

Uma hipótese para a grande extinção

Cratera aberta no centro do Brasil pode ter causado um aquecimento global que teria levado à maior eliminação de espécies da história da Terra



PANGEIA

LOCAL

Há pouco mais de 250 milhões de anos, quando todos os continentes estavam agrupados num único supercontinente (Pangeia), um meteorito com diâmetro estimado de 4 quilômetros atingiu o território hoje dividido pelas cidades de Araguinha e Ponte Branca, no sudeste do Mato Grosso, perto da divisa com Goiás.

IMPACTO

A queda da rocha celeste abriu uma cratera de 40 quilômetros e destruiu imediatamente tudo que estava a 250 quilômetros ao seu redor. A colisão liberou uma energia equivalente a 1 milhão de megatoneladas de TNT, gigantesca, mas incapaz de alterar diretamente o clima de todo o globo.

TERREMOTOS

Novas evidências geológicas sugerem que pode ter havido muitos terremotos com magnitude de até 9,9 graus na escala Richter num raio de mil quilômetros em torno do local da queda do meteorito e liberação de uma quantidade descomunal de um gás de efeito estufa, o metano, que estava aprisionado até então no subsolo.

EFEITO ESTUFA

O meteorito de Araguinha caiu numa região rica em depósitos de carbono orgânico, a Formação Irati, e as ondas de choques decorrentes da abertura da cratera fraturaram as rochas e soltaram 1.600 gigatoneladas de metano. Resultado: o clima em Pangeia, que já tinha como característica ser extremamente árido em seu interior, teria esquentado demais e provocado a morte de 96% das espécies da Terra.



A estufa de Araguainha

Queda de meteorito no Mato Grosso há 250 milhões de anos pode ter liberado metano suficiente para provocar um aquecimento global e causar a maior extinção de espécies conhecida

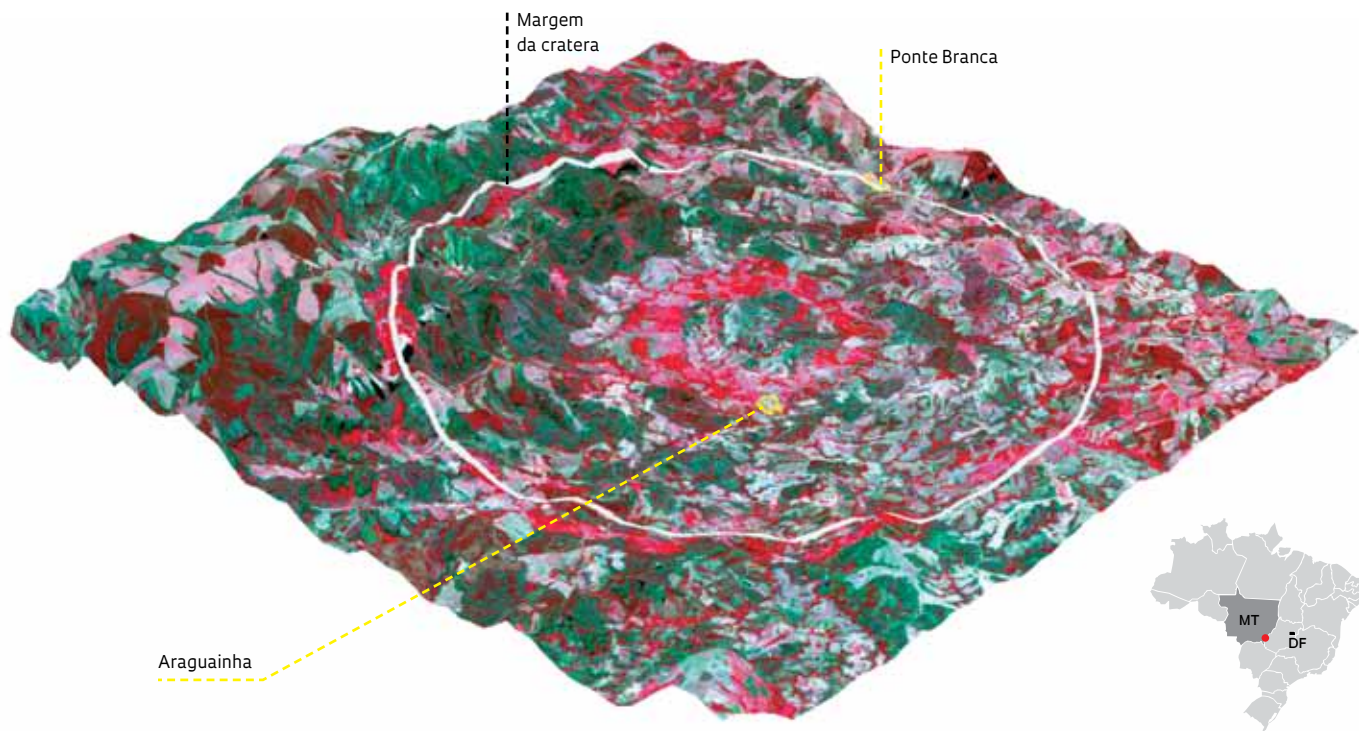
Marcos Pivetta

No último meio bilhão de anos houve cinco grandes extinções em massa na Terra. A mais recente e também mais famosa ocorreu cerca de 65 milhões de anos atrás, matou 75% de todas as espécies de vida e incluiu entre suas vítimas fatais os dinossauros. Os impactos climáticos causados pela queda de um meteorito que abriu uma cratera de 180 quilômetros perto da costa do que hoje é o México costumam ser apontados como a provável causa dessa mortandade em larga escala, que marca o fim do período Cretáceo. Mas esse não foi o episódio mais traumático para a biodiversidade do planeta.

Há pouco mais de 250 milhões de anos, quando ainda não havia dinossauros ou mamíferos e

todos os continentes atuais estavam unidos no antigo supercontinente Pangeia, 96% das espécies da Terra sucumbiram em razão de um ou vários eventos trágicos e misteriosos. Segundo um estudo recém-publicado por pesquisadores da Austrália, Reino Unido e Brasil na revista científica *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, a maior extinção conhecida, que sinaliza o término do período Permiano, pode ter sido desencadeada pelos efeitos indiretos decorrentes da abertura de uma cratera de 40 quilômetros de diâmetro no território hoje dividido pelas cidades de Araguainha e Ponte Branca, no sudeste do Mato Grosso, perto da divisa com Goiás.

A colisão em si do meteorito de aproximadamente 4 quilômetros de diâmetro que criou essa



enorme cicatriz no relevo do Brasil Central, conhecida como domo ou cratera de Araguainha, não tinha potencial para acabar com a vida numa escala global. A energia produzida pelo impacto da rocha celeste com a superfície terrestre deve ter destruído imediatamente tudo que estava a até 250 quilômetros ao seu redor. “A queda do meteorito em Araguainha não tinha capacidade para provocar uma extinção global em massa”, afirma o geólogo Eric Tohver, da University of Western Australia, primeiro autor do trabalho, no qual colabora com uma equipe da Universidade de São Paulo (USP). “Mas seus efeitos indiretos sim.”

TERREMOTOS E TSUNAMIS

Uma sucessão de eventos decorrentes do impacto pode ter provocado em questão de dias um rápido e fatal aquecimento global. A natureza e a abrangência da área de ocorrência de certos depósitos sedimentares parecem indicar que eles foram originados por tsunamis. Outras evidências geológicas sugerem que podem ter ocorrido muitos terremotos com magnitude de até 9,9 graus na escala Richter num raio de mil quilômetros em torno da cratera. Os intensos tremores de terra teriam fraturado as rochas ricas em carbono orgânico da Formação Irati, da qual faz parte a região de Araguainha, e liberado uma quantidade descomunal de um gás de efeito estufa, o metano.

De acordo com os cálculos dos pesquisadores, em questão de dias podem ter sido liberadas na atmosfera 1.600 gigatoneladas de metano, quase cinco vezes mais do que o despejado no planeta desde o início da Revolução Industrial, há 250

anos. Essa ideia se apoia numa descoberta recente feita pelos pesquisadores. As rochas da região apresentam uma assinatura isotópica estranha: são empobrecidas em carbono 12 e ricas em carbono 13. A explicação para essa anomalia é que elas liberaram uma grande quantidade de metano, que tem carbono em sua composição, para a atmosfera.

Se o ar foi repentinamente tomado por esse gás, o aquecimento global em Pangeia – que já tinha como marca registrada um clima de extremos, em especial em suas áreas áridas mais centrais, onde as temperaturas ultrapassavam os 60°C – teria sido tão brusco que poucas formas de vida conseguiram se adaptar às novas condições ambientais. “Em geral, a grande extinção do fim do Permiano costuma ser atribuída a alterações decorrentes de vulcanismos e da liberação de lava”, diz o geólogo Ricardo Trindade, do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da USP, outro autor do estudo, parcialmente financiado pela FAPESP. “Mas nossa hipótese indica que a cratera de Araguainha pode ter tido um papel importante, ainda que indireto, nesse processo.”

Num primeiro momento, a possibilidade de um meteorito ter sido o agente detonador de uma mudança climática global que levou ao maior processo de extinção de vida na Terra faz lembrar a saga do fim dos dinossauros. Então, a mesma história se repetiu nas duas extinções, na do Permiano e na do Cretáceo? Em ambas as situações há semelhanças: rochas caídas do espaço e as respectivas crateras terrestres podem ter ocasionado mudanças climáticas que estariam envolvidas nos dois processos de extinção. Mas nem

tudo teria sido exatamente igual. A dinâmica de cada evento teria sido única.

O meteorito que, há 65 milhões de anos, caiu na península mexicana de Yucatán tinha pelo menos 10 quilômetros de diâmetro e deu origem a uma cratera, a de Chicxulub – quase cinco vezes maior do que a de Araguainha. A energia produzida apenas pelo impacto da rocha celeste foi milhões de vezes maior do que a de uma bomba atômica. Por si só, a queda do meteorito representou uma grave alteração na dinâmica do planeta. A quantidade de poeira produzida pela explosão

causada pelo aquecimento do clima, enquanto a do Cretáceo seria decorrente do esfriamento. “Foi azar o meteorito ter caído numa região rica em carbono orgânico”, afirma Tohver.

A NOVA IDADE DA CRATERA

Até o ano passado, seria impensável sequer associar a grande extinção do Permiano a eventuais alterações decorrentes do surgimento do domo de Araguainha, a maior e mais antiga cratera brasileira confirmadamente aberta pela queda de um meteorito (*ver texto na página 21 sobre as crateras até hoje descobertas no país*). A idade estimada de Araguainha era de 245 milhões de anos, ou seja, os geólogos acreditavam que a cratera teria se formado depois da grande mortandade de espécies. No entanto, uma datação por técnicas mais modernas, feita por Tohver e os brasileiros e publicada na revista *Geochimica et Cosmochimica Acta* de junho de 2012, chegou a uma idade mais precisa para a cicatriz deixada pelo meteorito no Brasil Central: 254,7 milhões de anos, com uma margem de erro de 2,5 milhões de anos para cima ou para baixo. Como a extinção do Permiano ocorreu há 252,2 milhões de anos, a cratera de Araguainha talvez tenha se originado um pouco antes da grande mortandade de espécies. “Não há nenhuma outra cratera no mundo que seja dessa mesma época, da transição do Permiano para o Triássico”, explica o geólogo Cristiano Lana, da Universidade Federal de Ouro Preto (Ufop), outro autor do trabalho.

Maior mortandade da história, a grande extinção do Permiano eliminou 96% das espécies vivas

deve ter bloqueado a chegada dos raios solares sobre a Terra e jogado o planeta num cenário de inverno nuclear, de escuridão e de frio intenso.

O quadro da grande extinção de Pangeia teria algumas peculiaridades, a se levar em conta a nova hipótese formulada por Tohver, Trindade e seus colegas. O impacto direto do meteorito de Araguainha teria tido apenas um efeito destrutivo regional. As consequências sobre o clima global teriam sido causadas pela série de terremotos que fez as rochas da Formação Irati liberarem metano e provocarem o efeito estufa exacerbado. Nesse caso, a grande extinção do Permiano teria sido

causada pelo aquecimento do clima, enquanto a do Cretáceo seria decorrente do esfriamento. “Foi azar o meteorito ter caído numa região rica em carbono orgânico”, afirma Tohver.

Imagem de satélite do domo de Araguainha (à esq.) e vista da área da cratera (abaixo): região rica em depósitos de carbono orgânico





Cones de estilhaçamento em Araguainha (acima): evidências de que meteorito abriu a cratera. À direita, ossos fossilizados: amostra da vida local



A nova hipótese sobre o possível papel da cratera brasileira na extinção do Permiano é polêmica e ainda será alvo de novas pesquisas

Procurar as origens de um fenômeno de escala tão grande como o aniquilamento de quase toda a vida sobre a Terra há 250 milhões de anos não é uma tarefa trivial e qualquer hipótese aventada sempre é passível de críticas e polêmicas. O geólogo Alvaro Penteado Crósta, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), um dos maiores estudiosos de crateras no país, acredita que ainda são necessários mais dados para realmente

associar a extinção do Permiano a efeitos indiretos do surgimento do domo de Araguainha. “Trata-se de uma hipótese interessante. Contudo, não há evidências de que a quantidade de matéria orgânica presente nas rochas da região (Formação Irati) tenha sido suficiente para liberar tamanha quantidade de metano”, diz Crósta. “Além disso, o processo de liberação do metano a partir de ondas sísmicas proposto pelos autores necessitaria ser mais bem estudado, assim como a proposta de que tsunamis de grande magnitude teriam se propagado a distâncias de vários milhares de quilômetros em um ambiente marinho de águas rasas, o que não seria de se esperar.” Segundo o geólogo Claudio Riccomini, do Instituto de Geociências (IGC) da USP, outro autor do trabalho sobre o possível papel de Araguainha na

extinção do Permiano, a Formação Irati apresenta teores de até 20% de carbono orgânico que tornam razoável formular essa hipótese.

Alguns estudiosos sustentam que a extinção não teve uma causa, mas talvez várias, como a queda de meteoritos, a atividade vulcânica e variações no nível do mar. “Para os que defendem

uma multicausalidade para o fenômeno, teria sido justamente a somatória dos efeitos, e não necessariamente a intensidade de cada um, a responsável pela magnitude dessa grande extinção. Nesse caso, porém, a principal dificuldade é demonstrar o sincronismo entre as várias causas e determinar o momento em que foi atingido o limiar que levou à extinção”, diz o paleontólogo Cesar Schultz, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). “Nesse tipo de contexto, qualquer uma das causas poderia ter sido ‘a gota d’água’ que fez o copo transbordar. Mesmo que se possa questionar se a intensidade do impacto de Araguainha teria sido suficiente para, isoladamente, causar a extinção, ele poderia ter sido essa ‘gota d’água.’” Entretanto, Schultz ressalta que a diferença de tempo entre a idade atribuída à queda do meteorito em Araguainha e a grande mortandade de espécies do Permiano está no limite da margem de erro do método utilizado por Tohver e o grupo da USP. Isso ainda é um complicador, diz o paleontólogo, uma vez que os autores propõem uma relação imediata de causa e efeito entre o impacto da rocha extraterrestre e as mudanças climáticas que levaram à extinção. ■

Projeto

Caracterização geofísica e petrofísica da estrutura de impacto de Araguainha (nº 2005/51530-3); Modalidade Linha Regular de Auxílio a Projeto de Pesquisa; Coord. Yára Regina Marangoni/IAG-USP; Investimento R\$ 217.201,69 (FAPESP).

Artigos científicos

TOHVER, E. *et al.* Shaking a methane fizz: Seismicity from the Araguainha impact event and the Permian–Triassic global carbon isotope record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. Publicado *on-line* em 18 jun. 2013.

TOHVER, E. *et al.* Geochronological constraints on the age of a Permian–Triassic impact event: U–Pb and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ results for the 40 km Araguainha structure of central Brazil. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. v. 86, n. 1, p. 214–27, jun. 2012.

Meteorito no Piauí

Cratera de Santa Marta foi aberta por queda de rocha celeste

Das pouco mais de uma dezena de crateras identificadas em solo brasileiro, sete comprovadamente foram abertas pela queda de um meteorito ou cometa. A mais recente a ganhar esse reconhecimento é a de Santa Marta, uma estrutura circular com diâmetro de cerca de 10 quilômetros, perto da cidade de Gilbués, no sul do Piauí. Durante o 76º Encontro Anual da Sociedade Meteorítica, realizado entre o final de julho e início de agosto no Canadá, os geólogos Alvaro Penteado Crósta, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), e Marcos Alberto Rodrigues Vasconcelos, pós-doutorando com bolsa da FAPESP, apresentaram evidências de que essa cicatriz no relevo nordestino foi realmente causada pela colisão de um meteorito.

Os pesquisadores estiveram na cratera no final do ano passado e coleta-

As principais crateras no território brasileiro

- Origem por impacto de meteorito
- Possível origem por impacto de meteorito



ram amostras de rochas sedimentares que exibem registros macroscópicos e microscópicos do impacto de um corpo celeste: os chamados cones de estilhaçamento ou *shatter cones*, estruturas estriadas que lembram a ponta de uma árvore de Natal, e deformações planares em cristais de quartzo. “Ainda não sabemos com certeza a idade da cratera”, afirma Crósta, que em breve vai publicar um artigo científico com mais detalhes sobre o trabalho. Eles estimam que Santa Marta se formou entre 145 e 300 milhões

de anos atrás, pois ali encontraram rochas sedimentares que vão do período Cretáceo ao início do Carbonífero.

A localização da nova cratera, que foi identificada pela primeira vez em mapas cartográficos na década de 1970 e posteriormente em imagens de satélite, desperta a curiosidade dos pesquisadores. Afinal, Santa Marta se situa numa área relativamente próxima a duas formações comprovadamente surgidas em razão de impactos de rochas celestes: as crateras de Serra da Cangalha, no Tocantins, e Riachão, no Maranhão. As três estão dentro da bacia do Parnaíba e estão sendo estudadas em mais detalhes pelo grupo da Unicamp em parceria com colegas do Museu de História Natural de Berlim.

A quantidade de crateras encontradas no Brasil é pequena quando comparada com as identificadas no mundo, que passam de 180, com grande concentração na América do Norte, Austrália e Europa. Isso não quer dizer que poucos meteoritos ou cometas caíram por aqui. Eles caíam, mas seus vestígios foram apagados ou simplesmente não puderam ser encontrados. “Ainda temos pouca pesquisa nessa área”, comenta Crósta. ■



Núcleo da cratera de Santa Marta, no Piauí: a sétima no Brasil criada pelo impacto de uma rocha celeste