

... Datação por carbono - 14

Mariana Pezzo*

A autenticidade do “Sudário de Turim”, ou “Santo Sudário”, a idade de vestígios humanos e animais, o acompanhamento de mudanças climáticas e conseqüentemente, da flora e fauna em diversos pontos do Planeta. Esses são assuntos que todos nós acompanhamos com certa frequência na mídia e em outros fóruns, geralmente acompanhados por dados e discussões referentes ao processo de datação por carbono-14. Mas, o que é o carbono-14? Por que é aplicado nos processos de datação? De onde surgem as controvérsias?

Chama-se datação às técnicas que permitem uma avaliação da idade dos vestígios, peças ou objetos pertencentes a épocas passadas. As datações relativas simplesmente comparam peças entre si e permitem classificá-las cronologicamente. Já os métodos absolutos, como o do carbono-14 (^{14}C), permitem indicar com precisão a idade real, o tempo de existência das peças, desde que sejam de origem orgânica ou estejam diretamente associadas com espécimes orgânicos (que contêm compostos de carbono).

O ciclo do carbono

O carbono é uma unidade importante da estrutura de to-

dos os seres vivos e qualquer organismo contém seus três isótopos: os carbonos 12 (^{12}C), 13 (^{13}C) e 14. O mais abundante é o ^{12}C (99%), seguido pelo ^{13}C (cerca de 1%). O ^{14}C é um isótopo extremamente raro e radioativo (elemento cujo núcleo é instável e emite radiação, convertendo-se em um núcleo mais estável de um elemento diferente). Os números acima e à esquerda (12, 13 e 14) são denominados números de massa e correspondem à soma de prótons e nêutrons no núcleo dos átomos de carbono.

Em 1947, o pesquisador americano Willard F. Libby descobriu que, com a passagem do tempo, o ^{14}C desintegra segundo uma velocidade determinada, que pode ser medida. Libby recebeu, em 1960, o Prêmio Nobel de Química pela descoberta.

O método de datação baseia-se na produção, nas camadas mais altas da atmosfera terrestre, do ^{14}C . Os raios cósmicos de alta energia colidem com átomos gasosos, emitindo nêutrons livres. Esses nêutrons colidem, por sua vez, com átomos de nitrogênio-14 (^{14}N), muito comum na atmosfera terrestre, produzindo o ^{14}C . Esse ^{14}C logo se combina com o oxigênio do ar, formando uma molécula de gás carbônico

Willard F. Libby descobriu que, com a passagem do tempo, o ^{14}C desintegra segundo uma velocidade determinada, que pode ser medida. Libby recebeu o Nobel de Química pela descoberta



Esqueleto encontrado nos sítios arqueológicos do Parque Nacional Serra da Capivara, no Estado do Piauí, datado em 11 mil anos pelo método do ^{14}C .

(CO_2). O CO_2 radioativo (pois contém ^{14}C , único isótopo radioativo do carbono) se dispersa no ar e, pela ação dos ventos, se mistura com o CO_2 normal contido na atmosfera.

Pelo processo de fotossíntese, o CO_2 atmosférico é absorvido pelas plantas, sendo a fonte principal de ^{12}C . O ^{14}C é absorvido também, em quantidades pequeníssimas, na mesma taxa em que é produzido na atmosfera. Os animais respiram, comem as plantas e absorvem também o ^{14}C . Demonstrou-se que a concentração de ^{14}C em um ser vivo é constante e igual à que existe em equilíbrio na atmosfera.

A última fase do ciclo do ^{14}C corresponde ao seu desaparecimento. Ao morrer, o ser deixa de respirar. Por conseguinte, deixa de absorver ^{14}C . Portanto,

depois que a planta ou animal morre, o ^{14}C , radioativo, presente em seu corpo, vai gradualmente emitindo radiação β e virando ^{14}N , que não é radioativo ($^{14}\text{C} \rightarrow ^{14}\text{N} + \beta$, processo esse chamado de decaimento).

Técnica

Dado que a concentração de ^{14}C em um ser vivo é a mesma que existe em equilíbrio na atmosfera, ela só começa a mudar a partir do momento em que ele morre. Para saber há quanto tempo a morte ocorreu basta medir quanto de ^{14}C está em seu corpo ou parte dele. Admitindo que a concentração de ^{14}C no passado, centenas ou milhares de anos atrás, é igual àquela existente atualmente, é possível determinar o tempo decorrido desde a morte da planta ou animal (idade do corpo).

O ^{14}C se desintegra segundo uma velocidade muito lenta e constante. O tempo necessário para desintegrar a metade da quantidade de um isótopo radioativo qualquer é conhecido como a sua meia-vida. Para o ^{14}C , a meia-vida é de 5.710 anos, com uma margem de erro de 40 anos.

Há duas técnicas diferentes para medir a concentração ^{14}C no material analisado. Uma delas é medir o nível de emissões β (radiação emitida pelo ^{14}C) proveniente da desintegração do isótopo, utilizando um contador Geiger, o que exige amostras relativamente grandes. Atualmente, é utilizado também um espectrômetro de massas com acelerador, que permite que a análise seja efetuada com poucas miligramas de amostra. As duas técnicas fornecem resultados semelhantes. A escolha depende das possibilidades econômicas do laboratório e, também, do tipo de material coletado (fragmentos de madeira, osso, cerâmica, sedimentos etc.).

Considerações

“Na apresentação das datas, deve-se acabar com a prática de ‘converter’ as datas determinadas pelo método de ^{14}C (expressas em número de anos BP – do inglês *before present*, antes do presente; o presente, no caso, é o ano de 1950, data de estabelecimento do método internacionalmente) à escala AC/DC, usada geralmente para exprimir datas históricas”, afirma Jean

Bocquentin, pesquisador do Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal do Acre. Isto porque os resultados das análises são apresentados sob a forma de probabilidade estatística e com uma determinada margem de erro. "A falta de calibração para as datas superiores a 20 mil anos, as baixíssimas concentrações de ^{14}C ainda existentes e os riscos de poluição nas amostras levam a que as datas determinadas pelas análises nos períodos mais antigos apresentem margens de erro importantes", completa Bocquentin.

A análise por meio do método de ^{14}C é efetiva, normalmente, até datas de 30 mil a 40 mil anos BP, já que, após esse período, a radiação emitida pelo ^{14}C terá sido reduzida a praticamente zero. Por outro lado, em um objeto com, por exemplo, cem anos de idade, a quantidade de radiação emitida não terá diminuído o suficiente para que seja detectada alguma diferença.

Roberto R. Cordero Otero, responsável pelos laboratórios de ^{14}C e trítio do Instituto de Geocronologia e Geologia Isotópica da Universidade de Buenos Aires (Argentina), acrescenta que, para que o tempo obtido através das análises coincida com o tempo realmente transcorrido desde que um ser vivo morreu, é preciso aceitar mais de uma suposição:

- a concentração de ^{14}C permanece constante ao longo do tempo;

- essa concentração é igual em todos os reservatórios de carbono (atmosfera, biosfera, oceanos, rios e lagos);
- a proporção dos isótopos se mantém constante nos ciclos químicos em que intervém o carbono;
- com a morte do organismo, cessa o intercâmbio de ^{14}C com o meio.

"Em geral, nenhuma dessas suposições acontece na realidade. É por isso que, quando falamos do conteúdo de ^{14}C em uma amostra e o expressamos em anos, dizemos que é uma idade radiocarbônica, que pode estar mais ou menos próxima da idade real, dependendo da situação, do peso de cada uma das variáveis", considera Otero.

Estudos baseados na dendrocronologia (que envolvem o estudo das séries anuais dos anéis de crescimento dos troncos das árvores), por exemplo, afirmam que não é possível admitir a constância da concentração de ^{14}C na atmosfera e nos seres vivos. Tais estudos permitem hoje que sejam estabelecidas as curvas de variação do ^{14}C no passado e que seja realizada uma calibração das datas radiocarbônicas para a obtenção de datas de calendário até 11 mil anos BP. Outras curvas, realizadas através de resultados de datação por tório/urânio, permitem uma calibração do radiocarbono passado até 20 mil anos BP.

Alternativas

Embora a datação por ^{14}C ainda seja a técnica mais conhecida e utilizada, existem hoje métodos mais modernos de datação absoluta, como os que aplicam luminescência, por exemplo. A técnica da termoluminescência baseia-se em avaliar a luminescência provocada pelo aquecimento de sedimentos e objetos arqueológicos. É usada para identificar a idade de objetos que contêm minerais, como o quartzo (SiO_2) e a calcita (CaCO_3). Podem ser datados os fragmentos de cerâmicas, os materiais líticos queimados e cinzas de fogueira de até 200 mil anos. A imprecisão nesse modo de datação é de 7% a 10%.

O arqueomagnetismo é a datação baseada em variações seculares ou alterações que acontecem de tempos em tempos no campo magnético da Terra. O estudo da magnetização remanescente de uma rocha sedimentar permite determinar o campo magnético terrestre no momento de sua formação. O método é usado para datação de fornos e de algumas cerâmicas que podem manter uma magnetização remanescente.

**Este artigo foi elaborado a partir de textos enviados por Jean Bocquentin, pesquisador do Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal do Acre; e Roberto R. Cordero Otero, responsável pelos laboratórios de ^{14}C e trítio do Instituto de Geocronologia e Geologia Isotópica da Universidade de Buenos Aires (Argentina).*