

# O GEOMAGNETISMO TERRESTRE E O MEIO AMBIENTE

por Daniela Simonini Teixeira

**Resumo:** A maior proteção que o Planeta Terra possui contra o vento solar e as radiações cósmicas é o seu campo magnético<sup>1</sup>. Supõe-se que a origem desse campo é uma alta corrente elétrica (de aproximadamente 6 bilhões de ampères<sup>2</sup>) que circula no núcleo terrestre, mas ainda não existe consenso sobre como ela teria sido originada nem sobre como ela se mantém circulando. Cientistas evolucionistas alegam ser ela originada por um “dínamo” localizado no interior do planeta, enquanto cientistas criacionistas, como o Dr. Thomas Barnes e o Dr. Russel Humphreys, acreditam que as leis básicas do eletromagnetismo são suficientes para explicar a sua circulação. O fato que tem sido mais analisado em artigos científicos relacionados ao campo magnético terrestre é o rápido decaimento de sua intensidade e, certamente, o fenômeno natural global mais notável em todos os tempos (de 1970 a 2000 houve uma perda estimada de 1,4% da energia do campo magnético terrestre<sup>3</sup>). O estudo do decaimento do campo magnético terrestre abre várias discussões, inclusive, e principalmente, sobre a precisão das idades cronológicas obtidas com o método de datação do Carbono-14. Uma maior incidência de radiação cósmica em nossa atmosfera implica uma maior produção desse elemento na alta atmosfera e, conseqüentemente, sua maior concentração na natureza<sup>4</sup>. Cálculos de idades realizados pelo método do Carbono-14 precisam, então, ser refeitos levando-se em conta o decaimento comprovadamente exponencial do campo magnético terrestre, e assim, as datas obtidas por esse método serão corrigidas para valores muito mais recentes. Cálculos e medidas da intensidade do campo magnético terrestre, realizados desde 1835<sup>5</sup>, permitem concluir que a vida passou a existir em nosso planeta não antes de 10 mil anos atrás.

## 1. Introdução

A Terra é um enorme ímã natural, o seu campo magnético, medido pelo seu momento magnético (M), é da ordem de  $10^{24}$  ampère.metro<sup>6</sup> e se estende aproximadamente até 70.000 km acima da superfície do planeta, pela região denominada “Magnetosfera” (Ver Figura 10). A interação desse campo magnético com o vento solar é responsável pelo fenômeno da Aurora Boreal (Figura 1).



Fig. 1 – Aurora Boreal no Alaska

---

<sup>1</sup> Morris, John D. – “Earth’s Magnetic Field”. *Institute for Creation Research*. August, 2010.

<sup>2</sup> Barnes, Thomas – “Origin and Destiny of the Earth’s Magnetic Field”, 1973. Chapter IV.

<sup>3</sup> Humphreys, Russel – “The Earth’s Magnetic Field is Still Losing Energy” June 2002. *Creation Research Society Quarterly*.

<sup>4</sup> Barnes, Thomas – “Origin and Destiny of the Earth’s Magnetic Field”, 1973. Chapter II.

<sup>5</sup> ESSA Report, IER 46- IES - 1967.

<sup>6</sup> Rossi, Bruno and Stanislaw Olbert – “Introduction to the Physics of Space” 1970.

A *International Association of Geomagnetism and Aeronomy* (IAGA) tem publicado no *International Geomagnetic Reference Field* (IGRF) dados precisos sobre o campo magnético terrestre, facilmente acessíveis no seu site<sup>7</sup>.

A origem do campo magnético terrestre ainda não está definitivamente esclarecida, e, para a sua explicação, são hoje propostas duas teorias: a teoria do “efeito dínamo” e a teoria da corrente elétrica circulando livremente na parte externa do núcleo terrestre<sup>8</sup>.

A teoria do “efeito dínamo” supõe que correntes elétricas tenderiam a circular de forma ordenada através do níquel e do ferro no interior da parte líquida do núcleo da Terra, sob o efeito da aceleração de *Coriolis*, causada pelo movimento de rotação do planeta. Essa “corrente ordenada” geraria um campo magnético que seria reforçado por material condutor que atravessasse suas linhas de força (explicação mais à frente pelos experimentos de Faraday), e assim surgiria um dínamo auto-sustentável.

Sir Horace Lamb, que foi aluno de James Clark Maxwell (quem definiu as leis do Eletromagnetismo), em 1883 elaborou uma explicação matemática para correntes elétricas circulando em superfícies esféricas externas<sup>9</sup>. Dessa explicação, o Dr. Barnes, físico por formação, Doutor em Ciências pela *Hardin-Simmons University*, e professor de física na *University of Texas*, em El Passo, de 1938 a 1983, partiu para a construção da teoria de correntes circulando na superfície externa do núcleo terrestre, o que explicaria a origem da fonte de energia do campo magnético da Terra.

O Dr. Barnes utilizou medidas do campo magnético terrestre, tomadas a partir de 1835, apresentadas no *ESSA Report* de 1967, e dedicou-se com muita atenção aos estudos do rápido decaimento de sua intensidade. O Dr. Barnes concluiu que seria impossível haver vida na Terra antes de 10.000 anos atrás<sup>10</sup>. Para confirmar esta teoria, o Dr. Russel Humphreys publicou outros artigos mais recentes que abordam também a questão das inversões do campo magnético terrestre e frustram qualquer tentativa evolucionista a favor de evidências de vida na Terra em épocas correspondentes a milhões de anos atrás<sup>11</sup>.

Antes de abordar o Geomagnetismo Terrestre, tópicos relativos aos princípios básicos da Termodinâmica, ao decaimento radioativo e ao Eletromagnetismo serão recordados.

## 2. Fenômenos Conservativos e Degenerativos

Para se entender o efeito do decaimento da intensidade do campo magnético terrestre, é preciso recorrer às leis que regem os fenômenos naturais, particularmente às Leis da Termodinâmica.

A “Primeira Lei da Termodinâmica”, ou “Princípio da Conservação da Energia”, em simples palavras, enuncia que, em um sistema fechado, a energia pode ser transformada, mas o conteúdo total da energia no sistema permanece o mesmo. Isso significa que a energia não pode ser criada do “nada”.

---

<sup>7</sup> [www.ngdc.noaa.gov](http://www.ngdc.noaa.gov)

<sup>8</sup> Lourenço, Adauto. “Como tudo começou” 2007.

<sup>9</sup> Lamb, Horace. “On electrical motions in a spherical conductor” London 1883.

<sup>10</sup> Barnes, Thomas – “Origin and Destiny of the Earth’s Magnetic Field”, 1973.

<sup>11</sup> Humphreys, D. R. “Reversals of the earth’s magnetic field during the Genesis flood,” *Proceedings of the First International Conference on Creationism*, Vol. II, 1986.

Em termos matemáticos, a Primeira Lei da Termodinâmica é descrita da seguinte maneira:

$$\Delta E = \Delta Q + \Delta W;$$

onde  $\Delta E$  é a variação da energia total do sistema.  $\Delta Q$  é a variação da quantidade de calor do sistema (quando aumenta é positiva e quando diminui é negativa), e  $\Delta W$  é a variação da quantidade de trabalho efetuado sobre (positiva) ou pelo (negativa) sistema.

A Figura 2 mostra a imagem da formação de ondas na superfície de um lago, provocadas pela queda de uma pedra na água. Esta ilustração é uma boa maneira de se descrever a diferença entre fenômenos conservativos e degenerativos.



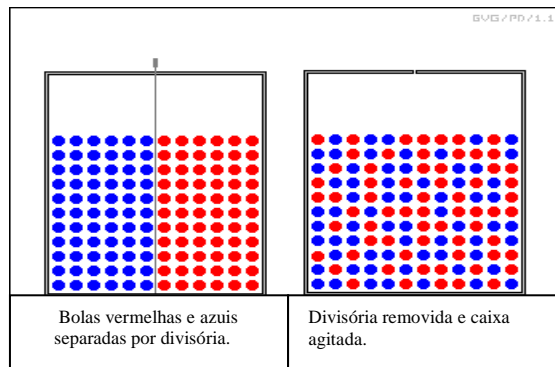
**Fig. 2 – Uma pedra jogada na água forma ondas**

A energia potencial que a pedra tinha antes de cair na água, foi transformada em energia cinética, contida nas ondas, e em seguida dissipada na forma de energia térmica (se fosse possível medir a temperatura média da água antes e após a queda da pedra, verificar-se-ia um ligeiro aumento do seu valor, correspondente à dissipação da energia cinética das ondas e ao conseqüente aumento da energia térmica).

O efeito contrário, ou seja, um ligeiro resfriamento da água e a formação de ondas em sentido contrário para impulsionar a pedra que caiu no fundo do lago e atirá-la para fora, não é factível.

Pela primeira parte da ilustração apresentada, vê-se que foi conservada a energia total do sistema pedra-água. Quanto à segunda parte da ilustração, a Segunda Lei da Termodinâmica afirma que um sistema fechado sempre se transformará de estados ordenados para estados desordenados. A ordenação maior do sistema pedra-água corresponde à situação em que a pedra ainda não caiu, e a menor ordenação corresponde à situação após toda a dissipação da energia cinética das ondas.

Em conexão com o Segundo Princípio da Termodinâmica, para melhor caracterizar o conceito de ordem e desordem, foi introduzida uma grandeza que recebeu o nome de “entropia”. Assim, esse Princípio pode ser enunciado simplificadaamente, ao se afirmar que a quantidade de entropia (desordem) de qualquer sistema isolado termodinamicamente tende a aumentar com o tempo, até alcançar um valor máximo, ou um valor de equilíbrio.



**Fig. 3 – Aumento de entropia até o equilíbrio em um sistema isolado**

Na Figura 3, à esquerda tem-se uma configuração mais ordenada, e à direita outra, menos ordenada. A transformação natural, mantendo-se o sistema isolado, ocorre no sentido da configuração da esquerda para a da direita. A transformação inversa é impossível sem a atuação de causas externas, o que contradiria a hipótese de sistema isolado.

Em conformidade com essa Segunda Lei, resulta a impossibilidade de uma "máquina térmica ideal". Toda e qualquer máquina dissipará parte da energia a ser utilizada na forma de calor.

Em resumo: A Primeira Lei da Termodinâmica estabelece que a quantidade de energia se conserva, enquanto que a Segunda Lei afirma que a qualidade dessa quantidade de energia que se conserva está se degenerando continuamente.

A Segunda Lei da Termodinâmica é o princípio universal que rege os decaimentos observáveis na natureza, tais como o decaimento da intensidade do campo magnético terrestre e o decaimento radioativo (ou desintegração radioativa).

### 3. Decaimento Radioativo

O processo de desintegração ou decaimento radioativo se dá quando um elemento químico radioativo (pai) se transforma num elemento radiogênico (filho) com a emissão de energia na forma de partículas (radiação corpuscular) ou em forma de radiação eletromagnética (raios  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ). Dá-se o nome de "nuclídeos" a esses elementos instáveis, que se desintegram naturalmente.

A Figura 4 mostra alguns tipos de radiações eletromagnéticas. As emissões alfa ( $\alpha$ ) e beta ( $\beta$ ) são partículas de baixa energia que podem ser obstruídas, por exemplo, por uma folha de papel e alumínio, respectivamente. Desintegração gama ( $\gamma$ ) são raios de alta energia que são obstruídos apenas por uma camada espessa de material mais denso, como chumbo, por exemplo.

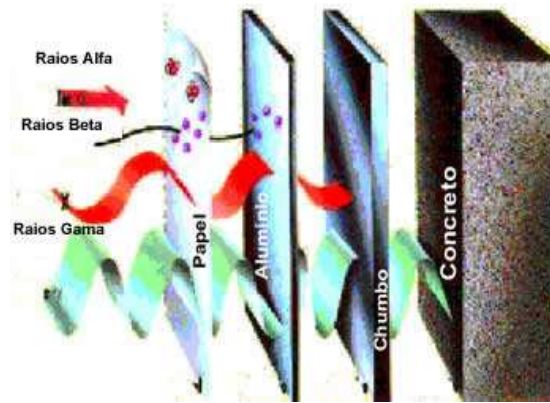
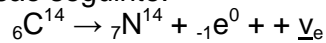


Fig. 4 – Emissões eletromagnéticas

Se o núcleo de um determinado nuclídeo se encontrar numa situação de instabilidade, seja por ter um excesso de prótons ou de nêutrons, ou de ambos, ele tenderá a transformar-se em outro nuclídeo mais estável.

O Radiocarbono [ ${}^6_6\text{C}^{14}$ ] é um elemento instável, que sofre processo de degradação transmutando-se em Nitrogênio [ ${}^7_7\text{N}^{14}$ ] com a emissão de raios  $\beta$  (radiação ionizante), conforme descrito pela expressão seguinte:



Assim, o Carbono-14 (radioativo) se desintegra em Nitrogênio-14 (estável), onde  ${}^0_{-1}\text{e}$  representa um elétron e  $\bar{\nu}_e$  um antineutrino.

Os processos de desintegração radioativa obedecem quantitativamente à expressão:  $dN/dt = -\lambda N$ , onde  $N$  é o número de átomos radioativos,  $\lambda$  é a constante de decaimento, e  $t$  é o tempo. Por integração, essa expressão leva a uma variação exponencial do número de átomos radioativos em função do tempo, dada por

$$N = N_0 e^{-\lambda t},$$

onde  $N_0$  é o número de átomos radioativos no instante inicial ( $t=0$ ). A Figura 5 mostra uma curva de decaimento radioativo genérica.

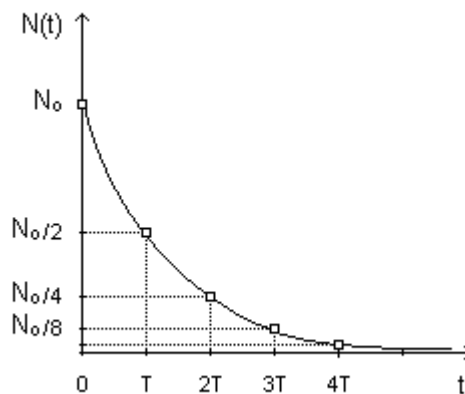


Fig. 5 – Curva de Decaimento Radioativo ao longo do tempo

O decaimento radioativo é uma ferramenta muito utilizada por arqueólogos, geólogos e paleontólogos para a datação.

Existem numerosos métodos de datação, como a “Dendrocronologia”, um método incremental que analisa o crescimento anual dos anéis nos troncos de árvores; a “Datação por Varvitos”, que utiliza velocidades regulares de erosão e deposição; a

“Datação por Aminoácidos”, a “Datação pelo Magnetismo Terrestre” e a “Datação pelos Métodos Radiométricos”.

Os Métodos Radiométricos baseiam-se nos cálculos relacionados com as quantidades iniciais (pressupostas) dos elementos que passaram pelo processo de desintegração (decaimento) e os valores das suas quantidades obtidas através de medições em laboratório (evidências).

Nos estudos radiométricos, o termo “meia-vida” dos elementos analisados é muito utilizado. Meia-vida é o tempo característico para que metade de uma amostra radioativa se desintegre. Ele é definido pela expressão da desintegração descrita anteriormente, ou seja:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

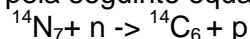
Fazendo-se  $N/N_0 = 1/2$ , resulta a meia-vida  $t_{1/2} = \ln 2/\lambda$ .

Conhecendo-se a constante de desintegração ( $\lambda$ ) de cada elemento químico, tem-se, portanto, a sua meia-vida. Por exemplo, da constante de desintegração do Potássio-40, medida em laboratório, resulta a meia-vida de  $1,26 \cdot 10^9$  (um bilhão, duzentos e sessenta milhões) de anos. Isto significa que é de  $1,26 \cdot 10^9$  anos o tempo necessário para que se desintegre  $1/2$  kg de Potássio-40, a partir de 1 kg original.

O elemento químico Carbono, encontra-se estável na natureza quando sua massa atômica é igual a 12 e número atômico igual a 6. O Carbono-14, elemento bem popular nos métodos de datação radiométrica, em função da sua instabilidade, possui igual número atômico mas diferente massa atômica, no caso, 14. A meia-vida do elemento Carbono-14 é de 5.730 anos.

A técnica de datação radiométrica usando o isótopo C-14 foi proposta em 1949 por Williard F. Libby<sup>12</sup> e seus colaboradores da Universidade de Chicago.

A formação do Carbono-14 se dá pela seguinte equação:



onde n é um nêutron e p um próton.

Raios cósmicos produzem nêutrons na atmosfera, que por sua vez, colidem com o Nitrogênio e produzem Carbono-14.

O Carbono-14, então, se dilui na atmosfera, reagindo especialmente com o Oxigênio, formando dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Este também aparece em grande quantidade nos oceanos, encontrando-se dissolvido na água.

Plantas absorvem o Carbono-14 existente em forma de  $\text{CO}_2$  através do processo da fotossíntese. Animais, tanto pela respiração quanto pela alimentação, também absorvem o Carbono-14. Após a morte do animal ou planta, como o Carbono-14 não é mais repostado pelos processos biológicos naturais (respiração e alimentação), a proporção  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  começa a se alterar devido ao decaimento do Carbono-14 existente no corpo do organismo morto. É essa variação que é medida para que uma idade possa ser atribuída a um fóssil.

A quantidade de Carbono-14 na atmosfera não é constante, ela pode ser alterada por processos naturais ou por processos relacionados à atividade humana (testes atômicos). Um dos processos naturais é a variação da intensidade do campo

---

<sup>12</sup> Libby, Williard F. “Radiocarbon Dating”. 1955

magnético terrestre que, como será visto, atua como um escudo protetor. Uma vez que o escudo protetor está perdendo sua força, há o aumento da radiação cósmica na atmosfera e consequente aumento da taxa de produção do Carbono-14.

Para os métodos de datação radiométricos serem confiáveis é preciso que:

- 1) a taxa de desintegração do elemento químico ( $\lambda$ ) seja constante através do tempo;
- 2) as quantidades dos isótopos avaliados não tenham sido alteradas nem por acréscimo, nem por remoção durante sua história;
- 3) na formação do objeto original (amostra datada), haja também uma quantidade conhecida do isótopo resultante.

As maiores dificuldades com os métodos de datação radiométrica provêm das pressuposições 2) e 3). O decaimento da intensidade do campo magnético terrestre influencia diretamente na segunda pressuposição, invalidando assim, os resultados obtidos pelo método de datação do Carbono-14, que parte do pressuposto de que a sua taxa de produção é constante.

A taxa de produção do Carbono-14 é hoje maior do que no passado, esse fato altera as datas previamente calculadas e as obriga a serem recalculadas para datas mais recentes. O novo cálculo é progressivamente maior para datas mais antigas em função do caráter exponencial do decaimento do campo magnético, como será visto mais adiante<sup>13</sup>.

Para entender melhor o decaimento do campo magnético da Terra, é preciso rever algumas noções gerais sobre Eletromagnetismo.

#### **4. Noções Gerais sobre Eletromagnetismo**

Magnetita é o nome dado ao mineral composto de  $Fe_3O_4$  (óxido de ferro) que possui a propriedade de atrair materiais de mesma composição e pedaços de ferro comum. A esta propriedade dá-se o nome de magnetismo. Desde a Antiguidade, sabe-se que se um mineral magnético natural for suspenso a ponto de se manter livremente oscilando, ele tenderá a se direcionar no sentido norte-sul, este é o princípio de funcionamento da bússola.

Se uma haste longa de aço for atritada com um magneto natural (ou ímã, ou dipolo magnético), ela se torna magnetizada. Sendo assim, pode-se induzir o magnetismo em certos tipos de materiais, conhecidos como “ferromagnéticos”.

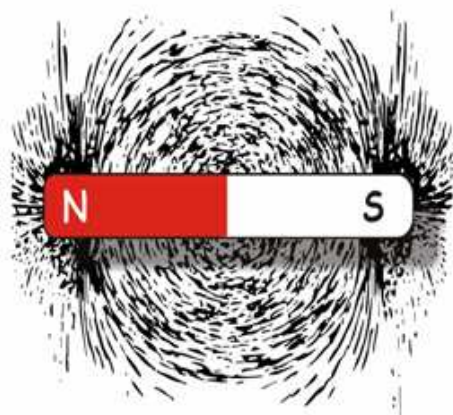
Nem todos os materiais são ferromagnéticos, ou seja, nem todos os materiais podem ser fortemente magnetizados. De todos os elementos químicos, apenas o Ferro, o Níquel, o Cobalto, e o Gadolínio podem ser fortemente magnetizados. Mas várias ligas e alguns materiais cerâmicos também podem ser fortemente magnetizados. Assim, é possível fabricar dipolos magnéticos artificiais de vários materiais. Porém, a magnetização em todos esses materiais é desfeita se a temperatura for muito elevada.

A temperatura na qual a magnetização do material é desfeita é chamada de “Ponto Curie”. Não existe magnetização de materiais em temperaturas acima do Ponto Curie. O Ponto Curie do Ferro é 750 °C, e, portanto, não existem dipolos magnéticos de ferro nesta temperatura ou acima dela.

---

<sup>13</sup> Barnes, Thomas – “Origin and Destiny of the Earth’s Magnetic Field”, 1973.

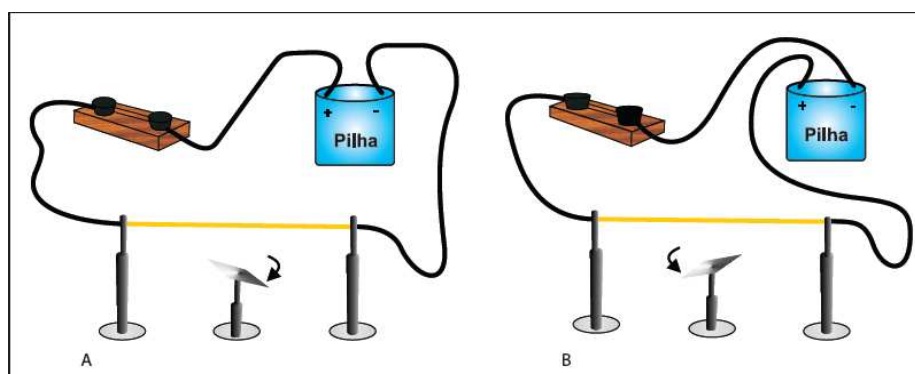
O campo magnético é a região do espaço onde o efeito das forças magnéticas se faz sentir em torno do dipolo magnético. A Figura 6 mostra a ação do campo sobre limalha de ferro espalhada sobre uma folha de papel que cobre um magneto.



**Fig. 6 – Limalha de ferro em torno de um magneto. As linhas são mais concentradas próximo dos pólos.**

Os pólos do dipolo magnético são chamados de pólo norte e pólo sul. O pólo norte é aquele que aponta para o norte geográfico quando o dipolo magnético gira livremente. Convencionou-se que as linhas de força têm o sentido que parte do pólo norte e chega ao pólo sul do dipolo magnético. Onde as linhas de força estão mais próximas, o campo magnético é mais intenso; onde as linhas estão mais afastadas, o campo magnético é mais fraco. Essa representação mostra que o campo magnético é mais forte nos pólos do que em qualquer outro local.

Em 1820, Hans Christian Oersted fez a importante descoberta de que a agulha magnética da bússola é afetada por uma corrente elétrica em suas proximidades, como mostra a Figura 7.



**Fig. 7 – Experimento de Oersted que demonstra a interação entre corrente elétrica e campo magnético.**

Logo em seguida, foi demonstrado que poderia ser produzido um ímã por uma corrente percorrendo um circuito circular. Este tipo de ímã foi chamado de eletro-ímã. Quanto maior for a corrente e maior a área do círculo, mais forte será o eletro-ímã. Essa característica do eletro-ímã, medida pelo produto da corrente (em ampères) multiplicada pela área (em metros quadrados), recebe o nome de “momento magnético” (indicado pela letra  $M$ ) e sua unidade de medida é o ampère.metro quadrado. A Figura 8 mostra um eletro-ímã.



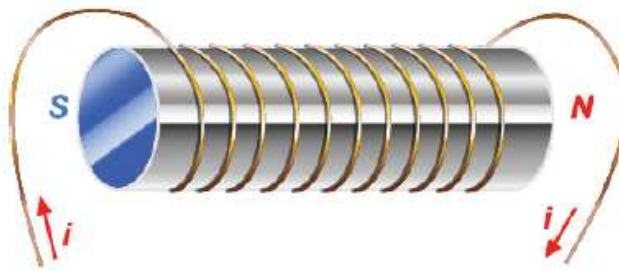


Fig. 8 – Um eletro-ímã.

Um ano depois da constatação de Oersted, Michael Faraday descobriu o princípio físico de que uma corrente elétrica é induzida num circuito condutivo sempre que houver uma mudança na quantidade de fluxo magnético (caracterizado pelo número de linhas de força) passando por dentro desse circuito. A Figura 9 ilustra a lei da indução de Faraday.

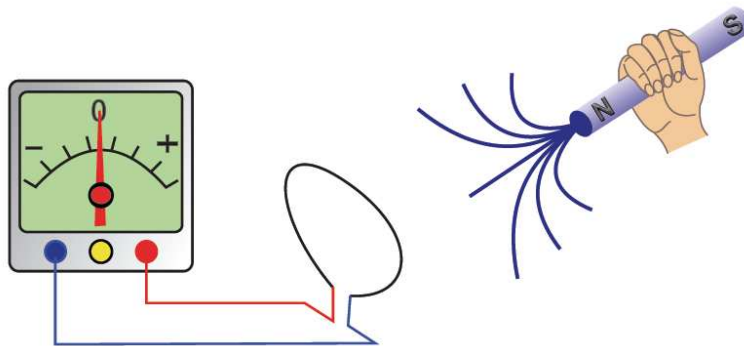


Fig. 9 – Experimento de Faraday. A variação do campo magnético dentro de um circuito elétrico gera uma corrente elétrica.

Quando um ímã permanente é movimentado para fora de uma espira, uma corrente elétrica é nela induzida. Esta corrente induzida produz um campo magnético induzido que tende a compensar o campo magnético decrescente (ocasionado pela retirada do ímã do centro da espira), desacelerando, assim, o decaimento do campo magnético.

No caso de um eletroímã, se a fonte da corrente é retirada, o campo decrescente induz similarmente uma corrente elétrica de “compensação”. Este processo é chamado de auto-indução e ele evita que o campo magnético do eletroímã desapareça instantaneamente. Sempre será necessário certo intervalo de tempo para esse decaimento do campo magnético.

Com essas noções gerais sobre Eletromagnetismo em mente, é possível entender um pouco das propriedades geomagnéticas da Terra e dos efeitos do decaimento da intensidade de seu campo magnético.

## 5. Geomagnetismo Terrestre

A prova mais nítida da existência do campo magnético terrestre é a utilização da bússola desde a Antiguidade nas navegações e mesmo atualmente nos aviões mais modernos. A agulha imantada sempre aponta para o norte do planeta, convencionalmente.

como sendo seu pólo norte magnético. Esse deslocamento da agulha da bússola deve-se ao alto valor da intensidade do campo magnético terrestre.

O que não se vê, e que é de muito maior importância, é a blindagem magnética que esse campo provê para o planeta Terra. A maior parte do vento solar e parte dos raios cósmicos, ambas formas nocivas de radiação eletricamente carregada, é desviada pelo campo magnético terrestre antes de atingir a Terra. A teoria, confirmada por medidas feitas por satélite, indica que o campo magnético terrestre exerce pressão contra o vento solar. Esta pressão produz uma “onda em forma de ogiva” (às vezes chamada de “frente de choque”) que se estende para diante da Terra, à distância de muitos raios terrestres. A Figura 10 é uma representação desse fenômeno.

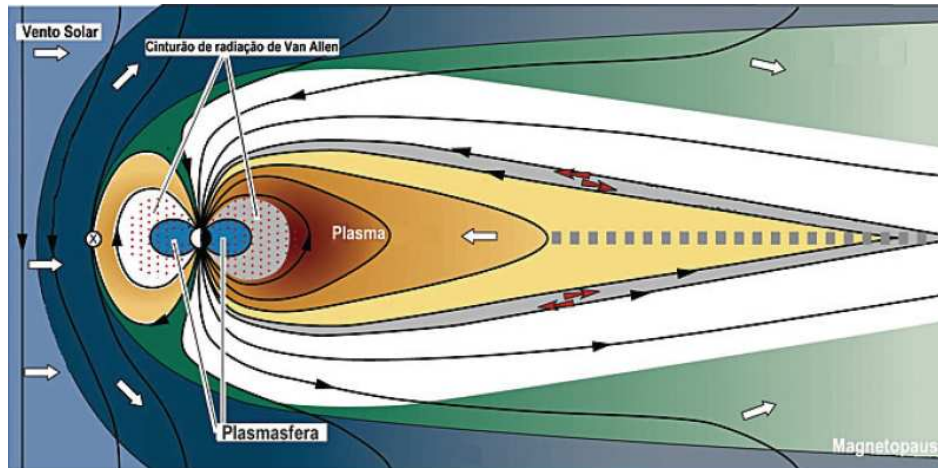


Fig. 10 – Campo Magnético Terrestre desviando o Vento Solar.

O vento solar tende a se defletir ao passar por esta frente de choque, desviando-se da Terra e garantindo ao ambiente terrestre proteção contra a radiação.

Raios cósmicos são partículas com alta velocidade, carregadas positivamente, chegando à Terra de todas as direções. O campo magnético terrestre exerce uma força sobre essas partículas móveis, sempre apontada nas direções perpendiculares tanto ao seu movimento quanto à do campo magnético. Assim, a menos que a partícula esteja em movimento exatamente na mesma direção que o campo magnético, existe uma força que tende a desviar a sua trajetória (Figura 11).

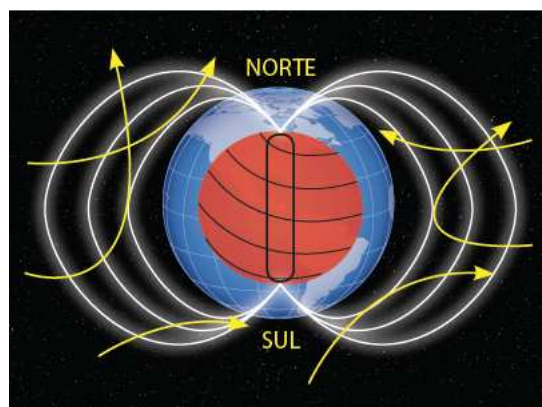


Fig. 11 – Campo Magnético Terrestre desviando radiações cósmicas.

Nas regiões polares, alguns raios podem penetrar ao longo das linhas de força, sem sofrerem nenhum desvio. As lindas e coloridas auroras do Ártico e da Antártida resultam da radiação que chega até a atmosfera terrestre (ver Figura 1). Esses raios são “guiados” pelas linhas de força magnéticas que chegam à Terra, na proximidade dos pólos. Nenhuma força defletora é exercida neles, conseqüentemente existe mais radiação incidindo na atmosfera terrestre nas regiões polares.

Sendo assim, não há campo magnético suficiente para proteger a Terra totalmente. No entanto, existe uma proteção substancialmente grande contra o vento solar e a radiação cósmica nas outras regiões do globo terrestre. Como a intensidade do campo magnético tem decaído, essa proteção ambiental também tem diminuído.

A temperatura no núcleo da Terra é tão mais alta do que a do Ponto Curie de qualquer material que pudesse nele existir para contribuir para a formação do campo magnético terrestre, que aparentemente só correntes elétricas poderiam produzir esse eletroímã.<sup>14</sup>

A corrente elétrica que circula no núcleo da Terra deve continuar circulando, sem o que não haverá dipolo magnético. Isso não pode ser um fenômeno em regime permanente, porque a corrente elétrica dissipa energia (perda por calor) e não existe uma fonte ilimitada de energia disponível para ela. A corrente é da ordem de bilhões de ampères, e a resistência do núcleo terrestre deve fazer essa corrente diminuir progressivamente, o que conseqüentemente, deve diminuir o campo magnético por ela criado.

Muito se sabe sobre o campo magnético terrestre e seu efeito protetor contra a radiação. Porém, a natureza da fonte da corrente que gera o dipolo magnético terrestre tem sido confrontada pelos proponentes entusiastas da “Teoria do Dínamo”. A Teoria do Dínamo afirma que existe um dínamo (um gerador elétrico de corrente contínua) no núcleo terrestre. Em todos os casos, essa teoria tem-se mostrado inadequada e insustentável. Supõe ela que esse dínamo esteja relacionado com movimentos hipotéticos de material fluido no núcleo da Terra. Porém, análises matemáticas minuciosas provam que qualquer movimento exequível de fluido no núcleo da Terra não teria condição de gerar nenhum dínamo, mesmo que esses movimentos hipotéticos pudessem existir.

Existe, porém, uma explicação científica muito boa para a circulação da corrente elétrica no núcleo terrestre. O famoso cientista Sir Horace Lamb forneceu em 1883 a base teórica para essa explicação. A explicação é que devem existir correntes elétricas livres circulando no interior da Terra, que seriam remanescentes de sua origem no passado, e que assim produziriam o campo magnético terrestre. Mas o fato surpreendente, mostrado por Lamb, é que essas correntes livres podem durar tanto quanto têm durado, sem necessitar qualquer dínamo para mantê-las em circulação. Elas são correntes livres amortecidas, e conseqüentemente, a intensidade do campo magnético está também decaindo.

A tese de Lamb requer que a região por onde essas correntes circulam tenha uma boa condutividade elétrica, maior que a observada na crosta da Terra. Estudos atuais, baseados em análises sísmicas, revelaram que existe um núcleo fluido no interior da Terra, como mostra a Figura 12.

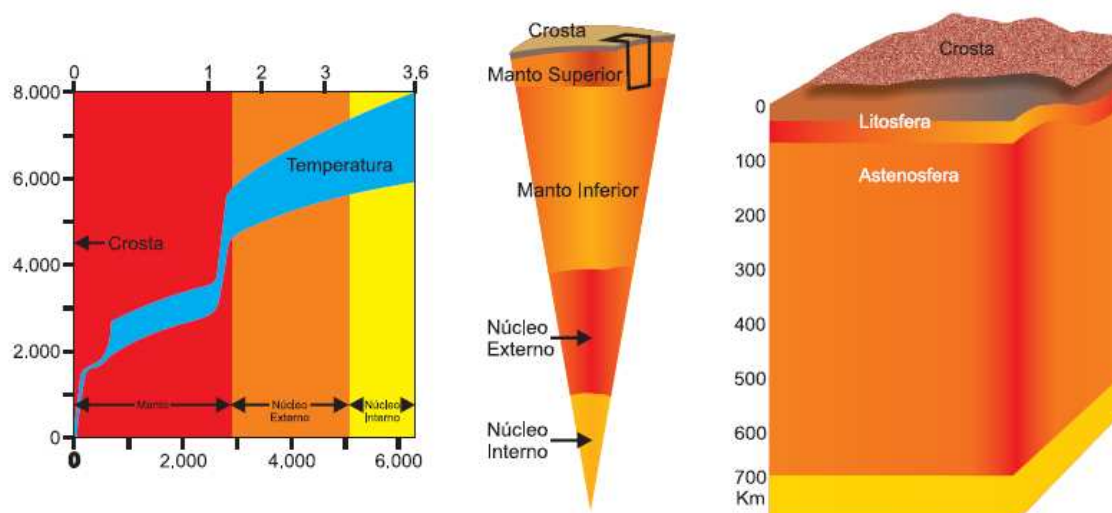


Fig. 12 – Camadas da Terra e suas respectivas temperaturas.

Suspeita-se que nesse núcleo exista Ferro em fusão, porque os cálculos mostraram que a densidade desta porção da Terra é aproximadamente igual à densidade do Ferro e a temperatura é muito alta. Um núcleo metálico como este leva a uma condutividade necessária às premissas de Lamb para correntes elétricas livres amortecidas que têm durado tanto tempo. Assim, a explicação de Lamb para o campo magnético da Terra elimina a necessidade da existência de um dínamo que o mantenha. A corrente elétrica está ainda circulando após a atuação de uma força motriz inicial, mas não pode continuar assim indefinidamente por causa da resistência elétrica no núcleo.

Amostras de superfície e amostras profundas (retiradas na perfuração de poços) indicam que, se a crosta terrestre for tomada como um todo, seu material não se apresenta fortemente magnetizado e, portanto, materiais magnetizados não podem ser a fonte do campo magnético terrestre primário. Não existe suficiente mineral magnetizado em estado natural na Terra para gerar o campo magnético terrestre, então é preciso encontrar outro tipo de fonte para o campo magnético terrestre primário; ele não pode ser produzido por materiais magnéticos.

A confirmação da tese de Lamb se baseia em observações do decaimento da intensidade do campo magnético terrestre (Momento Magnético,  $M$ ), feitas desde 1835. Dados sobre a intensidade do campo magnético terrestre, disponíveis no *IGRF - International Geomagnetic Reference Field*, são mostrados na tabela a seguir:

| Ano    | M<br>a.m <sup>2</sup> . 10 <sup>22</sup> |
|--------|--|
| 1835   | 8,558                                    |
| 1845   | 8,488                                    |
| 1880   | 8,363                                    |
| 1880   | 8,336                                    |
| 1885   | 8,347                                    |
| 1885   | 8,375                                    |
| 1905   | 8,291                                    |
| 1915   | 8,225                                    |
| 1922   | 8,165                                    |
| 1925   | 8,149                                    |
| 1935   | 8,088                                    |
| 1942.5 | 8,009                                    |
| 1945   | 8,065                                    |
| 1945   | 8,010                                    |
| 1945   | 8,066                                    |
| 1945   | 8,090                                    |
| 1955   | 8,035                                    |
| 1955   | 8,067                                    |
| 1958.5 | 8,038                                    |
| 1959   | 8,086                                    |
| 1960   | 8,053                                    |
| 1960   | 8,037                                    |
| 1960   | 8,025                                    |
| 1965   | 8,013                                    |
| 1965   | 8,017                                    |

Proponentes da Teoria do Dínamo não querem admitir que a intensidade do campo magnético esteja decaindo, enquanto que a tese de Lamb parte desse princípio do decaimento e relaciona a taxa de decaimento com a condutividade e as dimensões do núcleo da Terra. O Dr. Barnes em seu livro “Origem e Destino do Campo Magnético Terrestre” desenvolve uma maneira de se calcular a condutividade do núcleo da Terra e chega a um valor muito factível<sup>14</sup>.

A solução de Lamb para a fonte do campo magnético terrestre mostra que a intensidade do dipolo magnético (o momento magnético M), decai exponencialmente, da mesma forma que a intensidade H do campo magnético, como mostra a Figura 13.

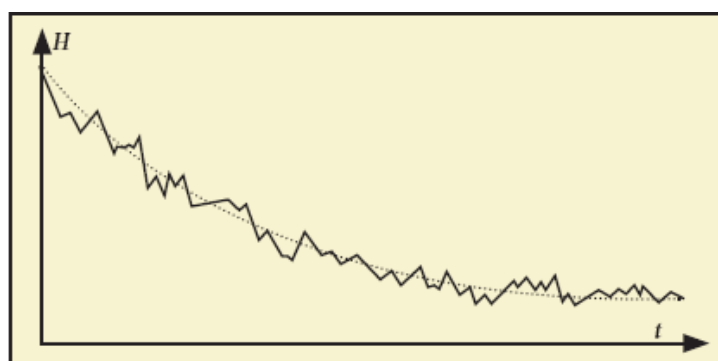


Fig. 13 – Decaimento exponencial da intensidade do campo magnético terrestre ao longo do tempo.

Da mesma maneira que para o elemento químico radioativo, existe uma meia-vida, para o campo eletromagnético terrestre, e também é possível determinar sua meia-vida, ou seja, o tempo requerido para o valor inicial ser reduzido à metade.

<sup>14</sup> Barnes, Thomas – “Origin and Destiny of the Earth’s Magnetic Field”, 1973. Chapter IV.

A meia-vida do momento magnético terrestre é de 1.400 anos<sup>15</sup>. Esse valor foi obtido por computação mediante a análise estatística apropriada para todos os dados em tempo real disponíveis, dados esses correspondentes aos 130 anos de observações globais, como indicado na Figura 14.

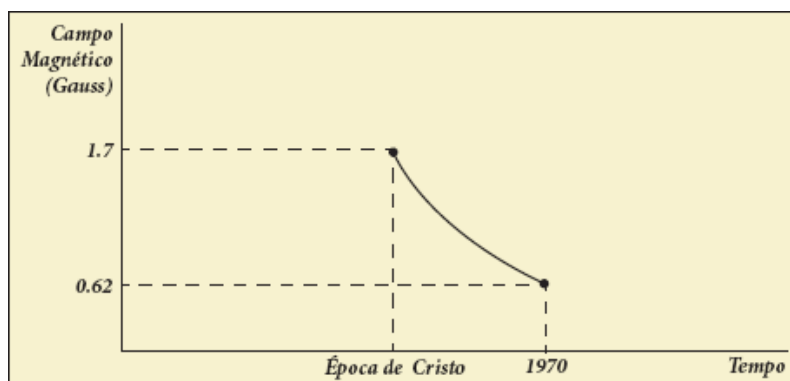


Fig. 14 – Gráfico construído com medidas do campo magnético terrestre.

Essa meia-vida de 1.400 anos é surpreendentemente curta, do ponto de vista histórico. Isso significa que a cada 1.400 anos, o dipolo magnético terrestre perde metade da intensidade que tinha no início do período.

Como o momento magnético terrestre está decaindo a uma taxa conhecida, ele pode ser usado como relógio para a marcação do tempo geológico (Datação pelo Magnetismo Terrestre). Da mesma forma que um relógio de corda, o relógio magnético terrestre depende da energia armazenada, e tende a parar. Entretanto, diferentemente do relógio de corda, ao qual se deve dar corda de tempos em tempos, o relógio magnético terrestre começou com tanta energia que ainda está funcionando com sua “corda” inicial.

Se todos os outros relógios se perdessem em algum momento no futuro, antes do relógio magnético terrestre parar, seria teoricamente possível recuperar as datas a partir dele. Isso seria possível fazendo-se a determinação precisa do momento magnético terrestre, obtendo-se então a data correspondente na curva mostrada na Figura 14.

De maneira semelhante, é teoricamente possível marcar a data de eventos passados, mediante este relógio geomagnético, se por algum meio se puder determinar precisamente o valor do momento magnético terrestre simultâneo ao evento. Porém, essa é uma tarefa muito difícil. Mesmo hoje, o momento magnético terrestre não pode ser precisamente determinado por uma única medida local do campo magnético. Existem muitas variações locais do campo magnético. Essas variações locais podem ser devidas a correntes telúricas (correntes elétricas terrestres nas proximidades), objetos locais, variações diurnas (variações diárias devido a causas extraterrenas), e outras causas. Para se reduzir com precisão o efeito total sobre a Terra a um único valor – o momento magnético – é preciso análise estatística cobrindo muito mais informação do que se observa em apenas um local. Assim, como todos os outros métodos geofísicos de datação, o relógio magnético também possui suas dificuldades. No entanto, o “limite da mola” impõe uma restrição ao limite superior da idade do campo magnético terrestre.

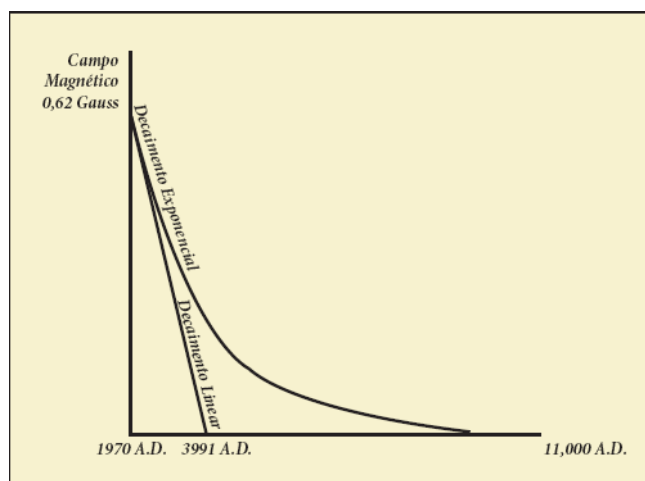
Como demonstrado nos experimentos de Faraday, se não fosse a auto-indução, ou seja, o surgimento de uma corrente elétrica no circuito circular para compensar a

<sup>15</sup> Barnes, Thomas – “Origin and Destiny of the Earth’s Magnetic Field”, 1973. Chapter I.

“perda” do campo magnético, o campo magnético terrestre teria acabado há muito tempo. Uma vez que não existe um dínamo no núcleo da Terra para manter a corrente circulando, existe uma tendência de a corrente elétrica desaparecer por completo. Mas os princípios da auto-indução garantem a desaceleração da taxa de decaimento do campo magnético.

Sabendo-se que o campo magnético terrestre está decaindo e que sua meia-vida é de 1.400 anos, alguém pode perguntar: Quando o campo magnético vai se exaurir por completo? Esta questão é um pouco difícil de responder porque o decaimento é exponencial.

Se o decaimento fosse linear (um decaimento em linha reta), a resposta seria fácil de ser obtida. Como todos os decaimentos naturais são exponenciais, deveria ser excluído o decaimento linear. Assim, conclui-se que o decaimento do campo magnético terrestre deve ser exponencial, e que a data de seu desaparecimento será mais próxima do ano 11.000 A.D, como mostrado pelo gráfico da Figura 15.



**Fig. 15 – Comparação entre possível decaimento linear e real decaimento exponencial do campo magnético terrestre.**

Defensores da Teoria do Dínamo demoraram algum tempo para rebater as conclusões do Dr. Barnes, mas quando o fizeram, alegaram que a intensidade do campo magnético está decaindo porque esse processo precede o fenômeno da inversão da polaridade magnética da Terra. Este fenômeno, segundo eles, está registrado em estratos geológicos e demorará alguns anos para completar um novo ciclo.

Faz-se necessário então, entender um pouco mais sobre inversões do campo magnético terrestre, para perceber que esse argumento não procede.

## **6. Inversões do Campo Magnético Terrestre**

Arqueomagnetismo é o estudo da magnetização de tijolos, cerâmicas, restos de fogueiras feitas em antigos acampamentos humanos e outros objetos trabalhados pelo homem, estudados pelos arqueólogos. Óxidos de ferro localizados nesses objetos retêm um registro de intensidade e direção do campo magnético terrestre no momento em que eles foram pela última vez resfriados até à temperatura normal. Dados arqueomagnéticos medidos pelo mundo todo mostram que a intensidade do campo

magnético terrestre no ano 1000 A.D era aproximadamente 40% maior do que hoje, e que ele tem constantemente decaído desde então<sup>16</sup>.

Esses dados arqueomagnéticos também mostram que o campo magnético terrestre flutuou fortemente durante o terceiro milênio antes de Cristo, como mostrado na Figura 16.

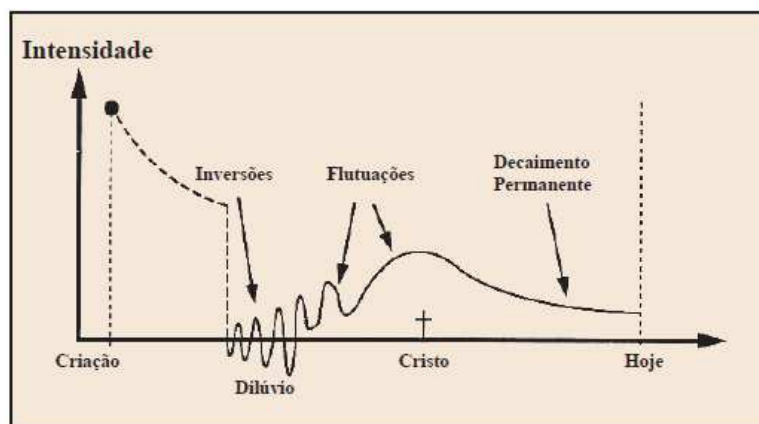


Fig. 16 – Intensidade do campo magnético terrestre desde a Criação até hoje.

Uma última flutuação aumentou lentamente a intensidade do campo magnético terrestre até alcançar um pico (cerca de 100% maior do que é hoje), por volta da época de Cristo. Em seguida, ela apresentou lenta diminuição exponencial. Por volta do ano 1000 A.D., o decréscimo era quase tão rápido quanto o observado hoje.

Paleomagnetismo é o estudo da magnetização incorporada nas rochas no momento de sua formação. Dados paleomagnéticos mostram que enquanto os estratos geológicos eram formados sobre a superfície da Terra, o campo magnético terrestre inverteu sua direção centenas de vezes. Inversões são variações do campo magnético terrestre que diferem bastante da variação correspondente ao decaimento exponencial usual.

Amostras de rochas em algumas localidades foram encontradas magnetizadas numa direção oposta à direção do campo magnético atual. Pesquisas magnéticas nos oceanos também mostram inversão da magnetização em algumas formações próximas ao assoalho oceânico. A inversão da magnetização remanescente nas rochas é sempre citada como uma evidência positiva de que o dipolo magnético terrestre teve sua polaridade invertida no passado.

Tanto os dados arqueomagnéticos quanto os paleomagnéticos contradizem a teoria da idade recente para o campo magnético terrestre com taxa de decaimento constante, apresentada neste trabalho.

Em 1986, o Dr. Russel Humphreys publicou um trabalho que apresentou uma teoria para as inversões do campo magnético terrestre que fortalece a constatação do decaimento do campo magnético e do argumento de uma idade recente para a vida na

<sup>16</sup> Humphreys, D. R. "Reversals of the earth's magnetic field during the Genesis flood," *Proceedings of the First International Conference on Creationism*, Vol. II, 1986.



Terra<sup>17</sup>. A teoria propõe que grande movimentação de massas de fluido no interior do núcleo terrestre poderia produzir rápidas inversões do campo durante e depois do Dilúvio descrito no livro de Gênesis, na Bíblia. Os distúrbios resultantes no núcleo poderiam causar flutuações no campo magnético durante milhares de anos em seguida.

Essa teoria do decaimento dinâmico é mais uma versão geral da teoria do decaimento livre, uma vez que ela leva em conta os movimentos de fluidos condutores no núcleo terrestre. O decaimento dinâmico explica os aspectos principais dos dados (arqueo e paleomagnéticos), especialmente os que os evolucionistas acham confusos.

Em 1988, novas evidências foram descobertas, a favor da mais essencial predição da teoria do decaimento dinâmico – inversões muito rápidas<sup>18</sup>; e em 1990, o Dr. Humphreys expôs um mecanismo físico específico para essas inversões<sup>19</sup>.

Com essa análise rápida sobre as inversões do campo magnético terrestre, chega-se à conclusão de que a proteção do planeta Terra contra o vento solar e as radiações cósmicas está de fato se enfraquecendo e de que sua origem é recente.

## Conclusões

O campo magnético terrestre forma um escudo de proteção para a Terra contra raios cósmicos e vento solar. É fato documentado o decaimento da intensidade do campo magnético terrestre que causa a perda gradativa do escudo magnético do planeta e, por consequência, o aumento da radiação cósmica que atinge a atmosfera terrestre. A maior incidência de raios cósmicos aumenta a produção de Carbono-14 e influi no cálculo de datas obtidas pelo método de datação radiométrica.

O contínuo enfraquecimento do campo magnético terrestre e o associado aumento da incidência de radiação nociva estão além do controle do homem. Tendo em vista os dados coletados para a intensidade do campo magnético, se estes fossem extrapolados para uma data anterior, o resultado seria valores extremamente altos num período da ordem de dezenas de milhares de anos, incompatível com qualquer forma de vida na Terra. Da mesma forma, a idade do planeta não poderia ultrapassar a ordem de grandeza de dezenas de milhares de anos.

---

<sup>17</sup> ibid

<sup>18</sup> Coe, R.S. and M. Prevot. "Evidence suggesting extremely rapid field variation during a geomagnetic reversal," *Earth and Planetary Science Letters*. 1989.

<sup>19</sup> Humphreys, D. R. "Physical mechanism for reversals of the earth's magnetic field during the flood," *Proceedings of the Second International Conference on Creationism*. 1990.