

0 ALVO TERRA

**Maria Elizabeth Zucolotto
Ariadne C. Fonseca
Loiva L. Antonello**

Para entendermos o que são os meteoritos devemos conhecer melhor o Sistema Solar. Este não é formado apenas pelos oito planetas que giram em órbitas elípticas quase circulares ao redor do Sol, mas também por cerca de uma centena de luas, dos milhares de asteroides e uma infinidade de cometas e corpos menores (no cinturão de Kuiper, estendendo-se até cerca de 2 anos luz na nuvem de Oort). Para cada corpo celeste avistado, existem mil um pouco menores; para cada um destes menores outros mil menores e assim sucessivamente até uma infinidade de partículas microscópicas.

Assim, o espaço interplanetário não é um espaço vazio ou vácuo como se supunha no passado, mas sim repleto de poeira cósmica e partículas atômicas carregadas que emanam do Sol, chamadas de vento solar. Estas partículas refletem a luz do Sol e podem ser vistas daqui da Terra ao longo do Zodíaco, daí o nome Luz Zodiacal.

Muitos asteroides possuem órbitas bastante excêntricas, passando próximo da Terra: são os NEOs ou NEAs - do inglês Near Earth Objects ou Near Earth Asteroids, (em português, objetos próximos da Terra ou asteroides próximos da Terra). Hoje já conhecemos mais de 10.000 NEOs sendo que mais de 1200 maiores que 1 km. A cada dia mais destes objetos são descobertos (fig. 1).

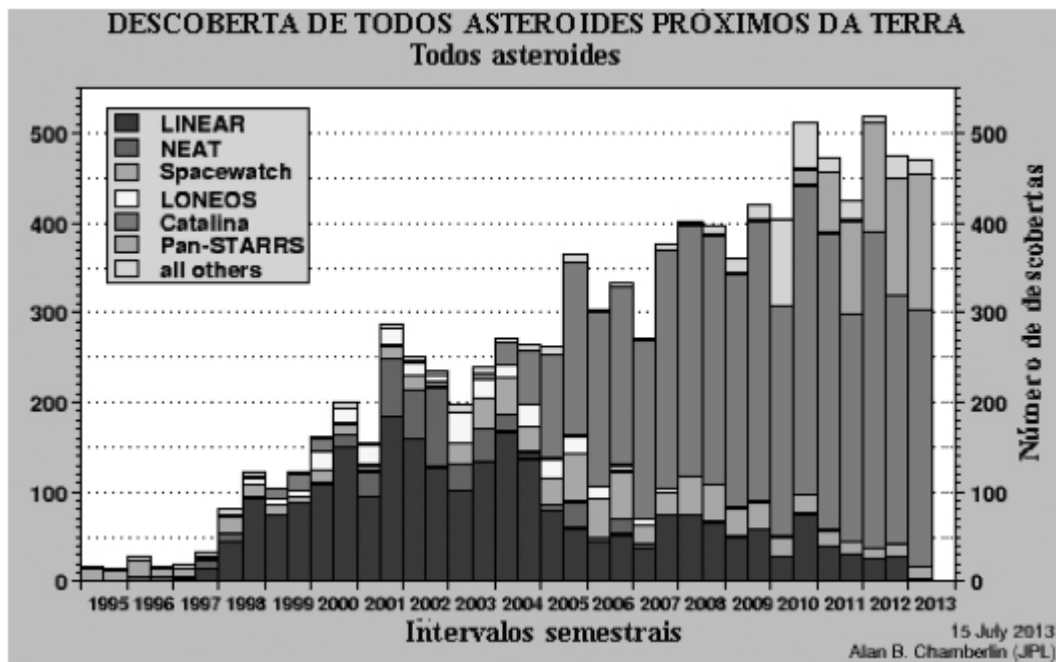


Figura 1 - Gráfico mostrando o número de NEOs encontrados pelos diversos programas de busca em função do semestre que foram descobertos. Estes programas só começaram em 1995 após o choque do Shoemaker-Levy 9 com Júpiter.

Fonte: <http://neo.jpl.nasa.gov/stats/>

Salientamos aqui que, para cada corpo celeste avistado, ou seja, grande suficiente para ser detectado da Terra, existe mil que são dez vezes menores. Para cada um destes, outros tantos nesta mesma proporção, de tal forma que existe uma infinidade de partículas microscópicas chamadas de poeira cósmica. A Luz Zodiacal avistada no céu em alguns dias de outono e primavera é provocada pela luz do Sol refletida na poeira cósmica ao longo do Zodíaco.

A atmosfera terrestre é continuamente bombardeada por material cósmico. Segundo estimativas da NASA, a quantidade média diária é de cerca 3.650.000 toneladas e a maioria em forma de poeira. Nos últimos 4 bilhões de anos, cerca de 20 quatrilhões de toneladas teriam adicionado cerca de 40 cm de sedimento meteorítico, que devido às atividades dinâmicas como intemperismo e tectônica foram incorporados nas regiões mais internas à superfície da Terra (fig. 2).

Por sorte ou por azar, caem anualmente aproximadamente 500 meteoritos na Terra e são grandes o suficiente para serem recuperados. Cerca de 50 são vistos caírem, mas apenas cerca de 5 a 8 são recuperados. Em 200

anos de registro de quedas de meteoritos foram anotados apenas 1005 meteoritos provenientes de quedas observadas.

Os impactos de grandes meteoritos formadores de crateras são muito raros, no entanto já ocorreram com bastante frequência durante a formação da Terra, tendo diminuído muito até os dias de hoje.

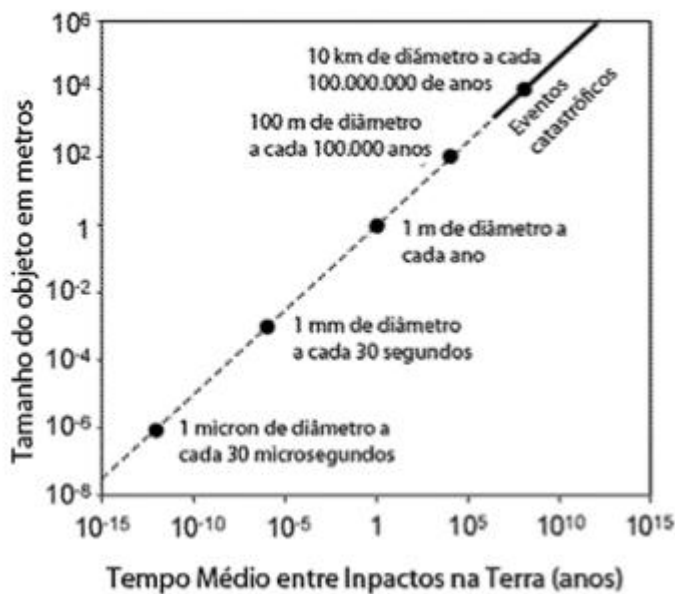


Figura 2 - Gráfico mostrando a relação em escala logarítmica da quantidade de material cósmico que penetra a atmosfera terrestre em função do tamanho das partículas.

Meteoros

Numa noite límpida e sem luar no campo ou na praia, distante das luzes das cidades podemos ver com certa frequência um clarão que cruza rapidamente e repentinamente o céu. Este fenômeno é conhecido popularmente como 'estrela cadente' e cientificamente como meteoro.

Esses meteoros são produzidos por pequenos corpos que, gravitando em torno do Sol, ao atingirem em grande velocidade a atmosfera terrestre, tornam-se incandescentes pelo choque com as moléculas de ar, reduzindo-se na maioria a pó antes de alcançarem o solo. Os maiores, ou mais resistentes, podem sobreviver ao calor da fricção, conseguindo chegar ao solo; são os meteoritos que podem ser admirados nas coleções dos museus de História Natural. Quando no espaço interplanetário, antes de

atingirem a atmosfera terrestre, estes corpos são chamados de meteoroides.

Os meteoros ocorrem aleatoriamente surgindo repentinamente de qualquer ponto do céu e cruzando em qualquer direção. No entanto os astrônomos podem prever a ocorrência de um maior número de meteoros em alguns dias dos anos; estes meteoros ocorrem em épocas periódicas e partindo de um mesmo local radiante no céu, sendo chamadas de chuvas de meteoros.

Segundo as leis da física os corpos da vizinhança da Terra se movem com velocidades de 29 a 42 km/s e sofrem reações distintas ao penetrarem a atmosfera terrestre: objetos menores 0,1 mm penetram despercebidos na atmosfera, são os micrometeoritos; os corpos maiores, ao penetrarem a atmosfera com velocidades cósmicas, sofrem atrito com as moléculas de ar e são desacelerados. O calor gerado pelo atrito os vaporiza e ioniza o ar adjacente tornando-os incandescentes e sendo avistados da Terra como meteoros.

Devido à ionização do ar adjacente, o tamanho do meteoro é muito maior que o da partícula que o produz. Objetos maiores que 10 gramas podem produzir bólidos (grandes meteoros). Um meteoróide de menos de 1 metro de diâmetro pode produzir um bólido de cerca de 200 m de diâmetro podendo chegar a brilhar tanto quanto o Sol.

A velocidade de penetração na atmosfera irá depender da direção com que se aproxima da Terra, que viaja ao redor do Sol em órbita direta (sentido anti-horário), com uma velocidade de aproximadamente 30 km/s. Os demais corpos celestes pertencentes ao sistema solar podem cruzar a órbita terrestre em qualquer direção e sentido com velocidades de até 42 km/s.

O encontro entre a Terra e um meteoróide só ocorre quando estes cruzam os nodos da órbita (pontos de interseção) no mesmo instante. Assim, para objetos que viajam no mesmo sentido que a Terra essa velocidade se subtrai (meteoros lentos), alcançando velocidade mínima de 11 km/s, ou aproximadamente 40.000 km/h. No outro extremo, para objetos viajando

em sentido contrário, as velocidades se somam atingindo 72 km/s ou aproximadamente 260.000 km/h (meteoros rápidos).

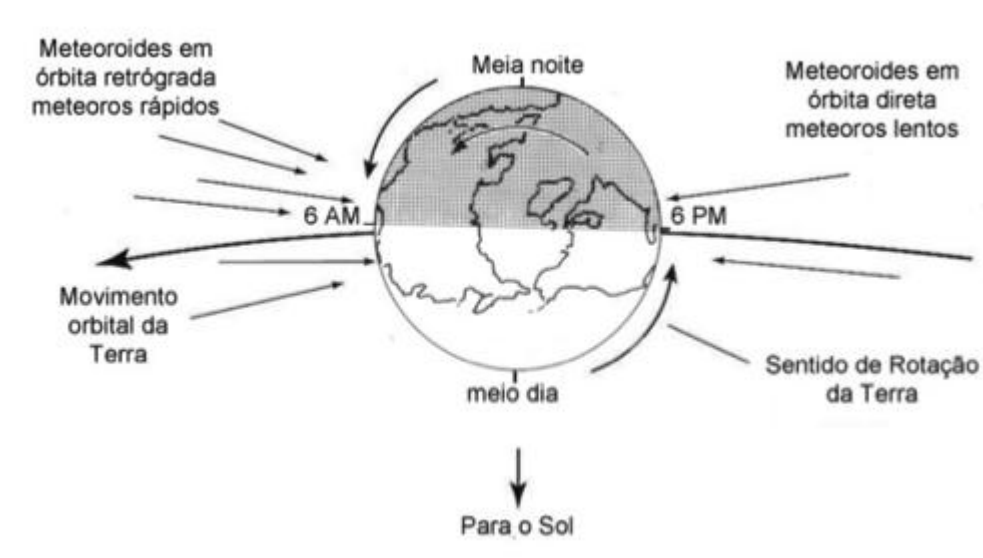


Figura 3 - Os meteoroides penetram a atmosfera terrestre com velocidades que irão depender da direção e sentido com que se encontram com a Terra ao longo de sua órbita.

Quanto mais baixa a velocidade de entrada, maior é a chance do meteoróide sobreviver à passagem atmosférica atingindo a Terra como meteorito. Os corpos que viajam em sentido contrário se queimam nas camadas mais altas da atmosfera e dificilmente alcançam a superfície. A maioria dos meteoros é vista de meia-noite ao amanhecer, quando se encontram frente a frente com a Terra. (fig. 3).

Os encontros de alta velocidade tendem a ocorrer de meia noite ao meio dia. Os encontros de baixa velocidade tendem a ocorrer de meio dia à meia noite, como podemos verificar pelas possibilidades visualizadas pela plotagem das órbitas.

Quanto à origem, os meteoros possuem fontes distintas sendo divididos em meteoros esporádicos e chuvas de meteoros.

Meteoros Esporádicos

Os meteoros esporádicos, como o nome diz, acontecem a qualquer momento, sem nenhuma previsão, não mostram preferência pelo plano da eclíptica e podem se aproximar da Terra de qualquer direção e sentido.

São muito comuns, podendo ser avistados cerca de 3 a 6 por hora, surgindo de qualquer ponto do céu em uma noite limpa e avistados mais facilmente em uma noite sem lua.

Apesar de termos uma visão ampla da abóbada celeste, só podemos ver na atmosfera o que acontece num raio de 150 km. Se integrarmos este número para toda a Terra, teríamos diariamente cerca de 25 milhões de meteoros vistos a olho nu. Se este número incluir os menos luminosos, vistos apenas ao telescópio, este número subiria drasticamente para 400 bilhões. Embora a grande maioria se queime totalmente na atmosfera, alguns maiores e mais resistentes podem sobreviver e alcançar a superfície como meteorito.

Chuva de Meteoros

Ao contrário dos meteoros esporádicos existem certas épocas do ano em que se observa uma maior incidência de meteoros. Estes não surgem aleatoriamente, mas parecem partir de algumas constelações e têm datas específicas para acontecerem, sendo dado o nome chuva de meteoros.

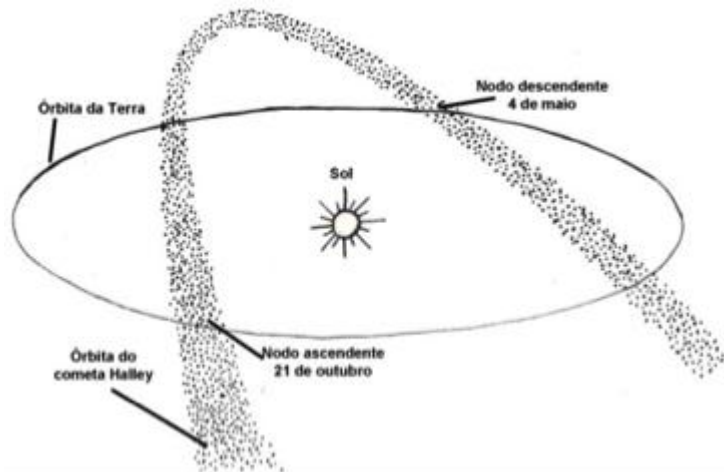


Figura 4 - Órbita do cometa Halley cruzando a órbita da Terra duas vezes ao ano, resultando respectivamente nas chuvas de meteoros Eta Aquarídea e Orionídeas. A órbita do cometa Halley é inclinada de 162° , em relação à da Terra, sendo assim quase que totalmente oposta, gerando meteoros de alta velocidade.

Estes meteoros têm origem nos cometas, que se assemelham a grandes bolas de gelo sujas, que se aquecem ao se aproximar do Sol, liberando

partículas iluminadas e varridas pelo vento solar, formando a cauda e a cabeleira, além de uma infinidade de partículas que continuam seguindo a órbita do cometa, (fig. 4). Se a órbita deste tiver algum ponto em comum com a órbita terrestre, sempre que a Terra cruzar este ponto de encontro das órbitas (nodo), o que ocorre uma vez ou duas por ano (fig. 5), ocorrerá uma chuva de meteoros, cuja intensidade se dará conforme o número de partículas deixadas pelos cometas.

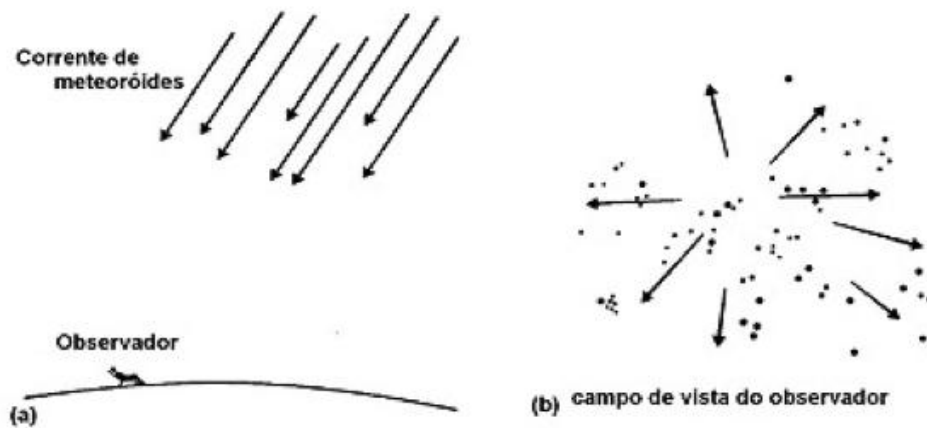


Figura 5 - Chuva de meteoros: (a) corrente das partículas oriundas de um cometa intersectando a atmosfera terrestre; (b) como avistado pelo observador da Terra (adaptado de Bone, 1993).

Como as partículas seguem a órbita do cometa, os meteoros parecem surgir do mesmo ponto do céu chamado de radiante (fig. 5b), que é sempre o mesmo para cada cometa. Assim cada chuva recebe o nome da constelação a partir da qual parecem se originar. Assim as Leonídeas que ocorrem entre 16-18 de novembro, partem da constelação de Leão e estão associadas à passagem do cometa Temple Tuttle. A tabela 1 mostra algumas chuvas de meteoros, sua ocorrência e os cometas a elas associadas.



Figura 6 - Uma representação dos diversos entalhes de madeira e desenhos registrando a grande chuva de meteoros 'Leonídeas de 1833'. Nunca houve outra igual.

Por apresentarem baixa densidade e serem pequenas, estas partículas se desintegram totalmente antes de chegar ao solo; logo, nunca nenhum meteorito foi recuperado após uma chuva de meteoros.

A chuva de meteoros mais célebre da história foi a 'Leonídea de 1833', onde foram vistos mais de 150.000 meteoros por hora e foi retratada em um entalhe de madeira (fig. 6). A Leonídea de 1966 também foi espetacular, mas nada que se comparasse à "Tempestade" de 1833.

Chuva	Atividade Máxima	Contagem (hora)	Velocidade (km/seg)	Cometa Associado
Quadrantídeas	Janeiro 3-4	100	40,2	?
Lirídeas	Abril 21-22	12	45,8	Thatcher (1681 1)
η Aquarídeas	Maió 3-5	20	63,2	Halley (saindo)
δ Aquarídeas	Julho 29-30	30	39,9	?
Perseídeas	Agosto 11-12	60	57,3	Swift-Tuttle
Draconídeas	Outubro 8-9	Variável	19,6	Giacobini-Ziner
Orionídeas	Outubro 20-21	25	64,0	Halley (entrando)
Taurídeas	Novembro 7-8	12	28,1	Encke
Leonídeas	Novembro 16-18	Variável	68,2	Tempel-Tuttle
Geminídeas	Dezembro 13-14	60	33,1	Asteróide 3200 Phaeton
Ursídeas	Dezembro 22	10	32,2	Mechain-Tuttle

Tabela 1 - Principais chuviros de meteoros mostrando a data e o local da ocorrência.

METEORITOS

Meteorito é um meteoróide que penetra à atmosfera terrestre, com tamanho e resistência suficiente para sobreviver à queima como meteoro e atingir a superfície, havendo possibilidade de recuperá-lo. A chegada de um meteorito é anunciada pela passagem de um bólido, acompanhado de efeitos sonoros (explosões) e visuais.

A Queda

Um meteoróide em órbita solar pode interceptar a Terra com velocidade cósmica que vai de 13 a 70 km/s! Ao penetrar na atmosfera terrestre, este começa a ser desacelerado pela mesma. Aproximadamente 150 km da superfície, onde a atmosfera se torna mais densa, o atrito com as partículas de ar produz um grande aquecimento, suficiente para fundir e vaporizar a superfície do meteoróide. O calor é tanto que, além de torná-lo incandescente, chega a ionizar o ar adjacente, tornando sua luminosidade muito maior do que o objeto em si. Assim, um meteoróide do tamanho de uma bola de ping-pong pode produzir um bólido bem maior que o tamanho aparente da lua.

À medida com que se aproxima da superfície, a resistência do ar aumenta, formando ondas de choque à sua frente - estas vão se tornando tão comprimidas que, num determinado momento, a aproximadamente 9 km de altitude, ocorrem uma ou mais explosões sônicas que chegam geralmente a fragmentá-lo e praticamente a freá-lo por completo. A partir deste ponto, chamado ponto de retardamento, o meteorito deixa de ser luminoso e passa a cair em queda livre, como um corpo escuro, atingindo o solo praticamente frio ou morno.

Apesar do efeito da passagem atmosférica depender de diversos fatores como: a velocidade, ângulo de entrada, friabilidade, forma original do meteoróide, o ponto de retardamento, depende principalmente do tamanho e velocidade do meteoróide (fig. 7). Meteoróides maiores, acima de 10 toneladas não são totalmente freados pela atmosfera; os corpos acima de 100 toneladas mantêm 50% da velocidade cósmica provocando crateras.

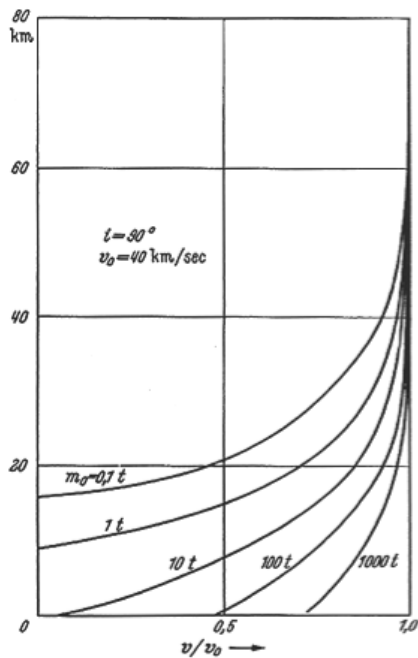


Figura 7 - A velocidade de impacto de um meteoróide varia com a massa inicial, velocidade de entrada e ângulo de entrada. A maioria dos meteoróides perde sua velocidade cósmica a alguns quilômetros acima da superfície. Meteoróides acima de 10 toneladas conservam parte da velocidade cósmica. (Heide, F. and Wlotzka, F. (1995)).

Os objetos menores, mais friáveis ou de maior velocidade, queimam-se totalmente. Já os maiores, mais resistentes ou mais lentos, possuem maiores chances de sobreviver à passagem atmosférica e de se tornarem meteoritos.

A queda de um meteorito é fantasticamente anunciada pela passagem de um bólido, sendo por vezes apavorante. Apesar de choverem telefonemas para a polícia, bombeiros, emissoras de rádio e TV anunciando o fato, infelizmente são poucas as pessoas que possuem a consciência de, ao assistirem à queda de um meteorito, sair em sua busca. Até hoje no Brasil apenas 22 meteoritos foram recuperados de quedas e, apesar de existirem muitas reportagens em jornais, apenas os de e apenas o Varre-Sai e o Vivência foram realmente autênticos meteoritos; os demais foram alardes falsos, ou não houve busca suficiente para recuperar o meteorito.

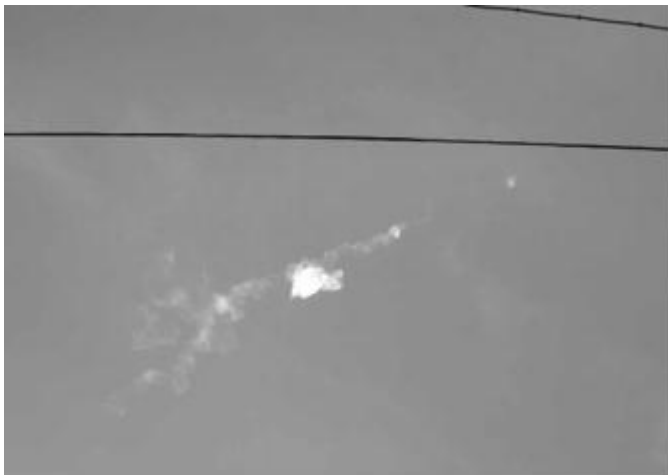
Um bólido típico aparece no céu com um diâmetro aparente de até diversas luas cheias e pode ser tão brilhante quanto o Sol, num espetáculo observado por apenas 2 a 3 segundos. Logo após ouve-se uma artilharia

como canhões disparando ou um avião caindo. Quando se pensa em fotografar, o espetáculo luminoso já passou, restando apenas uma trilha de fumaça no céu. Essa luminosidade é geralmente descrita como branca com tonalidades esverdeadas ou avermelhadas.

Por serem muito rápidos, apesar de existirem diversos relatos de quedas muito ricos em detalhes, praticamente não havia registros fotográficos da passagem do bólido, principalmente à luz do dia. Hoje em dia com um número crescente de câmeras, principalmente as de segurança tem se conseguido registrar a passagem destes bólidos, bem como, a partir da análise dos dados, recuperar os meteoritos como foram os casos recentes do Villalbeto de La Pena na Espanha em 04/01/2004 (fig. 8) e o Chelyabinsk na Rússia em 15/02/2013 (fig. 14).



Figura 8 - O bólido diurno de Villalbeto de la Pena e o rastro de fumaça da explosão do bólido no ponto de retardamento de onde termina o trajeto luminoso.



No Brasil, temos a figura da queda do meteorito de Putinga 1937, encomendada e orientada pelo Dr. Hardy Grunewaldt, o primeiro entusiasta e colecionador de meteoritos brasileiro, que presenciou o fato quando menino. Nas grandes quedas diurnas, pode ser observada uma nuvem de poeira, que se desprende do material meteorítico fundido; embora o fenômeno meteórico seja rápido, a nuvem de poeira permanece como uma esteira de fumaça por algumas horas, como também foi o caso do Chelyabinsk (fig. 14).

Em 1992 a passagem de um bólido foi filmada e, apesar de estar bem distante do ponto a queda do meteorito, foi verificado que ele percorreu diversos estados dos Estados Unidos, mas apenas um fragmento foi recuperado por acertar um carro em Peekskill, Nova York, o que é um fato muito raro. O bólido foi visto à noite por centenas de quilômetros de distância.



Figura 9 - Pintura original de Medvedev do bólido do Sikhote Alin como observado de Iman em 12 de fevereiro de 1947. Mesmo de dia, brilhou mais que o próprio Sol. Apesar da cor variar, o vermelho predominou, principalmente na parte final da passagem.

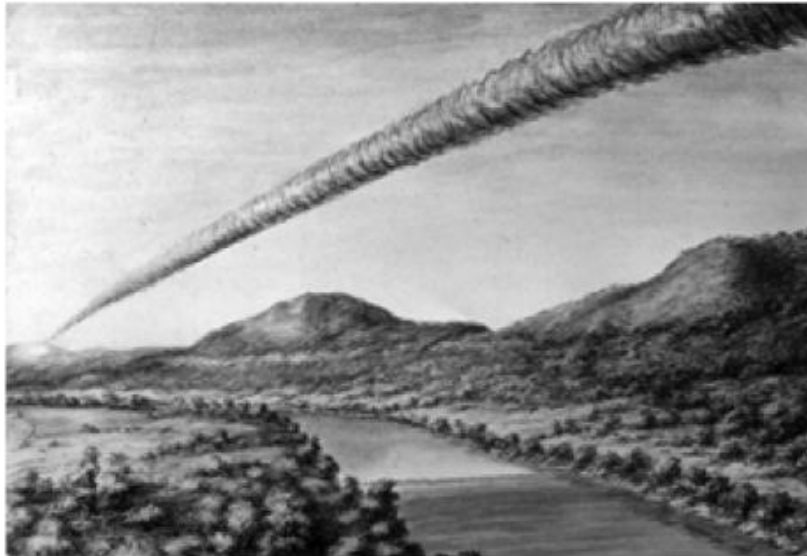


Figura 10 - Queda do Putinga em 1937. Pintura encomendada sob a orientação do Dr. Hardy Grunewaldt, retratando o momento da queda do Putinga da localidade em que assistiu as margens do Rio Taquari. Margem esquerda a cidade de Estrela, Margem direita Arroio do Meio (RS).

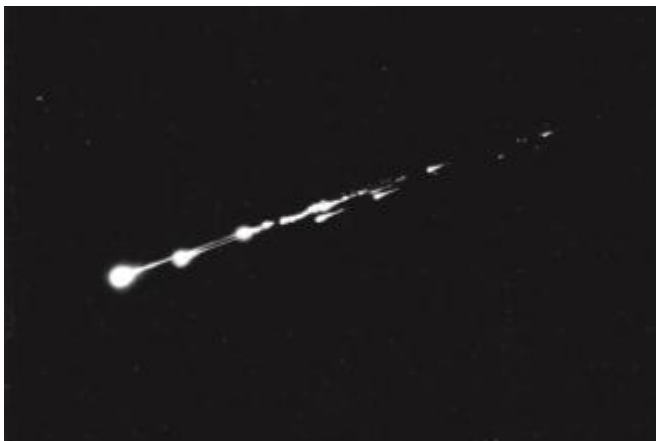


Figura 11 - Passagem do bólido de Peekskill iluminando o céu no leste dos Estados Unidos em 9 de outubro de 1992.



Figura 12 - O famoso carro atingido pelo meteorito Peekskill.

Um bólido típico brilha e pisca numa variação de cores, geralmente descritas como de branca com tonalidades esverdeadas, chegando a avermelhadas à medida que o meteoróide se desintegra. Ele se move muito rapidamente, apresentando uma cauda na direção oposta ao do movimento. Para os observadores que estão exatamente na região de queda do meteorito, nenhuma cauda é avistada; enxerga-se apenas uma bola de luz praticamente estacionária, que vai crescendo rapidamente, sendo muitas vezes confundidos com OVNI's (objetos voadores não identificados).

Alguns meteoritos, no entanto, chegam sem que sejam notados sinais luminosos como no caso do Vicência e do Angra dos Reis, que apenas foram notados no local da queda por caírem bem próximos de alguém.

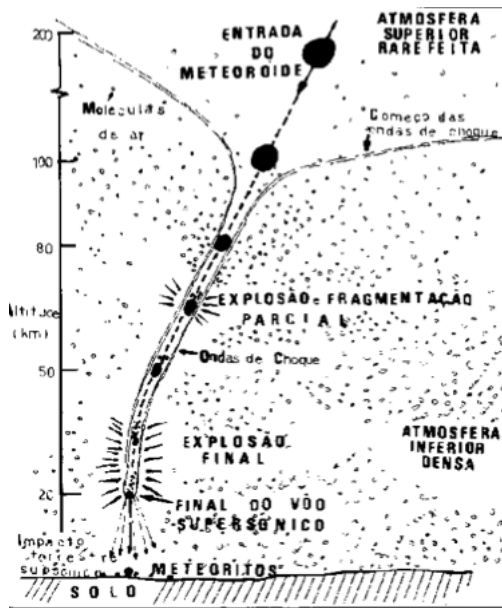


Figura 13 - Esquema mostrando as diversas etapas da entrada de um meteoróide na atmosfera terrestre até sua queda como meteorito na superfície.

O Bólide de Chelyabinsk

O Meteorito de Chelyabinsk foi um meteoróide que adentrou a atmosfera terrestre sobre a Rússia em 15 de fevereiro de 2013, transformando-se em um bólide que cruzou os céus do sul da região dos Urais até explodir sobre a cidade de Chelyabinsk, às 09:20h. Trata-se de mais um bólide extraordinário que teve lugar na Rússia em pouco mais de cem anos.

O que mais causou espanto no mundo inteiro foi o fato de que cerca de 1200 pessoas foram feridas indiretamente pelo evento. A maioria se machucou com estilhaços de vidro das janelas destruídas pelas ondas de choques das explosões do bólide. Prédios também foram afetados, incluindo o próprio estádio de futebol de Chelyabinsk. Outro fato muito interessante foi ele ter sido filmado de diversos ângulos por câmaras de segurança e do interior dos carros.

Pelo menos seis cidades na região do evento foram atingidas. O calor resultante do atrito do objeto com o ar da atmosfera produziu uma luz ofuscante, a ponto de projetar sombras em Chelyabinsk. Foi avistada nos Kurgan de Sverdlovsk e Oremburgo e no vizinho Cazaquistão.

Estima-se que o meteoróide, ao adentrar a atmosfera terrestre, tinha cerca de 10000 toneladas de massa e 17 m de diâmetro, liberando o equivalente a 500 quilotons de energia durante o evento, ou seja, mais de 30 vezes a bomba de Hiroshima. Segundo a agência espacial Russa, o objeto viajava com velocidade de 30 km/s (108.000 km/h) e explodiu a cerca de 10 km de altura, quando foi freado na troposfera. O evento teve a duração total de 32,5 segundos.



Figura 14 - Rastro deixado pelo meteoro de Chelyabinsk.



O buraco provocado no lago Cherbakul, distante 70 km W de Chelyabinsk.

Após se despedaçar sobre Chelyabinsk, milhares de fragmentos do meteorito caíram como uma chuva próximo ao lago Chebarkul e vilarejos próximos, a aproximadamente 40 km ao sul de Chelyabinsk. O meteorito foi coletado rapidamente pelos residentes locais em buracos na neve de 0,7 m de profundidade. Os fragmentos maiores chegaram até o solo congelado. Uma massa fraturou o gelo do lago Chebarkul Lake fazendo um

buraco de 8 metros onde só se encontraram pequenos fragmentos. Nenhuma massa maior foi encontrada por mergulhadores no interior do lago na época; no entanto, agora no fechamento do livro em 16/11/2013 foi recuperada a massa principal com cerca de 570kg do interior do lago.

Segundo o Meteoritical Bulletin, foram encontrados fragmentos de menos de 1g a 1,8 kg, num total de mais de 100 kg, possivelmente mais de 500 kg. Muitos possuem crosta de fusão fresca preta ou marrom. Trata-se de um condrito ordinário, LL5, estágio de choque S4 e intemperismo W0.

O Impacto

Apesar dos efeitos luminosos e sonoros que anunciam a chegada de um meteorito serem impressionantes, os efeitos produzidos pela queda são relativamente modestos e dependem exclusivamente de sua massa, resistência mecânica, velocidade e natureza do solo no local de impacto.

Como foi visto, durante a queda os meteoritos estão sujeitos a altas temperaturas e pressões, principalmente nas partes frontais, muitas vezes causando a fragmentação. Os diversos fragmentos continuam seguindo a trajetória do bólido e caem na superfície terrestre se distribuindo sobre uma área elíptica atingindo até vários km², chamada elipse de dispersão. Os fragmentos maiores se distribuem preferencialmente na parte frontal da elipse (fig. 15). Todos os fragmentos são considerados como o mesmo meteorito, por isso recebem o mesmo nome e constituem desta forma uma 'chuva de meteoritos', que não deve ser confundida com chuva de meteoros (diretamente ligada a órbitas cometárias). A queda de um único meteorito é muito rara, embora na maioria das quedas apenas um fragmento desta seja recuperado.

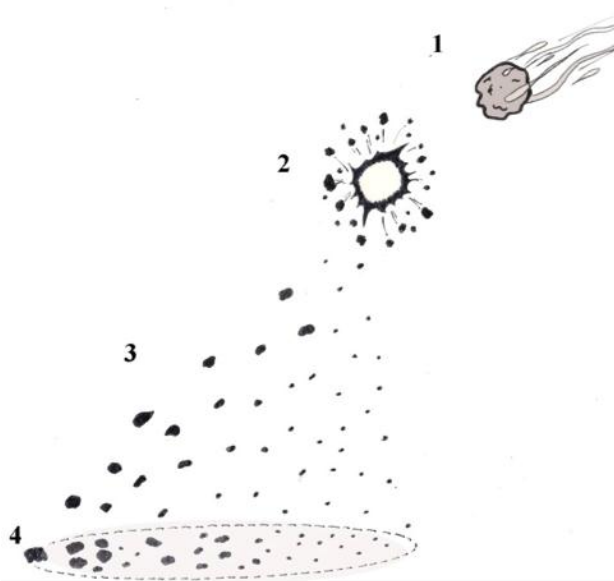


Figura 15 - Elipse de dispersão. A grande maioria dos bólidos (1) explode na troposfera a aproximadamente 9 km de altitude no ponto de retardamento (2) de onde passam a cair em queda livre (3), espalhando-se por uma região em forma de elipse com o eixo maior ao longo da trajetória, chamada de campo de dispersão (4).

Os meteoritos de até uma tonelada são totalmente freados pela atmosfera no *ponto de retardamento* onde geralmente explodem (fig. 13). A partir deste ponto, o corpo passa a cair em queda livre e sua velocidade é determinada essencialmente pela atração gravitacional, de forma que alcançam a superfície terrestre com velocidade de apenas 400 a 800 km/h.

Os meteoritos pequenos e médios (até duas toneladas) produzem um buraco no local de impacto com diâmetro comparável ao tamanho do meteorito e profundidade que irá depender da natureza do terreno. Muitos caem na superfície sem provocar qualquer buraco.

Por exemplo, um meteorito de 8 kg caiu numa plantação de arroz em Bandog, Java, em 1871, penetrando 1 metro e outro de 10 kg caiu perto de St. Michel, Finlândia, em 1910, e penetrou apenas meio metro. O Norton County, Kansas, pesando uma tonelada, caiu em 1948 numa plantação de milho penetrou apenas 3 metros.

Em 19/06/2010, depois da passagem de um bólido, caíram diversos fragmentos em Varre-Sai, RJ. Segundo seu Germano que assistiu a queda e resgatou a primeira massa do meteorito. Depois da explosão o meteorito

demorou quase 3 minutos para cair no solo. Um meteorito de 580 g foi recuperado em cima do solo macio tendo apenas marcado o local onde caiu e quicou (fig. 16).

Um caso interessante ocorreu na queda do Hessle, na Suécia, em 1869, onde vários fragmentos caíram sobre a superfície de um lago congelado e não quebraram o gelo. Quando um meteorito atinge um solo muito duro, ambos se despedaçam.

Os corpos com mais de 10 toneladas conservam parte da velocidade cósmica ao atingirem o solo, podendo ou não produzir crateras. Os meteoritos acima de 100 toneladas chegam ao solo com 50% ou mais da velocidade cósmica inicial do meteoróide, adquirindo uma energia cinética de milhares de megatons, capaz de produzir crateras muitas vezes maiores que o corpo impactante. A figura 7 mostra a desaceleração dos meteoritos durante a queda em função da massa inicial.



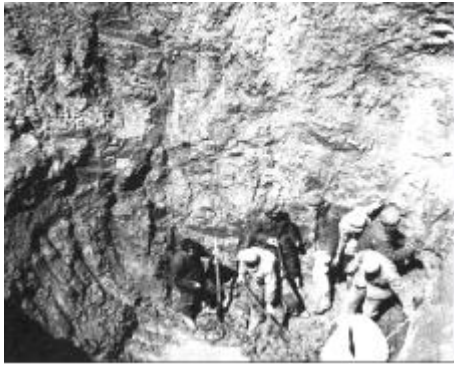
Figura 16 - Meteorito de Varre-Sai de 580g produziu apenas uma pequena depressão no solo macio como pode ser visto na fotografia tirada in situ. Segundo seu Germano, foi exatamente desta forma que ele encontrou o meteorito que caiu sobre o solo cerca de 2 a 3 minutos após ter ouvido uma explosão no céu ao sair de casa.



Figura 17 - Buraco de impacto do meteorito, St. Michael, Finlândia em 12 de junho de 1910.



Figuras 18.1 e 18.2 - Meteorito Jilin, China, que caiu em maio de 1976. A queda produziu o maior meteorito rochoso conhecido, uma chuva de meteoritos onde a maior massa de 1,9 toneladas produziu um buraco de impacto de 5,5 metros de profundidade. As figuras mostram o buraco antes e depois da escavação.



Este artigo integra o livro *Decifrando os Meteoritos*, de autoria das três pesquisadoras e publicado pelo Museu Nacional UFRJ em 2013.

MARIA ELIZABETH ZUCOLOTTO Possui graduação em ASTRONOMIA pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1978), mestrado em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1988) e doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1995). Atualmente é professor associado I da Universidade Federal do Rio de Janeiro e curadora de meteoritos do Museu Nacional. Tem experiência na área de Astronomia, com ênfase em Astrofísica do Sistema Solar (Meteoritos). Atuando principalmente nos seguintes temas: meteoritos, meteorito brasileiros, meteoritos metálicos, bólidos.

Artigo publicado na Revista Carbono #5

[Gravidade - verão 2013/2014]

<http://www.revistacarbono.com/edicoes/05/>

Todos os direitos reservados.