

DATAÇÃO POR CARBONO 14: UTILIZAÇÃO DAS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

ANA PAULA BONATO WILLE¹; SABRINA BOBSIN SALAZAR²

¹*Universidade Federal de Pelotas – anapaulabonatowille@gmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – salazar.ufpel@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

O Carbono é o elemento químico mais abundante no planeta, é a base da vida na terra (SHRIVER; ATKINS; 2008). Ele possui 15 isótopos, mas apenas 3 isótopos naturais: Carbono 11, Carbono 12 e Carbono 14. Dentre esses três, o carbono 14, ou ¹⁴C, é o único radioativo, emite partículas β. Esse elemento é de extrema importância, uma vez que é a base na datação de fósseis e diversos outros artefatos, como por exemplo o sudário de Turim (UNISEPE, 2018). O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento e aprofundamento da fórmula do decaimento de carbono radioativo em um organismo ao longo dos anos.

Em 1950, o método de datação por ¹⁴C foi colocado em execução e tornou-se o principal e mais popular processo. O método tem por base a contínua produção do carbono radioativo (¹⁴C) na alta atmosfera pela interação de raios cósmicos com núcleos presentes no ar que geram nêutrons (¹n). Esses nêutrons colidem com o isótopo 14 do nitrogênio (¹⁴N) formando carbono 14, através da equação:



O ¹⁴C é então oxidado a ¹⁴CO₂ e entra no ciclo global do carbono. O que garante que o ¹⁴C se mantenha constante na superfície é a assimilação das plantas durante a fotossíntese e a ingestão de plantas pelos animais (FARIAS, 2002).

O cientista nuclear americano, Willard Frank Libby, em 1947, formulou uma teoria em que a quantidade de ¹⁴C nos organismos é constante durante seu período de vida. Porém quando o organismo morre, o ¹⁴C cessa, ou seja, o organismo para de absorver novos átomos de ¹⁴C e seu tempo de vida pode ser determinado a partir de uma porcentagem de carbono radioativo original que restou, pois como o ¹⁴C não é reposto, sua concentração começa a decair. Ao analisar uma amostra e comparar a razão entre a quantidade de ¹⁴C e ¹²C (isótopo estável do ¹⁴C) pode-se estimar a idade do organismo de uma maneira muito precisa, através do decaimento radioativo do ¹⁴C (LIBBY, 1951).

Para o desenvolvimento deste trabalho utilizou-se o método matemático analítico que envolve o entendimento e dedução da equação da lei do decaimento radioativo e como ela foi aplicada para a datação do Sudário de Turim.

2. METODOLOGIA

As ciências exatas buscaram uma maneira de quantificar a taxa em que o ^{14}C decai em um organismo com o passar dos anos. Para isso, estudou-se o tempo de meia vida do carbono radioativo.

A meia vida do ^{14}C é aproximadamente 5730 anos, e é o tempo que a atividade, número de transmutações por unidade de tempo, do ^{14}C é reduzida pela metade da inicial, ou seja, a cada meia vida do elemento, a atividade, é reduzida na metade, até atingir um valor irrisório (ALVES, 2010). A taxa de variação deste decaimento pode ser descrita através de uma equação diferencial. Essa equação consiste em uma função, que aparece sob a forma de suas respectivas derivadas. Para sua resolução, utiliza-se o método de separação de variáveis, através de integração direta (ANTON; BIVENS; DAVIS, 2014).

A lei do decaimento radioativo está relacionada com a quantidade de um determinado átomo, nesse caso o ^{14}C , que se desintegra em uma taxa de variação proporcional a presente no material, ou seja, a quantidade de átomos instáveis que se decompõe está relacionada com a quantidade de átomos já existentes no material. Através da equação, pode-se estimar a probabilidade do decaimento por unidade de tempo do material. A atividade é expressa através de:

$$\frac{dQ}{dt} = -\lambda Q(t),$$

onde Q é o número de núcleos atômicos remanescentes após um tempo t e λ a constante de desintegração do material. Separando as variáveis dessa equação podemos encontrar:

$$\frac{dQ}{Q} = -\lambda dt,$$

aplicando a integral em ambos os lados:

$$\int \frac{dQ}{Q} = - \int \lambda dt,$$

resolvendo a integral:

$$\ln Q = -\lambda t + C,$$

nesse caso, C é o número inicial de núcleos radioativos. Aplicando a definição do logaritmo:

$$Q = e^{-\lambda t} \cdot e^C,$$

$$Q = Ce^{-\lambda t},$$

quando consideramos o tempo (t) igual a zero, $Q = C$, podendo ser chamado de Q_0 . Assim:

$$Q(t) = Q_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um exemplo de utilização da técnica de datação por carbono 14 é o sudário de Turim. Esse sudário foi supostamente considerado como o manto que cobriu o corpo de Cristo após a crucificação. A datação feita, mostrou que o linho, componente principal do manto, teve origem entre os anos de 1260 e 1390, logo, não poderia ser o manto que cobriu o corpo de Jesus (UNISEPE, 2018). O relatório do museu britânico indicou que existia cerca de 92 a 94% de ^{14}C original nas fibras do tecido (ALVES; 2010). Esses valores são utilizados para o cálculo da datação. Para calcular a quantidade de material radioativo presente no manto, ou em qualquer outro organismo, deve-se utilizar a função da atividade, dada por:

$$Q(t) = Q_0 \cdot e^{-0,00012097t},$$

se considerarmos t anos, a fração de carbono presente no objeto será de:

$$\frac{Q(t)}{Q_0} = e^{-0,00012097t},$$

aplicando as propriedades do logaritmo natural:

$$\ln\left[\frac{Q(t)}{Q_0}\right] = \ln e^{-0,00012097t},$$

resolvendo para t :

$$-0,00012097t = \ln\left[\frac{Q(t)}{Q_0}\right],$$

$$t = -\frac{1}{0,00012097} \cdot \ln\left[\frac{Q(t)}{Q_0}\right].$$

Considerando os valores de 0,92 e 0,93 como a razão $Q(t)/Q_0$:

$$t_1 = -\frac{1}{0,00012097} \cdot \ln[0,92] \approx 689 \text{ anos},$$

$$t_2 = -\frac{1}{0,00012097} \cdot \ln[0,93] \approx 600 \text{ anos},$$

isso quer dizer que, quando o teste foi feito, em 1988, o Sudário de Turim estava entre 600 e 689 anos, logo, teve origem entre 1299 e 1388 d.C. Portanto, o Sudário de Turim não poderia ter sido de Jesus Cristo.

Esses métodos de datação são aplicáveis a muitos outros objeto ou organismos, não somente ao exemplificado.

4. CONCLUSÕES

O método de datação por ^{14}C , através lei do decaimento radioativo, cuja dedução ocorreu através de uma equação de variáveis separáveis, foi essencial na datação do Sudário de Turim. O método demarca uma evolução científica muito grande, pois é capaz de determinar um intervalo de tempo de confiança da idade do objeto analisado, através de uma pequena amostra do mesmo.

Porém, apesar de ter ampla aplicação, o método possui algumas limitações. Uma delas é acreditar que a concentração de ^{14}C na atmosfera é constante, o que é improvável. Além disso, possui deficiências em datar objetos que tenham pouca idade (100 anos), pois nesse período a variação da radiação é praticamente imperceptível e em objetos que possuam mais de sete meia vidas, pois a concentração de carbono no objeto é quase zero.

Alguns outros métodos como a termoluminescência e a luminescência opticamente estimulada estão sendo combinados com o método de datação por ^{14}C , para obter uma maior precisão com a mesma quantidade de amostra.

Apesar de suas limitações, a técnica de datação por ^{14}C continua sendo amplamente utilizada e difundida.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, W. B. Sobre a datação por decaimento radioativo. **Connection Line**, Online, n 5 p 33-43, 2010.

ANTON, H.; BIVENS I.; DAVIS, S. **Cálculo**. Porto Alegre: Bookman, 2014. v.2.

FARIAS, R. F. A química do tempo: carbono 14. **Química Nova na escola**, São Paulo v.16, n 06, p 6-8, novembro, 2002.

LIBBY, W. F.; **Radiocarbon dating**. Toronto: W. J. Gage & Co., 1951.

SHRIVER, D.; ATKINS, P. **Química inorgânica**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

UNICAMP: **Carbono-14 não é o único método de datação**. Com ciência, Qnesc, São Paulo, 10 set. 2003. Acessado em 4 set. 2019. Online. Disponível em: <http://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/arqueologia/arq06.shtml>

UNISEPE: **Datação por Carbono 14**. Gestão em foco, São Paulo, 2018. Acessado em: 6 set. 2019. Online. Disponível em: http://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/1gestao_foco_Carbono14.pdf.