

SETEMBRINO PETRI

# Extinções orgânicas

**SETEMBRINO PETRI**  
é professor emérito do  
Instituto de Geociências  
da USP.

**U**m dos assuntos mais fascinantes a respeito dos fósseis se refere aos organismos que viveram no passado e que se conservaram nos sedimentos antigos, e ao acompanhamento, no registro fóssil, de seu aparecimento, evolução, diferenciação, adaptação aos ambientes em que viveram e suas extinções. A extinção é um fenômeno natural, inexorável como a morte. Mas, ao lado das extinções de organismos que não deixam descendentes, há extinções de organismos cujos descendentes persistem adquirindo novas estruturas por mutações.

Basicamente ocorrem dois tipos de extinções que envolvem comunidades: a) extinções que se processam gradualmente através do tempo geológico; e b) extinções em ritmo “acelerado”, entre aspas, para significar que o tempo acelerado deve ser entendido no tempo geológico. Estas são as chamadas “extinções em massa” que ocorrem em diversos intervalos do tempo geológico. Para que se possa entender o porquê das aspas, torna-se necessário encarar a tremenda enormidade do tempo geológico. Para a conscientização dessa apavorante extensão do tempo, utiliza-se comumente uma figura em que o tempo geológico seria condensado em um ano.

Admite-se que a primeira camada sólida externa do globo terrestre, a crosta, constituída de rochas, produtos da consolidação do material originalmente fundido, por abaixamento da temperatura da Terra primeva, surgiu há 4,5 milhões de anos. Contudo, as rochas mais antigas do globo, hoje conservadas, foram datadas, por meio de métodos de desintegração de rochas radioativas, em 3,8 milhões de anos. Os registros de vida mais antigos conservados nas rochas datadas por métodos radioativos são de 3,6 milhões de anos. Para efeito de comparação, considerando os 4,5 milhões de anos que se passaram até os dias de hoje condensados em um ano, as rochas mais antigas que se conhecem atualmente apareceriam no início de março. Os primeiros seres vivos apareceriam em meados do mês de março nos mares. As plantas e animais terrestres só surgiriam no final de

novembro. As grandes florestas pantanosas, responsáveis pelas grandes reservas de carvão mineral, base da Revolução Industrial, floresceriam durante meados do mês de dezembro, mas desapareceriam no dia 26 desse mês. Seres hominóides apareceriam em algum momento da noite do dia 31 de dezembro. Roma governaria o mundo ocidental por cinco segundos, das 11h59'45" às 11h59'50". Colombo descobriria a América três segundos antes da meia-noite. Portanto, os tempos históricos constituem insignificantes frações da história da Terra.

Essas considerações têm a finalidade de ressaltar que as “extinções em massa”, quando colocadas no contexto do tempo geológico, adquirem significado bem diferente do contexto de uma pessoa não-versada em geologia.

As “extinções em massa” eram motivo de perplexidade entre os paleontólogos, gerando grande número de hipóteses para tentar explicá-las. Chegou-se ao extremo de sugerir epidemias generalizadas ou senilidade racial. A principal dificuldade de explicação é que as extinções ocorrem simultaneamente nos mares e nos continentes. Por outro lado, extremas condições impróprias à vida não conseguiram varrê-la totalmente da Terra, caso contrário não estaríamos aqui para discutir o problema.

Grande marco na história dos conhecimentos sobre as extinções foi o trabalho de Alvarez e equipe, em 1980, que pesquisaram as características dos sedimentos que ocorreram no fim do período Cretáceo, há 60 milhões de anos, e a passagem gradativa, no tempo, para sedimentos cenozóicos, após 60 milhões de anos. Esses pesquisadores descobriram que os sedimentos do fim do Cretáceo, em diversos lugares do mundo, são caracterizados por elevada frequência do elemento químico irídio. Compostos de irídio são raros em sedimentos depositados na superfície da Terra, mas são comuns em certos tipos de meteoritos. O grande mérito dessa pesquisa é que, pela primeira vez, foram encontradas, no registro geológico, informações que estabeleciam um elo entre extinções e quedas de corpos celestes





relativamente grandes. A explicação dada por esses autores às extinções foi que o impacto de um grande corpo celeste na Terra fragmentou-o e pulverizou-o, bem como as rochas terrestres que sofreram o impacto. A grande quantidade de poeira levantada teria escurecido o globo, que ficou encoberto por muito tempo, e essa noite excepcional abaixou a temperatura e impediu que as plantas, pela fotossíntese, repusessem o oxigênio na atmosfera, tornando a vida sobre a Terra difícil.

Mais tarde, outros pesquisadores descobriram nessas camadas do Cretáceo o desenvolvimento de minerais que só são gerados por grandes impactos de corpos sólidos. Alguns anos depois, foi descoberta na Península de Yucatán, no México, uma grande cratera de 200 km de extensão que teria sido formada por impacto de um corpo celeste, justamente com idade de 60 milhões de anos. As extinções do fim do Cretáceo causaram o desaparecimento de muitos organismos, mas o mais espetacular foi o dos dinossauros.

As pesquisas de Alvarez e equipe tiveram outro grande mérito. Mobilizaram paleontólogos e estratígrafos (os que se dedicam ao estudo das sucessões de estrato depositadas nos ambientes existentes na Terra; há também estratígrafos que estudam os estratos em outros planetas, como, por exemplo, Marte, revelados em imagens transmitidas pelas naves espaciais). Paleontólogos e estratígrafos passaram a detalhar todas as exposições de sedimento, fazendo levantamentos de centímetros de espessura, estudando os fósseis revelados nessas pesquisas. Estudos pormenorizados são importantes porque sedimentos depositados em tempos de até milhares de anos de duração se materializam em depósitos de poucos centímetros de espessura.

O resultado desses estudos pormenorizados foi o seguinte: o desaparecimento de espécies variava com a maior ou menor aproximação do limite Cretáceo/Cenozóico. Algumas desaparecem bem antes, muitas no contato Cretáceo/Cenozóico, e umas poucas atravessaram o contato indo aparecer em estratos cenozóicos próximos ao contato.

Algumas diminuíram gradativamente de frequência até atingir o contato.

Esses estudos geraram polêmica. Alguns admitiram que os resultados representavam azares de coleta (embora haja estudos estatísticos tentando refutar essa contestação). Outras espécies teriam desaparecido totalmente nos sítios de pesquisa, podendo estar presentes em outros locais, e as que atravessaram o limite poderiam ter sido transportadas *post-mortem* (embora sinais de transporte possam ser detectados).

Observação difícil de explicar pela hipótese do impacto de um corpo celeste é o estudo das plantas com flores que hoje dominam as vegetações da maioria das províncias biogeográficas dos continentes. Em trabalho recente de Green e Hickey (2005), foi pesquisada a morfologia das folhas das plantas com flores que ocorrem tanto no Cretáceo quanto no Cenozóico em estratos imediatamente acima do contato. Eles verificaram que não houve modificações importantes da morfologia das folhas. As características morfológicas das folhas refletem características do sistema ecológico.

Em conclusão, não houve modificações importantes dos sistemas ecológicos na passagem do Cretáceo para o Cenozóico. Além disso, era conhecido, bem antes do trabalho de Green e Hickey, que as plantas com flores atravessaram incólumes a passagem Cretáceo/Cenozóico, aumentando constantemente sua frequência e sua diversidade. A se admitir as conseqüências de um impacto de um grande corpo celeste na Terra, produzindo poeira que teria escurecido o Sol e abaixamento brusco de temperatura, as plantas seriam as primeiras a sofrer as conseqüências.

Outra conseqüência dos estudos pioneiros de Alvarez e equipe foi a criação de uma nova disciplina, a paleobiologia, que se preocupa com os processos de extinção e de permanência de certas espécies em tempos difíceis, isto é, por que certas espécies resistem mais à mudança ambiental do que outras.

Os pesquisadores devem ser cuidadosos para não generalizar certos mecanismos

que poderiam causar extinções, estendendo-os para todos os casos de “extinções em massa”. Por exemplo, há 11 mil anos ocorreram grandes extinções de mamíferos, tigres dente-de-sabre, preguiças gigantes (*Megatherium*), formas aparentadas com o elefante (mastodonte), tatus gigantes do tamanho de um cavalo (*Glyptodonte*) e outros. A fauna global ficou empobrecida. Mais recentemente do que 11 mil anos houve a extinção do elefante peludo das regiões frias do Norte (mamute). Nos últimos 200 anos, como conseqüência da ação antrópica, não só invadindo nichos ecológicos de animais silvestres como também caçando-os, houve extinções de mais de 200 espécies de aves e mamíferos, fora os animais em perigo de extinção, por mais que se esforçassem os conservacionistas. Todas essas extinções, a partir de 11 mil anos, em termos geológicos, não passam de um instante da história da Terra, e todos esses restos de animais extintos poderiam ser encontrados juntos em depósitos pouco espessos. Se essa sucessão de extinções tivesse ocorrido em tempos mais antigos, ela se tornaria exemplo de “extinção em massa”.

Embora a extinção de organismos do fim do Cretáceo seja o exemplo de “extinção em massa” mais difundido na mídia, esta não foi a mais devastadora. A chamada “mãe das extinções” foi a que ocorreu no fim do Permiano (cerca de 250 milhões de anos atrás) quando se calcula que 83% dos gêneros de organismos se extinguíram. A tabela abaixo, extraída de Erwin (1993), mostra as cinco grandes extinções a partir de 430 milhões de anos. Houve uma grande extinção antes, há 540 milhões de anos.

Para o caso da “mãe das extinções”, Erwin enumerou uma série de fatores cuja somatória a teria causado. Não foram encontradas anomalias de irídio nos sedimentos do fim do Permiano, nem minerais de impacto. O final do Permiano reuniu acontecimentos não-usuais na história da Terra. A maioria dos atuais continentes (Américas, África, boa parte da Europa, Índia, Austrália e Antártica) estava reunida em um enorme continente, a Pangéia. Essa extensa área continental foi a causa de grandes desertos,

## MAGNITUDE DAS MAIORES "EXTINÇÕES EM MASSA" DO FANEROZÓICO

Extinção em massa	% Famílias extintas	% Gêneros extintos
Fim do Cretáceo	17	50
Fim do Triássico	23	48
Fim do Permiano	57	83
Neodevoniano	19	50
Fim do Ordoviciano	27	57

ajudados por distribuições de montanhas. Esse extenso continente foi o responsável pela redução das plataformas marinhas, de águas rasas, onde proliferam a maioria dos seres marinhos. A comunicação livre entre os oceanos, dos pólos para o equador, resultou em diminuição da sazonalidade climática e redução dos sistemas ecológicos e, conseqüentemente, redução da diversidade biológica. O aumento do vulcanismo resultou em eliminação de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) para a atmosfera, o que funcionou como efeito estufa, causando grande aumento de temperatura na superfície da Terra.

Os exemplos acima de "extinções em massa" (fim do Permiano, fim do Cretáceo e nos últimos 11.000 anos da história da Terra) ilustram as diversidades de causas de extinções e a necessidade de estudá-las caso por caso. Essas considerações sobre

causas de extinções não esgotam o assunto. Há outros exemplos, como grandes fases de glaciação que ocorreram na Terra desde 600 milhões de anos, quando gelo permanente ocupou grande parte do globo, causando também extinções. Existe a possibilidade de que, um dia, um grande corpo celeste caia na Terra, e, dependendo do tamanho desse corpo celeste, a vida poderá ser varrida completamente de nosso planeta. Muitos se lembram do grande impacto de um corpo celeste, que atingiu Júpiter, há alguns anos. Se esse corpo tivesse atingido a Terra, estaríamos todos perdidos. Contudo, não devemos nos assustar, os grandes planetas são nossos "para-raios". Como são grandes, possuem atração gravitacional suficiente para atrair grandes corpos celestes que, sem eles, poderiam, eventualmente, atingir a Terra.

---

## BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, L. W. W.; ALVAREZ, F. A. & MICHEL, H. W. "Extra Terrestrial Cause for the Cretaceous – Tertiary Extinction", in *Science*, 208, 1980, pp. 1.094-108.
- ERWIN, H. D. "The Great Paleozoic Crisis: Life and Death in the Permian", in D. J. Bettjer & R. K. Bambach (eds.). *Critical Moments in the Paleobiology and Earth History Series*. New York, The Columbia University Press, 1993.
- GREEN, W. A. & HICKEY, L. J. "Leaf Architectural Profiles of Angiosperm Floras Across the K/T Boundary", in *Am. Jour. Sci.* 305(10), 2005, pp. 983-1.013.
-