

CBPF-NF-048/85

DATAÇÃO POR CARBONO 14 DE UMA MÚMIA DA "CAVERNA DA  
BABILÔNIA", MUNICÍPIO DE RIO NOVO, SUL DE MINAS GERAIS

por

M.C.M.C. Beltrão<sup>+</sup>, J. Danon<sup>\*</sup> e G. Poupeau<sup>§\*</sup>

\*Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CNPq/CBPF  
Rua Dr. Xavier Sigaud, 150  
22290 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

+Setor de Arqueologia do Museu Nacional  
Quinta da Boa Vista  
20940 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

§CNRS - Paris - França

RESUMO

As fibras vegetais de um tecido que envolvia a mumia de um indivíduo adulto encontrada na caverna da Babilonia foram datadas por carbono 14. A idade de  $600 \pm 80$  anos ( $1\sigma$ ) encontrada para esta amostra indica tratar-se de uma mumia pré-colombiana.

Palavras-chave: Datações por carbono 14; Múmia arqueológica.

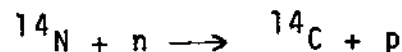
A mumia datada é a de um indivíduo adulto de aproximadamente 25 anos e do sexo feminino. A amostra extraída para a datação era composta de fibras vegetais retiradas da tela que envolvia esta mumia. As medidas foram efetuadas por Georgette Delibrias do Centre des Faibles Radioactivités de Gif sur Yvette.

## NOÇÕES DO MÉTODO

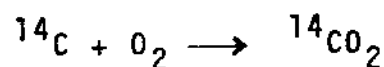
### Princípio

Existem sobre a Terra três tipos (ou isótopos) de átomos de carbono, o carbono 12 (ou  $^{12}\text{C}$ ), o carbono 13 ( $^{13}\text{C}$ ) e o carbono 14 ( $^{14}\text{C}$ ). Esses três tipos de átomos diferenciam-se pelo número de neutrons de seus núcleos. Enquanto que o  $^{12}\text{C}$  e o  $^{13}\text{C}$  são estáveis, o  $^{14}\text{C}$  possui a propriedade marcável de ser radioativo o que permite a sua utilização em geocronologia.

O carbono 14 terrestre deve sua origem à interação nuclear dos neutrons dos raios cósmicos (n) com o nitrogênio atmosférico (N), segundo a reação:

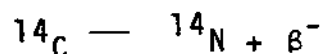


onde a captura de um neutron pelo isótopo do nitrogênio produz um átomo de  $^{14}\text{C}$  e a ejeção de um próton. Após a sua formação o átomo de  $^{14}\text{C}$  entra no ciclo normal do carbono atmosférico combinando-se com dois átomos de oxigênio para formar o gás carbônico:



É sob esta forma que o carbono — tanto o  $^{14}\text{C}$ , como o  $^{12}\text{C}$  e o  $^{13}\text{C}$  — penetra na biosfera, através da fotosíntese. Nos tecidos vivos de uma planta, o  $^{14}\text{C}$  é continuamente renovado pela atividade biológica, e a abundancia do carbono 14 em relação ao carbono 12 é aproximadamente a mesma que na atmosfera. Com efeito, no momento da fotosíntese uma planta apresenta uma ligeira preferência por certos isótopos do carbono, "fracionamento isotópico", o que introduz uma pequena diferença nas abundancias relativas dos  $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$  e  $^{14}\text{C}$ . Atualmente, existe aproximadamente 1 átomo de  $^{14}\text{C}$  por  $10^{14}$  átomos (cem mil bilhões) de  $^{12}\text{C}$  nas partes vivas de uma planta.

Logo após a morte de um tecido (por exemplo, os anéis anuais de crescimento dos troncos das árvores), ou da totalidade de um organismo, o aumento contínuo do carbono — logo do  $^{14}\text{C}$  — cessa brutalmente. Em função da sua radioatividade, a abundância do  $^{14}\text{C}$  no material biológico decresce rapidamente, com um período  $T = 5570$  anos, isto é, a abundância dos átomos de  $^{14}\text{C}$  decresce da metade a cada 5570 anos, segundo uma lei exponencial, restituindo o nitrogênio 14 por uma desintegração do tipo  $\beta^-$  liberando um elétron:



Para datar uma amostra arqueológica pelo  $^{14}\text{C}$  deve-se então medir a radioatividade ( $A$ ) do  $^{14}\text{C}$  da amostra e a de uma amostra recente ( $A_0$ ). Deduz-se dessa comparação a idade  $t$  da morte biológica da amostra a partir da equação que expressa o decaimento exponencial da atividade (ou número de desintegrações por grama e por unidade de tempo) do carbono 14:

$$A = A_0 \exp. (-\lambda t)$$

onde,  $\lambda$ , chamada constante de desintegração, é o inverso, a menos de um fator, do período  $T$ .

Trata-se pois classicamente, do ponto de vista da medida, de preparar o carbono de uma planta fóssil, sob uma forma conveniente para medir sua radioatividade  $\beta$ .

### Limites

Para que uma amostra seja datável por carbono 14, é necessário que sua radioatividade não tenha decrescido abaixo de um certo valor, além do qual ela não é mais mensurável. Nas instalações de datação convencionais, este limite corresponde aproximadamente a uma idade máxima de  $\pm 40\ 000$  anos. É o que se observa na tabela 1, quando a medida da radioatividade é efetuada com um contador proporcional. No caso estudado, o ruído de fundo do aparelho torna-se consideravelmente predominante ante o sinal da radioatividade que se quer detetar para as amostras maiores que  $\approx 38000$  anos. Para o contador e as condições experimentais consideradas, o limite prático de datação seria, então, da ordem de 38000 anos.

É necessário, afim de datar uma amostra, extrair-se-lhe algumas gramas de carbono. Segundo o tipo de material a quantidade a fornecer-se ao laboratório de datação varia com o teor de carbono, de algumas gramas (carvão, madeiras fósseis) a alguns quilos (ossos, conchas, cerâmicas etc...).

### Regressos recentes

Atualmente, com o aparecimento de técnicas novas, é possível datar-se amostras de mais de 40000 anos. Em uma delas utiliza-se como sempre o mesmo princípio de datação por  $^{14}\text{C}$  — sua radioatividade  $\beta$  — mas isso após haver-se procedido ao seu "enriquecimento isotópico". Essa técnica necessita de grandes quantidades de carbono (algumas centenas de gramas) e de tempos de contagem bastante longos.

Uma técnica revolucionária, baseada na utilização de mini-aceleradores de ions pesados, utiliza como princípio de datação do  $^{14}\text{C}$  as vantagens da espectrometria de massa a alta energia. Ela permitiria datar amostras contendo somente algumas miligramas de carbono até idades de, ao menos, 70000 anos. Esta técnica anarecida há alguns anos, vai permitir uma grande expansão da datação pelo rácio-carbono.

### Datação da Mumia da Caverna da Babilonia

As fibras vegetais provenientes do envólucro da mumia foram primeiramente submetidos a um tratamento químico apropriado afim de eliminar tanto quanto possível qualquer contaminação. O carbono da amostra foi em seguida extraído por combustão de oxigênio puro e transformado em gás carbônico  $\text{CO}_2$ . Esse gás carbônico foi em seguida purificado em várias etapas e introduzido em um contador proporcional para a medida da radioatividade do carbono 14.

A atividade medida do carbono 14 corresponde a uma idade de  $600 \pm 80$  anos (1 $\sigma$ ) (antes do presente, isto é, convencionalmente depois de 1950). Rigorosamente, esta idade não é a mesma da mumia, mas sim a da morte biológica das fibras vegetais extraídas do tecido que a envolve. Na prática, contudo, esta idade é a da mumia, se se

considera que o tempo transcorrido entre a colheita das fibras vegetais de uma parte e a confecção da mumia de outra parte é suficientemente curto. Neste caso, a idade  $^{14}\text{C}$  indicaria que a mumia da caverna da Babilonia é da idade pré-colombiana.

TABELA 1

Valores típicos da atividade do carbono 14 numa instalação utilizando um contador proporcional

<u>Idade</u>	<u>Atividade bruta para * 1,2 litros de CO<sub>2</sub></u>
0	7,21
100	7,14
200	7,07
500	6,85
1000	6,51
5000	4,41
10000	2,89
15000	2,08
20000	1,65
30000	1,29
38500	1,20
infinito*	1,15

exemplo calculado por G. Delibrias.

\* Número de desintegrações de <sup>14</sup>C detetadas por segundo para uma pressão de CO<sub>2</sub> de 74mm de Mercúrio e uma temperatura de 20°C

\*\* Ruído de fundo inerente da instalação. A partir de 38000 anos, o sinal da amostra não se distinguindo mais do da instalação logo, as idades a partir desse limite não são mais determináveis.

Orientação bibliográfica sumária sobre as datações por carbono  
14.

Método clássico

AITKEN M.J. (1974)

Physics and Archaeology, Clarendon, Oxford, pp 291

LIBBY F.W. (1955)

Radiocarbon dating, University of Chicago Press

Datações com enriquecimento isotópico

GROOTES P.M. (1978)

Carbon 14 time-scale extended : comparison of chronologies  
Science, 200, 11-15

STUIVER M, HEUSSER C.J., YANG J.C. (1978)

North American Glacial History extended to 75000 years ago  
Science, 200, 16-21

Datações por aceleradores

HEDGES R.E.M (1981)

Radiocarbon dating with an accelerator: review and preview  
Archaeometry, 23, 3-18