 6 horas da manhã de 26 de maio de 1751 conforme relatório escrito pelo bispo da vila de Agram. Esse relatório foi enviado a Viana, sendo acompanhado de uma amostra da massa e do depoimento juramentado de sete testemunhas oculares residentes em diferentes localidades. Em 1790, isto é, 49 anos depois da queda, esse meteorito foi estudado pelo abade Andréas Xaver Stütz (1747-1806) comparando-o com o achado de Krasnojarsk (Meteorito Pallas). Em seu livro Stütz descarta qualquer possibilidade sobre a origem espacial dos meteoritos, afirmando que os relatos de quedas de rochas e fragmentos de ferro não passavam de contos de fadas.

Albareto, Itália, 1766

Essa queda ocorreu no Norte da Itália por volta das cinco horas da manhã no verão de 1766. Esse evento motivou o jesuíta Domenico Troilli (1722-1792) a escrever um livro de 120 páginas sobre os relatos de testemunhas oculares e análises preliminares realizadas em uma amostra da rocha desenterrada por moradores logo após sua queda. Troilli apresentou também uma teoria sobre a origem terrestre da rocha, reconhecendo que ela havia de fato caído do céu, porém enfatizando que a rocha havia sido transportada para as nuvens por uma explosão subterrânea.

Lucé, França, 1768

Trovões em um céu claro seguidos por um chiado alto e prolongado antecederam a queda de uma rocha, imediatamente desenterrada por moradores locais que disseram ter de esperar um pouco para que a mesma esfriasse a fim de ser manuseada. Um amostra foi entregue ao abade Charles Bacheley (1716-1795) que a enviou para a Academia de Ciências de Paris, da qual era membro-correspondente. Essa rocha foi estudada por três químicos da época, entre eles o jovem Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794) que apresentou em 1769 os resultados da primeira análise química processada cientificamente em uma rocha meteorítica, concluindo que era um fragmento de arenito rico em pirita que havia sido atingido por um raio.

Pettiswood, Irlanda, 1779

Após um prolongado som semelhante a um trovão, uma rocha de peso e tamanho não mencionados bateu na parte de madeira dos arreios de um cavalo, derrubando o assustado animal. Logo após a queda da rocha as pessoas de toda a vizinhança sentiram um forte cheiro de enxofre. Essa história levou sete anos para ser contada e publicada, haja vista o receio que as testemunhas tinham de serem ridicularizadas.

Siena, Itália, 1794

Um bólido foi visto em Siena, Itália por volta das 19 horas de 16 de junho, ainda dia claro naquele verão europeu. Sons semelhantes a tiros de canhão foram seguidos pela queda de rochas, prontamente recolhidas ainda quentes por muitas pessoas. Coincidentemente o vulcão Vesúvio havia entrado em erupção no dia anterior e apesar do Frade Ambrogio Soldani (1736-1808) ter escrito uma dissertação demonstrando que as rochas que caíram em Siena não podiam ser vulcânicas, a dúvida persistiu.

Wold Cottage, Inglaterra, 1795

A queda seguinte aconteceu na Inglaterra na tarde de 13 de dezembro de 1795. Edward Topham (1751-1820), um respeitado juiz que morava próximo e proprietário das terras onde ocorreu o impacto investigou o fenômeno com seriedade, entrevistando testemunhas e presenciando a extração de uma rocha de 25 kg encravada em uma camada de calcário, a cerca de 33 cm da superfície. Topham tomou o depoimento, sob juramento, de duas testemunhas que estavam muito próximas do ponto onde o meteorito chocou-se com o solo: um pastor de ovelhas e um trabalhador rural, ambos empregados do magistrado. Os dois viram quando a rocha impactou o chão fazendo um buraco de aproximadamente 1 m de diâmetro. Segundo escreveu o Juiz Topham, o trabalhador rural John Shipley estava a menos de 10 metros do local do impacto e foi atingido pelo solo levantado pelo choque. Embora muito próximas do local do impacto e tenha sido investigado por um magistrado inglês, ainda não foi dessa vez que todos os cientistas mudaram de opinião quanto a origem dessas rochas, haja vista que uma grande tempestade com relâmpagos e trovões foi registrada

naquele mesma tarde pelos habitantes da vila de Wold Newton, a cerca de 16 km do local da queda.

Évora Monte, Portugal, 1796

O laureado poeta inglês Robert Southey (1774-1843) enquanto residia em Portugal teve a oportunidade de descrever a queda desse meteorito através de testemunhos juramentados que ouviram duas explosões muito altas e presenciaram no início da tarde de 19 de fevereiro de 1796 a queda de uma rocha.

Benares, Índia, 1798

Um detalhado relato foi enviado por John Lloyd Williams (1765-1838) ao presidente da Real Sociedade de Londres, registrando a ocorrência de um bólido muito intenso que projetava sombras no solo durante sua passagem na noite de 10 de dezembro de 1798. Após uma grande explosão, dezenas de rochas de vários tamanhos caíram na província de Krakhut, cerca de 14 km distante de Benares, Índia. Amostras dessa queda foram encaminhadas ao químico inglês Edward Howard (1774-1816) para análise.

L'Aigle, França, 1803

A evidência mais marcante sobre a origem espacial dos meteoritos surgiu na tarde de 26 de abril de 1803, nos arredores de L'Aigle, Normandia, França. Uma “chuva de pedras” com mais de 3.000 espécimes foi testemunhada por centenas de pessoas. A Academia de Ciências da França designou um jovem físico chamado Jean Baptiste Biot (1774-1862) para investigar a ocorrência. Cético em princípio, embora levasse consigo amostras de meteoritos anteriormente coletados cuja estrutura e composição eram diferentes de qualquer rocha terrestre, Biot rendeu-se ao fato de que as rochas de L'Aigle eram de origem espacial haja vista três incontestáveis evidências: (1) estrutura similar às amostras coletadas em lugares e épocas muito distantes da ocorrência investigada; (2) surgimento repentino de uma grande quantidade dessas rochas e (3) o grande número de pessoas de diferentes profissões e interesses que presenciaram a queda.

ACHADOS

Campo del Cielo, Argentina, 1576

Quando os espanhóis começaram a colonizar o noroeste da Argentina notaram que algumas tribos indígenas usavam pontas de ferro em suas flechas e lanças. Em 1576 o governador de Tucuman solicitou ao capitão Hernán de Miraval que investigasse a fonte desse metal. Em 1584 Miraval escreveu um relatório sobre sua expedição informando que havia localizado uma grande massa de ferro, porém sua descoberta caiu no esquecimento, sepultada entre os milhares de documentos dos arquivos reais de Sevilha, mas a tradição oral continuou viva em Santiago del Estero, levando Bartolomé de Maguna a reiniciar as buscas em 1774. Esse explorador encontrou uma grande massa de metal que passou a ser conhecida como “El Mesón de Fierro” (A Mesa de Ferro) da qual foram extraídas amostras e enviadas à Espanha, onde uma errônea análise química estimava seu conteúdo em 80% de ferro e 20% de prata. A suposta presença desse precioso metal motivou outras expedições em 1799 e 1783 para investigar possíveis minas de ferro e de prata onde a Mesa de Ferro foi achada, todavia em 1799 o químico francês Josef-Louis Proust (1754-1826) analisando uma amostra desse meteorito verificou que não havia prata alguma e que sua composição mais provável era 90% de ferro e 10% de níquel. Essa foi a primeira análise química cientificamente levada a efeito em um meteorito de ferro. Infelizmente a “Mesa de

Ferro” nunca mais foi encontrada, apesar de possuir uma massa estimada em 15 t pelo tenente Rubin de Celis que visitou o local do achado em 1883 e dela extraiu mais de 15 kg de amostras. Em compensação, já foram desenterrados do solo argentino mais de 44 toneladas desse meteorito, hoje presente em quase todas as coleções institucionais e particulares.

Krasnojarsk, Sibéria, Rússia, 1772

Esse meteorito também denominado Pallas em homenagem a Peter Simon Pallas (1741-1811) que o apresentou ao mundo científico em 1772, tem seu lugar na história da meteorítica por três motivos: (a) foi o tema principal do primeiro livro publicado sobre a possível origem dos meteoritos e fenômenos associados à passagem de bólidos, queda e recuperação de massas de ferro e de rochas que as pessoas afirmavam terem caído do céu (Chladni, 1794); (b) foi o primeiro meteorito de composição mista (matriz de ferro-níquel com incrustações de cristais de olivina) descoberto, constituindo o grupo dos palasitos (outra homenagem a Peter Pallas) na classificação proposta por Gustav Rose (1798-1873) em 1825; (3) é o único meteorito em todo o mundo cujo lugar de seu achado está atualmente assinalado por um monumento, construído em 1980.

Bendegó, Brasil, 1784

Quando foi achado em 1784 na caatinga do interior da Bahia por um jovem chamado Domingos da Mota Botelho esse meteorito despertou a cobiça dos colonizadores na suposição de que continha prata ou era indício de grandes depósitos de ferro. As primeiras notícias levadas ao governador da Bahia por Bernardino da Mota Botelho (provavelmente o pai do descobridor) descreviam o achado como uma massa de ferro muito grande, em tudo estranha às características mineralógicas locais: “um aborto da natureza” como a descreveu o Capitão-Mor Bernardo Carvalho da Cunha, incumbido de transportar a peça para Salvador. No final do século XVIII, pelo menos duas tentativas de remoção e transporte do meteorito não lograram êxito, haja vista o peso (5.360 kg) e o tamanho (2,20x0,90x0,57m) avantajados da massa, incompatíveis com os meios de transporte e estradas da época. Felizmente para o Brasil esses fatores impediram a remessa do meteorito para Lisboa, como pretendia o governador D. Rodrigo José de Menezes, representante na Bahia de D. Maria I, a Louca. As primeiras amostras desse siderito foram enviadas a Lisboa, ainda no ano de sua descoberta, entretanto não há registro de terem sido estudadas pelos químicos da época. Em 1811 o inglês Aristides Franklin Mornay (1779-1855) esteve no local do achado, comprovando que a massa de ferro era meteorítica. Mornay escreveu uma carta, sob o formato de relatório, para o Secretário Geral da Real Sociedade de Londres, William Hyde Wollaston (1766–1828) que recebeu amostras do siderito para análise. Em 1816, o relato de Mornay foi publicado no periódico *Philosophical Transactions* acompanhado de uma nota de Wollaston reconhecendo cientificamente a origem meteorítica do Bendegó (Mornay, 1816).

O traslado do meteorito Bendegó da Bahia para o Rio de Janeiro foi pessoalmente ordenada pelo Imperador D. Pedro II e tornou-se um marco na história da meteorítica pelo inusitado esforço dispendido para fazer essa massa de ferro chegar até um centro de estudos. Até 1928 o meteorito Bendegó era a maior massa de ferro de origem espacial exposta em um museu. O local de seu achado e do embarque ferroviário que o conduziu do interior da Bahia para Salvador foram assinalados por marcos comemorativos, sendo portanto o único meteorito no mundo até 1980 a merecer essa distinção. Infelizmente o marco contruído no local do achado em 1787 foi demolido pelos superciosos moradores locais, todavia permanece de pé o marco edificado em

maio e 1888, na estação ferroviária do Jacurici, no município de Itiúba onde o meteorito foi embarcado no trem que o conduziu a Salvador.

NASCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA METEORÍTICA

Teorias Vigentes até 1803

Como vimos nos parágrafos anteriores, apenas em 1803 a comunidade científica acatou evidências físicas e testemunhos de centenas de pessoas sob o avistamento de bólidos cruzando o céu, seguidos de quedas de rochas e fragmentos de ferro. A “chuva de pedras” de L’Aigle que ocorreu nos arredores da vila francesa de mesmo nome não deixou qualquer dúvida de que milhares de fragmentos de rochas caíram do céu. O relatório de Jean Baptiste Biot, encarregado pela Academia de Ciências da França para investigar o fenômeno, convenceu os cientistas sobre a origem extraterrestres dos meteoritos.

Pioneiramente o livro de Ernst Chladni publicado em 1794 propunha essa idéia e por isso ele foi ridicularizado pelos sábios de seu tempo. O conhecimento científico dividia-se entre teorias que tentavam explicar a formação de rochas e ferro nativo nas altas camadas da atmosfera ou defendia a idéia de que os objetos que caíam do céu eram de origem terrestre e foram lançados para alto por erupções vulcânicas e explosões de grande magnitude. Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794) foi um dos eminentes sábios do século XVIII que defendia a formação de objetos sólidos na atmosfera a partir de gases emanados da superfície que eram incendiados a grande altitude produzindo metais e rochas consolidados. Domenico Troilli (1722-1792) escreveu em 1766 que a origem do meteorito Albareto devia-se a uma explosão subterrânea que havia transportado a rocha para o céu. Franz Güssmann escrevendo sobre o ferro-nativo achado em Krasnojarsk, Sibéria em 1772 (Meteorito Pallas) teorizava que o metal constituinte do meteorito havia sido fundido na superfície da Terra pela queda de raios, sendo em seguida transportado para a atmosfera por forças físicas produzidos pela descarga elétrica. William Hamilton (1730-1803) analisando os fatos relacionados à queda de Siena em 1794, propôs uma origem vulcânica para aquela rocha em um artigo publicado em 1795 no respeitado periódico *Philosophical Transactions of the Royal Society*. Em 1787, o eminente astrônomo William Herschel (1738-1822) divulgou que havia observado três erupções na Lua. Sete anos depois, o físico Guglielmo Thomson (1761-1806) em carta dirigida a Domenico Troilli diz que um amigo havia sugerido uma origem lunar para as rochas que caíram em Siena. Thomson não identifica o amigo, provavelmente por medo de ser ridicularizado.

Desenvolvimento e Consolidação da Meteorítica como Ciência

A meteorítica deu seus primeiros passos no decorrer do século XIX. Químicos ilustres de Paris, Viena e Londres dedicaram algum tempo ao estudo das rochas e fragmentos de ferro caídos do céu. No final do século anterior, Lavoisier, Fougeroux e Proust realizaram análises químicas em meteoritos pétreos e férreos, estabelecendo uma composição genérica onde foi constatada a presença de Ferro, Níquel e silicatos.

Em 1801 o astrônomo Giuseppi Piazzi (1746-1826) descobriu o primeiro asteróide, denominado posteriormente Ceres cuja órbita situa-se entre os planetas Marte e Júpiter. Em 1802 foi a vez da descoberta do asteróide Pallas ser observado. Dessa forma, constatou-se que havia corpos de pequenas dimensões orbitando o sol, além

dos planetas, satélites e cometas. Não demorou muito para surgirem hipóteses ligando os asteróides à origem dos meteoritos.

O primeiro cientista a dedicar-se integralmente ao estudo dos meteoritos foi o francês Gabriel-Auguste Daubrée (1814-1896), geólogo e mineralogista e diretor do Museu de História Natural da França. Daubrée ampliou consideravelmente a coleção de meteoritos desse museu, adicionando 439 novos exemplares de quedas e achados. Ele desenvolveu métodos experimentais para testar a formação dos meteoritos, fundindo espécimes e deixando-os resfriar para observar a cristalização dos minerais e a formação da crosta em comparação com rochas terrestres submetidas ao mesmo processo. Os processos químicos, físicos e petrográficos utilizados por Daubrée permitiram-lhe em 1867 publicar uma classificação para os meteoritos baseada na presença ou não de côndrulos e no conteúdo de Ferro. Os termos siderito, assideritos, holossideritos e outros com o sufixo siderito (de ferro) são originários dessa classificação pioneira.

Em Viena, Londres e Berlim as coleções de meteoritos dos museus de história natural receberam igual tratamento científico, destacando-se os trabalhos de Carl von Schreibers (1775-1852), Paul Maria Partsch (1791-1856), Moriz Hörnes (1815-1868) e Wilhem Haidinger (1795-1871), Gustav Tschermak (1836-1927) e Aristides Brezina (1848-1909) em Viena. O Museu de História Natural de Berlim também engajou-se em uma jornada para ampliar sua coleção de meteoritos incorporando acervos de ilustres cientistas da época como Alexander von Humbolt (1769-1859) e Ernst Chladni (1756-1827). Simultaneamente, no decorrer do século XIX, o Museu de História Natural de Londres destacava-se pelo tamanho e qualidade de sua coleção de meteoritos, mais de 200 exemplares em 1850. Nevil Story-Maskelyne (1823-1911) foi o principal responsável por esse incremento, inaugurando a estratégia de obter meteoritos através de compra, troca e incentivos à busca em território britânico e suas possessões. Atualmente o Museu de História Natural de Londres é detentor da maior coleção de meteoritos do mundo, com cerca de 1.900 exemplares (Grady, 2006) originários de 90 países diferentes. Além dessas coleções guardadas em museus europeus, destaca-se a coleção Smithsonianem Washington –DC e o acervo do Museu de História Natural de New York, ambas nos Estados Unidos.

A Meteorítica no Século XX

Em que pesem os esforços dos cientistas do século XIX para elevar a meteorítica à categoria de ciência, até 1920 os estudos sobre meteoritos ainda eram escassos e não despertavam muito interesse na comunidade científica. Foi na década de 1950 com o advento dos programas de conquista do espaço russo e americano que os meteoritos passaram a ser considerados fontes de informações sobre a origem e evolução do sistema solar, sendo então elevados à categoria de amostras de corpos planetários detentores de preciosos registros das condições reinantes no espaço sideral.

A utilização de equipamentos cada vez mais sofisticados para análise química e petrológica das rochas terrestre e, a exemplo da Ativação por Irradiação de Nêutrons (INAA), Espectroscopia de Massa por Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS) e microsondas eletrônicas permitiram deduções cada vez mais detalhadas sobre os corpos planetários que deram origem aos meteoritos, sua formação e taxas de resfriamento. Assim, a classificação moderna dos meteoritos abrange pelo menos 27 grupos diferentes de rochas e fragmentos de ferro espaciais. Entre esses grupos há espécimes que provavelmente vieram da Lua, do planeta Marte e do asteróide Vesta.

Enquanto em 1972 apenas cerca de 2.100 meteoritos estavam registrados na Sociedade Meteorítica, em setembro de 2009 esse número é da ordem de 36.400 exemplares. Esse aumento substancial na quantidade de meteoritos e correspondentemente o incremento de artigos e reportagens abordando essa temática deve-se principalmente aos programas institucionais desenvolvidos por universidades para recuperação de meteoritos, destacando-se os projetos de busca de meteoritos na Antártica e nos desertos da África e do Oriente Médio.

Lado a lado com o interesse científico pelos meteoritos, nos últimos 30 anos desenvolveu-se uma longa cadeia de colecionadores que mantêm acervos particulares e patrocinam expedições para recuperação de meteoritos, tornando cada vez mais acessível o conhecimento dessas amostras geológicas espaciais.

CONCLUSÕES

Como todas as ciências, a meteorítica enfrentou descrédito e desconfiança por parte da maioria dos sábios dos séculos XVIII e XIX que não atribuíam qualquer importância ao testemunho de centenas de pessoas, em sua grande parte camponeses analfabetos, sobre rochas que caíam do céu.

O livro de Ernst Chladni publicado em 1794 que sugeria uma origem espacial para os meteoritos foi duramente criticado, mas por volta de 1803 foi acatado por muitos cientistas que estudaram essas misteriosas rochas e fragmentos de ferro. Vigorava na época teorias que incluíam vulcanismo lunar, vulcanismo terrestre, formação de sólidos na atmosfera por ação da eletricidade e fusão de rochas terrestres por raios para explicar o inegável fato de que pedras caíam do céu.

Apesar do descrédito, os museus de história natural da França, Viena, Londres, Moscou e Berlim mantinham cuidadosamente coleções dessas rochas e fragmentos de ferro que lhes chegavam por doação ou aquisição de coleções de minerais. A partir de 1803 quando foi publicado o relatório Biot sobre a queda das rochas de L'Aigle, Normandia, aumentou muito o interesse científico pelos meteoritos. Durante o século XIX foram aperfeiçoados métodos de análises químicas e de ensaios físicos que desvendaram a composição e as propriedades físicas das rochas e fragmentos de ferro que tombaram do céu. Em 1888 quando o Bendegó chegou ao Rio de Janeiro o estudo dos meteoritos já estavam bem desenvolvido e os museus de todo o mundo buscavam aumentar suas coleções e expor grandes massas de ferro meteorítico como atração principal de suas seções mineralógicas.

Os programas espaciais americano e russo que começaram a tomar impulso na década de 1950 promoveram sobremaneira a investigação das condições vigentes no espaço sideral e despertaram a necessidade de se entender melhor a formação dos astros do sistema solar. Os meteoritos eram as únicas amostras geológicas de outros astros disponíveis para estudo, antes do primeiro pouso do homem na Lua, em 1969.

Atualmente, a meteorítica é considerada uma ciência multidisciplinar com um amplo corpo de cientistas trabalhando nas principais universidades do mundo. O interesse governamental pela recuperação de meteoritos no continente Antártico e a busca de novos exemplares nos desertos da África e do Oriente Médio por parte de colecionadores incrementa a cada ano a quantidade e variedade dessas amostras geológicas de outros mundos, cujo estudo é objeto de aguerrida concorrência entre os cientistas que se dedicam à meteorítica.

REFERÊNCIAS

- Amelin Y., 2007. U-Pb ages of angrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. V. 72 - 221-232
- Beech, M. e Steel, D. 1995. *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*. V.36. 281-281.
- Chladni, E. F. F. 1794. Über den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen, und über einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen. Riga and Leipzig: J.F.Hartknoch, 63 pp. (Reprint edition, 1974, UCLA)
- Iizuka T. e al., 2006, 4.2 Ga zircon xenocryst in an Acasta gneiss from northwestern Canada: Evidence for early continental crust. *Geology*. V. 34. 45-48
- Mashchak M. S. e al., 1996. The Suavjarvi Structure: an Early Proterozoic Impact Site on the Fennoscandian Shield. *Lunar and Planetary Science*. V. 27. 825-825.
- Matthew G., 2002. Hidden treasures: The hunt for meteorites is focusing on railway stations. *The Guardian*, January 24 2002. <http://www.guardian.co.uk/science/2002/jan/24/physicalsciences.research>
- Mornay, A. F. 1816. An Account of the Discovery of a Mass of Native Iron in Brazil (Bendego). *Philosophical Transactions* 106:270-280.
- Wilde S. A. e al., 2001. Evidence from detrital zircons for the existence of continental crust and oceans on the Earth 4.4 Gyr ago." in *Nature*, V. 409. 175-178.

Nota do Autor:

*Além das referências acima citadas, o autor utilizou extensivamente o livro *The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds (A História da Meteorítica e Principais Coleções de Meteoritos, organizado por G. J. H. McCall, A. J. Bowden e R. J. Howarth, Publicado pela Sociedade Geológica de Londres, em 2006, registrando-se aqui o devido crédito a essa fonte.**