

Datação em Paleoantropologia

por Fernando Bilharinho (26/07/2012)

A idade dos objetos de interesse paleoantropológico pode ser estimada com base em (a) métodos diretos, que são aplicados diretamente ao objeto em questão, e ou em (b) métodos indiretos, através da associação desse objeto com outros de idade conhecida.

Os (a') métodos de datação relativos permitem calcular a idade do objeto em estudo de maneira indireta. Num sítio paleoantropológico as idades dos diferentes estratos pode ser calculada pela utilização de métodos diretos em artefatos, nos fósseis da fauna (Datação Fauniana) ou nas rochas (Geoestratigrafia). Objetos encontrados no mesmo estrato devem ter idade semelhante: essa é a base da Estratigrafia. Os fósseis humanos são raros e, por isso, muito preciosos. As técnicas diretas consomem parte do material do objeto, por isso, a não ser que seja muito importante uma datação direta, a idade dos fósseis humanos é calculada de maneira indireta. A título de ilustração, uma datação radiocarbônica convencional necessita de 250 a 500g de osso. Novas técnicas de datação consomem cada vez menos material (ver adiante Espectrometria de Aceleração de Massa), porém, ainda assim, prefere-se usar material não-humano nas datações.

O método mais utilizado para datação em paleoantropologia é o estratigráfico. Nem sempre, entretanto, é fácil delimitar os estratos, especialmente em terrenos originalmente irregulares. Além disso, não são raras as contaminações dos estratos por material mais antigo ou mais recente em virtude de terremotos, inundações, desabamentos e outros eventos climáticos ou mesmo decorrentes da intervenção humana. As camadas mais profundas foram formadas primeiramente e as camadas mais superficiais mais recentemente: daí vem a denominação de certos períodos: o paleolítico superior (vestígios encontrados em camadas mais superficiais) é mais recente do que o paleolítico inferior (vestígios encontrados em camadas mais profundas).

O princípio da datação fauniana é simples: com base no achado de restos de outros animais obtém-se datações radiométricas de forma a se conhecer em que época viveram algumas espécies em diversos locais. Dessa forma quando se encontra restos desses animais próximos a fósseis humanos ou no mesmo estrato pode-se inferir a data em que viveu o humano "dono" do fóssil. A Palinologia (ciência que estuda os pólenes, esporos e outras partes da parede celular vegetal) também pode fornecer dados que permitem o cálculo da idade dos estratos.

A Datação Paleomagnética (ou estratigrafia magnética) é uma técnica de datação relativa estratigráfica que se baseia na inversão periódica que ocorre naturalmente do campo magnético da Terra. Os geólogos montaram uma tabela que correlaciona a idade da Terra e a polaridade do campo magnético do planeta em diferentes épocas. A aferição da polaridade das rochas dos diversos estratos do sítio permite a comparação com a tabela e a determinação da idade de cada estrato.

Os (b') métodos de datação absolutos são aplicados diretamente ao objeto que se deseja datar. Os isótopos radiativos são instáveis e com o tempo vão se transformando em outros elementos químicos. As técnicas que utilizam a meia-vida (tempo gasto para transformação de metade do isótopo inicial em um outro) dos isótopos radiativos para datação são conhecidas como radiométricas (métodos radiométricos). Entre os métodos radiométricos mais usados em paleoantropologia estão o do potássio-argônio (o potássio-40 se transforma em argônio-40) e o do carbono-nitrogênio (o carbono-14 se transforma em nitrogênio-14). As erupções vulcânicas zeram

o relógio potássio-argônio quando todo o argônio na forma de gás é liberado das rochas e começa a se acumular novamente a partir do decaimento do potássio. Antes essa técnica era útil apenas para objetos com mais de 500 mil anos, mas um aperfeiçoamento da técnica vem propiciando o uso de menos material, eliminando a influência de contaminantes e permitindo a aplicação em objetos com a partir de 10 mil anos, é a Fusão a Laser de Cristal Único.

Quadro 1 – Técnicas de Datação mais utilizadas em Paleoantropologia

Técnica	Alcance aproximado	Material em que pode ser aplicada a técnica
Radiocarbono (Convencional e Espectrometria de Aceleração de Massa)	1.000 a 30.000 anos (máximo 50 a 60 mil anos)	Fósseis, madeira, carvão, conchas.
Radiopotássio (Potássio-argônio)	500.000 a bilhões de anos (mínimo 200 mil anos)	Rocha vulcânica e meteoritos
Fusão a Laser de Cristal Único (variação da radiopotássio)	10.000 a bilhões de anos	Rocha vulcânica e meteoritos
Termoluminescência (Luminescência)	1.000 a 1.000.000 de anos	Areia soprada pelo vento, pedra queimada
Ressonância de Spin de Elétrons (ressonância Elétrica de Giro)	1.000 a 1.000.000 de anos	Esmalte dentário

Já o carbono-14 é continuamente formado na natureza e incorporado aos corpos dos animais através da alimentação. Quando o animal morre o carbono-14 segue decaindo a nitrogênio-14 e a relação carbono-14/carbono-12 vai diminuindo progressivamente. Infelizmente a produção de carbono-14 não foi constante através dos tempos. Mas tabelas relativamente confiáveis foram confeccionadas de forma a corrigir os resultados obtidos (ver adiante Dendrocronologia). A técnica do carbono-14 perde precisão rapidamente para datação de objetos a partir de 30 mil anos. O desenvolvimento da técnica conhecida como Espectrometria de Aceleração de Massa tem permitido a utilização de mínimas quantidades de material (cerca de 2 a 3 gramas contra 250 a 500 gramas da técnica convencional).

A radiação natural fornece elétrons que são capturados por certas imperfeições presentes em cristais e que lá ficam “guardados”. Ao se aquecer (termoluminescência) ou se expor à luz (luminescência estimulada opticamente) esse material os elétrons são novamente liberados. A Ressonância de Spin de Elétrons permite calcular diretamente a idade do objeto de acordo com o número de elétrons liberados que são capturados e a luminescência (Termoluminescência ou Luminescência Estimulada Opticamente) permite esse cálculo através da aferição indireta a partir dos fótons emitidos pelos elétrons que retornam ao ambiente. O que zerou o relógio nesse caso foi a última exposição do material ao calor (cerâmicas, erupções vulcânicas ou mesmo a exposição aos raios solares). A calibragem é feita através da dosagem total da radiatividade (alfa, beta e gama) da amostra ou da radiatividade do local (radiação alfa, potássio e raios cósmicos) onde foi encontrado o material.

Existem diversas outras técnicas de datação menos utilizadas, como as radiométricas Técnica das Séries de Urânio e Técnica de Rasto de Fissão (baseada no decaimento do urânio-238 para tório-234), e as não-radiométricas Técnica da Racemização de Aminoácidos e Análise de Varves (aplicada a sedimentos em lagos glaciais). Quando uma datação é confirmada por duas ou mais técnicas existe mais confiabilidade no resultado obtido. O padrão-ouro até 30 mil anos é a técnica do carbono-14 e a partir daí a fusão a laser de cristal único (potássio-argônio).

Dendrocronologia

É possível calcular a idade de uma árvore contando-se os anéis em seu tronco: esse é o princípio da Dendrocronologia. Esses anéis refletem o crescimento (no período do inverno as árvores praticamente zeram seu crescimento, o que presta determinar o início de um novo ano) diferenciado das árvores nos diferentes anos. Os anos chuvosos produzem anéis largos e os anos secos anéis estreitos (os anéis são especialmente pronunciados nas grandes latitudes onde as estações secas e chuvosas são bem marcadas). O padrão de anéis produzidos em anos secos e anos chuvosos permite, teoricamente, utilizando-se desde árvores ainda vivas até madeira muito antiga, a construção de tabelas que poderiam possibilitar o uso da dendrocronologia para datações que remontam ao período do aparecimento das primeiras árvores (utilizando-se árvores petrificadas)! Porém, na prática, utilizamos a dendrocronologia para datações até 11.500 anos. A incrível precisão dessa técnica permite a datação com margem de erro menor que um ano! Os avanços da dendrocronologia permitiram a calibragem do relógio carbono-nitrogênio. Os corais também apresentam ritmo de crescimento que pode ser utilizado para o cálculo de sua idade.

Relógios Molecular e Linguístico

A técnica conhecida como Relógio Molecular não é uma técnica de datação fóssil. Essa técnica se presta para calcular a data de qualquer ponto de ramificação evolutiva dos seres vivos que desejarmos. O método consiste na contagem de discrepâncias em sequências moleculares entre espécies sobreviventes. Quanto mais distantes as relações de parentesco maiores as discrepâncias.

A dificuldade nessa técnica é a calibragem, isto é, transformar o número de discrepâncias em anos. Essa calibragem é feita com base em fósseis com datação conhecida em alguns pontos cruciais das ramificações. Diversas controvérsias pairam sobre a técnica. Não há, por exemplo, como admitir que a taxa de evolução seja fixa, de forma que a escassez de fósseis torna as estimativas para a época das ramificações mais antigas bastante imprecisas. A utilização de mais de um gene diminui a margem de erro e a controvérsia, especialmente se as datas apontadas forem confluentes.

As duas datas mais populares calculadas através do relógio molecular são a do surgimento do *Homo sapiens* e a da divergência entre o homem e os chimpanzés. A primeira foi estimada em 143 mil anos e a segunda em 6 milhões de anos (com margem de erro de 20% para mais ou para menos).

Quadro 2 – Datas de divergências entre espécies vivas calculadas pela técnica do relógio molecular

Divergência entre as espécies	Data provável (em anos no passado)
Chimpanzé e Homem	6 milhões
Gorila e Chimpanzé-Homem	7 milhões
Orangotango e Gorila-Chimpanzé-Homem	14 milhões
Gibão e Orangotango-Gorila-Chimpanzé-Homem	18 milhões
Macacos do Velho Mundo e Grandes Macacos (Hominóides)	25 milhões

Fonte: Dawkins, R. A Grande História da Evolução

Um relógio linguístico com molde semelhante ao do relógio molecular também pode ser utilizado. A Glotocronologia é uma técnica menos rigorosa. Utiliza a contagem de frações de preservação de palavras relacionadas nas diferentes línguas. Aqui também o desafio é a calibragem. Assim como o relógio molecular, o relógio linguístico aponta a África como o local de origem do homem

moderno.

Referências:

1. Cavalli-Sforza, L L. Genes, Povos e Línguas. São Paulo: Companhia das Letras, 2003.
2. Dawkins, R. O Maior Espetáculo da Terra. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.
3. Dawkins, R. A Grande História da Evolução. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.
4. Klein, R e Edgar B. O Despertar da Cultura. Rio de Janeiro: Zahar, 2005.
5. Lewin, R. Human Evolution: An Illustrated Introduction. Oxford: Blackwell, 2005.
6. Speakman, D. Introduction to Paleoanthropology. Wikibooks: 2006.

Leitura recomendada:

Para aqueles de desejam ler um texto agradável e de fácil entendimento sobre dendrocronologia, relógio potássio-argônio e datação radiocarbônica recomendo o capítulo 3 do livro “O Maior Espetáculo da Terra” de Richard Dawkins.