

RELATÓRIO EXPERIMENTAL

INTRODUÇÃO TEÓRICA:

Um campo é uma região do espaço onde se fazem sentir certas propriedades. No caso do campo magnético, ou, de forma mais rigorosa, campo de indução magnética, $\vec{B}$, é uma região do espaço onde partículas eletricamente carregadas e em movimento, com uma velocidade não paralela à do campo, ficam sujeitas a forças magnéticas tais que:

$\vec{F}_m = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$, em que q é a carga elétrica da partícula e $\vec{v}$, a sua velocidade, e $\vec{B}$ o campo magnético.

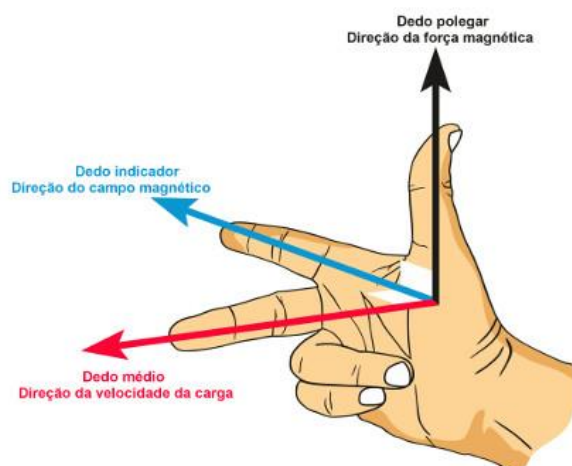
Unidades SI das grandezas envolvidas:

Nome da grandeza	Símbolo da grandeza	Nome da unidade SI	Símbolo unidade SI
Força magnética	F_m	newton	N
Carga elétrica	q	coulomb	C
Velocidade	v	metro por segundo	m/s
Campo magnético	B	tesla	T

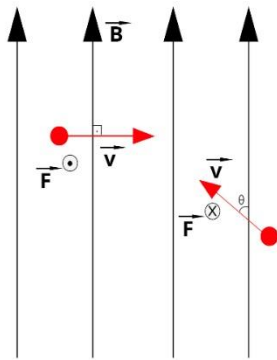
A intensidade da força magnética é dada por: $|q| \cdot |\vec{v}| |\vec{B}| \cdot \sin\alpha$, onde α representa a amplitude do ângulo entre os vetores $\vec{v}$ e $\vec{B}$.

Observe-se que se os vetores $\vec{v}$ e $\vec{B}$ tiverem a mesma direção, independentemente de terem ou não o mesmo sentido, não atua a força magnética ($\sin\alpha = 0$, com $\alpha = 0^\circ$ ou $\alpha = 180^\circ$, respetivamente).

A direção e sentido da força magnética vai ser dada pela aplicação da regra da mão direita, de tal modo que é sempre perpendicular a $\vec{v}$ e a $\vec{B}$.



Deste modo, a força magnética vai ser perpendicular a qualquer um dos vetores que a define. Portanto, deverá ser perpendicular ao plano desta leitura, quando representada. Se apontar para fora desse plano, a sua direção e sentido será representada por um ponto: $\odot$; caso contrário, será representada por uma cruz: $\otimes$.



Na figura ao lado, temos duas partículas cuja carga elétrica é positiva. Cada uma delas encontra-se animada de uma certa velocidade num campo magnético uniforme. Daqui, resulta uma força magnética de diferente orientação, conforme é ilustrado.

No caso particular dos vetores velocidade e campo magnético serem perpendiculares, a força magnética terá o seu máximo de intensidade igual a $|q| \cdot |\vec{v}| |\vec{B}|$.

Ora, como vimos, a força magnética será sempre perpendicular à velocidade e isso fará com que a trajetória da partícula eletricamente carregada seja curvilínea e que o módulo da sua velocidade nunca se altere.

Por exemplo, se a velocidade da partícula for perpendicular ao campo magnético, a partícula descreverá uma trajetória circular e uniforme; se não o for, a partícula irá descrever uma trajetória helicoidal, uma vez que a força magnética já não tem apenas componente centrípeta.

Sabemos já que uma carga elétrica gera um campo elétrico no espaço à sua volta, e que se estiver em movimento, também gera um campo magnético.

Qual a expressão que caracteriza o campo magnético criado por uma partícula com carga elétrica q e animada de velocidade $\vec{v}$?

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q \cdot \vec{v} \times \vec{r}}{r^2}$$

em que $\frac{\mu_0}{4\pi}$ é uma constante (μ_0 é a permeabilidade magnética no vazio e tem o valor $4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$);

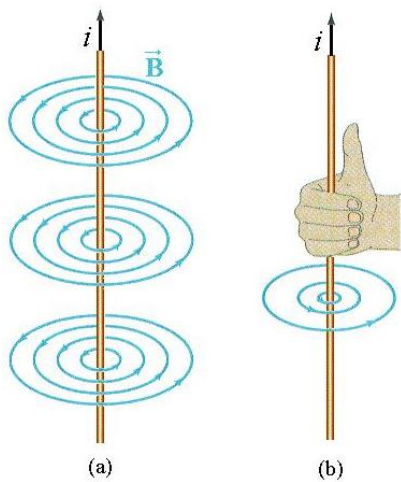
$\vec{r}$ é o vetor posição de um ponto do campo magnético criado pela carga em movimento.

Se tivermos um elemento de corrente elétrica, de intensidade i e comprimento dl , o campo magnético passa a ser caracterizado pela lei de Biot-Savart, assim:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i \cdot d\vec{l} \times \vec{r}}{r^2}$$

Esta expressão significa que as linhas de campo magnético circulam à volta do fio.

Foi esta a descoberta que os físicos Jean Baptiste-Biot e Félix Savart fizeram, em 1820.



As linhas de campo são circulares e de potencial igual em pontos cujas distâncias ao condutor sejam iguais (a). Assim a regra da mão direita diz-nos que se apontarmos com o dedo polegar no sentido da corrente e rodarmos os dedos da mão para dentro, o sentido das linhas de campo será igual ao sentido de rotação dos dedos (b).

Integrando a última expressão para o caso de um fio condutor retilíneo longo, obtemos:

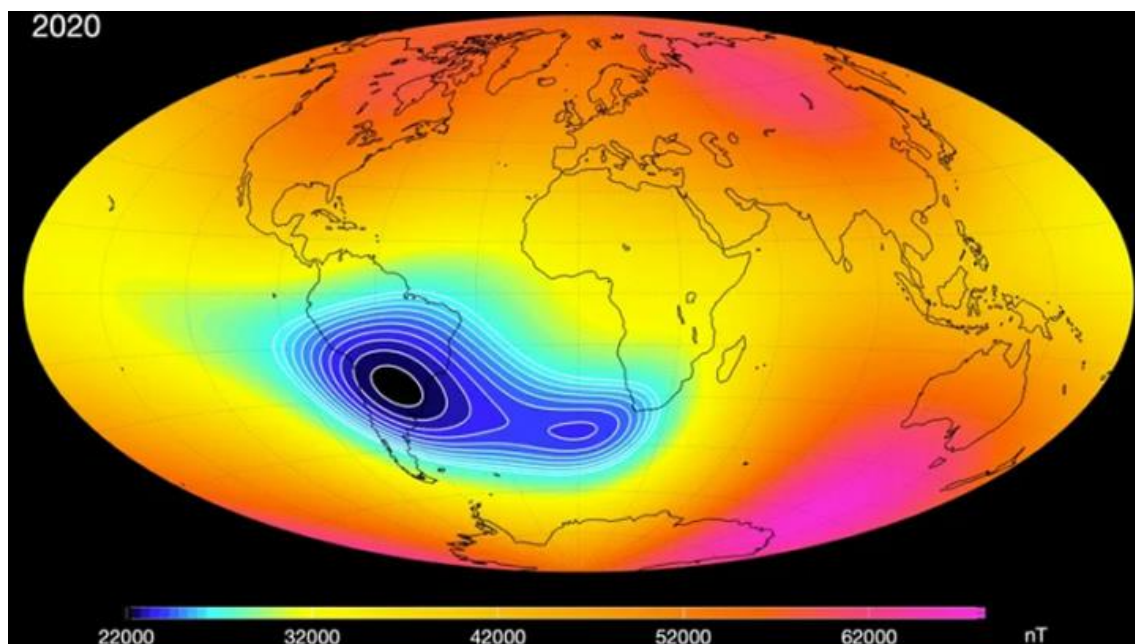
$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}$$

em que R é a distância do ponto do campo ao fio condutor, medida perpendicularmente.

Assim, podemos afirmar que o módulo do campo magnético é inversamente proporcional à distância medida perpendicularmente ao fio condutor.

À nossa volta há campos magnéticos de intensidades muito diferentes.

À superfície da Terra, por exemplo, detetamos um campo magnético da ordem de 10^{-5} a 10^{-4} T, o que não é muito forte. Apesar de existirem exceções (aves, tartarugas, e outras espécies) que se orientam por ele, a maioria dos seres vivos não é afetada pelo campo magnético terrestre.



À latitude média de Portugal, o campo geomagnético ronda os 45 μT . Este valor é, mesmo assim, maior que a maioria dos campos magnéticos criados artificialmente pelo Homem.

Fortes são por exemplo os campos magnéticos criados por eletroímãs potentes, cuja intensidade podem chegar aos 20 T.

Os ímãs comuns em forma de barra podem apresentar campos magnéticos de ordens de grandeza que podem variar entre 10^{-4} T e 10^{-2} T.

Mesmo as correntes elétricas alternadas de muito baixa frequência (50 Hz) nas nossas casas criam campos magnéticos, como vamos verificar, da ordem de grandeza do μT ou do nT.

$$1 \mu\text{T} = 10^{-6} \text{ T} ; 1 \text{ nT} = 10^{-9} \text{ T} .$$

As legislações europeia e portuguesa impuseram como limite máximo admissível, campos magnéticos de 100 μT .

REGISTO DE MEDIÇÕES / CÁLCULOS:

Medições do campo magnético a uma distância fixa:

1) Junto ao computador, com distância fixa de cerca de 6 cm:

B / μT	 / μT
0,864	
0,862	
0,861	
0,866	
0,867	0,867
0,865	
0,871	
0,872	
0,866	
0,870	
0,868	

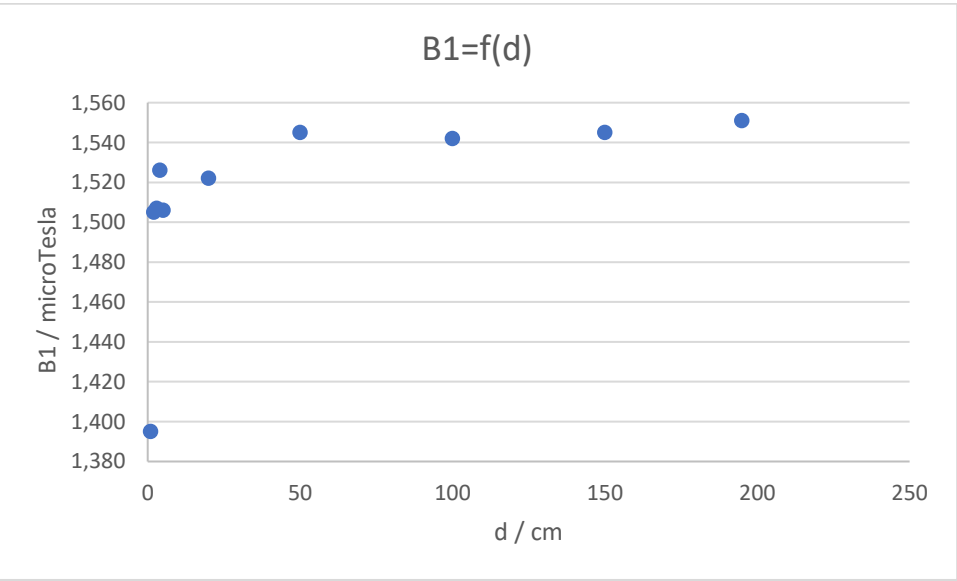
2) Junto a uma catenária (linha do comboio), com distância fixa de 150 cm:

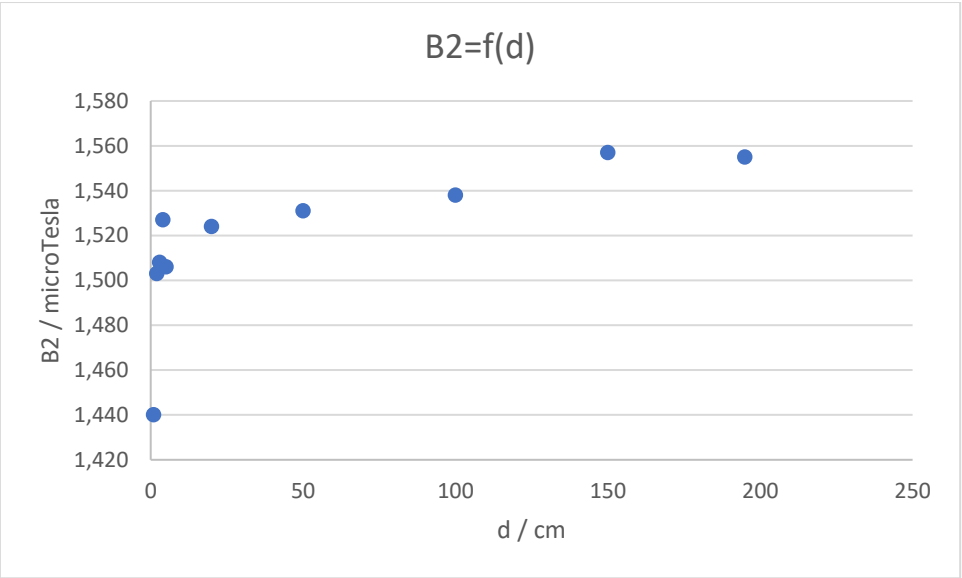
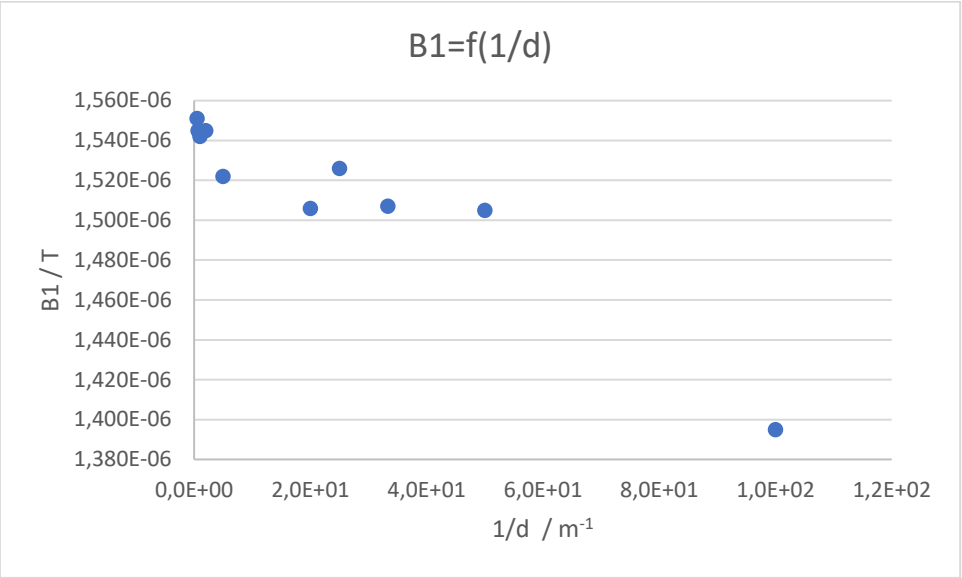
B / μT	 / μT
0,853	
0,855	
0,854	0,854
0,857	
0,853	
C/ comboio a passar:	
1,717	

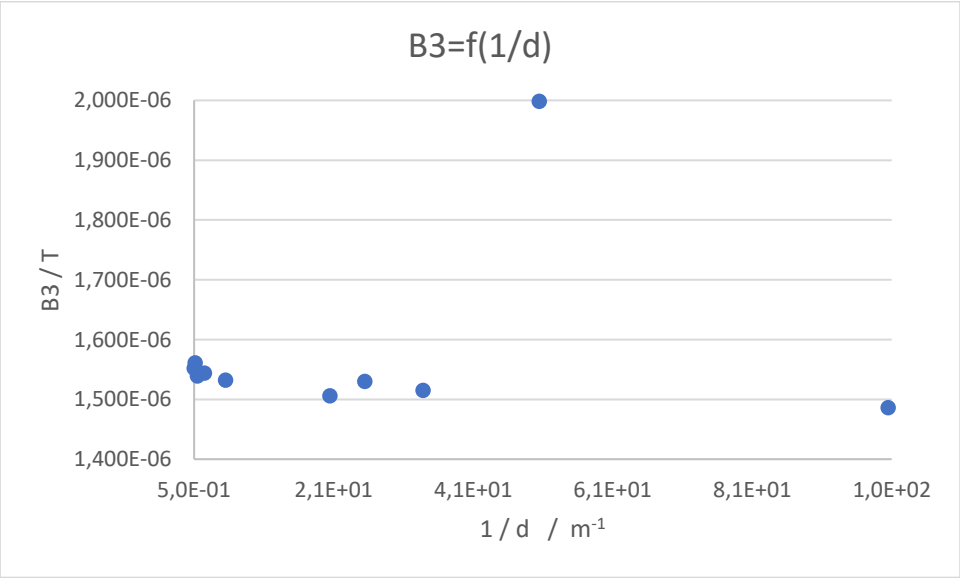
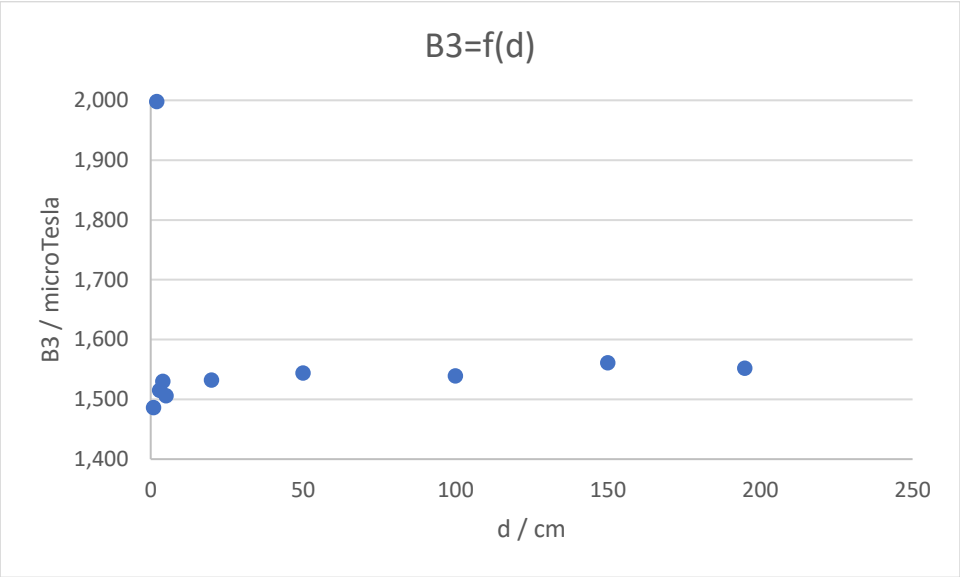
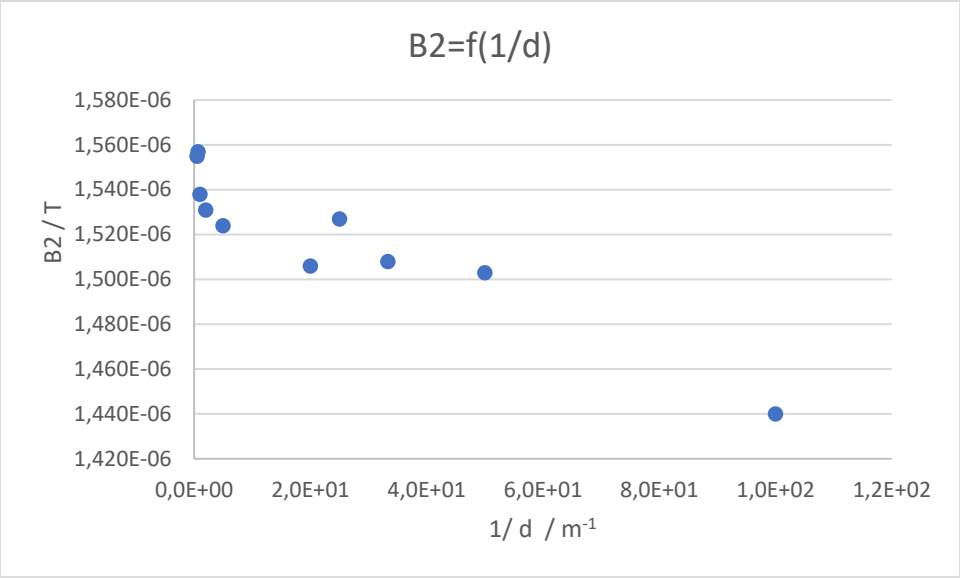
3) Quadro elétrico da escola, com distância variável:

distância/ cm	1/dist / m ⁻¹	B1 / μT	B2 / μT	B3 / μT
1	100,000	1,395	1,440	1,486
2	50,000	1,505	1,503	1,998
3	33,333	1,507	1,508	1,515
4	25,000	1,526	1,527	1,530
5	20,000	1,506	1,506	1,506
20	5,000	1,522	1,524	1,532
50	2,000	1,545	1,531	1,544
100	1,000	1,542	1,538	1,539
150	0,667	1,545	1,557	1,561
195	0,513	1,551	1,555	1,552

1/dist / m ⁻¹	B1 / T	B2 / T	B3 / T
1,0E+02	1,395E-06	1,440E-06	1,486E-06
5,0E+01	1,505E-06	1,503E-06	1,998E-06
3,3E+01	1,507E-06	1,508E-06	1,515E-06
2,5E+01	1,526E-06	1,527E-06	1,530E-06
2,0E+01	1,506E-06	1,506E-06	1,506E-06
5,0E+00	1,522E-06	1,524E-06	1,532E-06
2,0E+00	1,545E-06	1,531E-06	1,544E-06
1,0E+00	1,542E-06	1,538E-06	1,539E-06
6,7E-01	1,545E-06	1,557E-06	1,561E-06
5,1E-01	1,551E-06	1,555E-06	1,552E-06

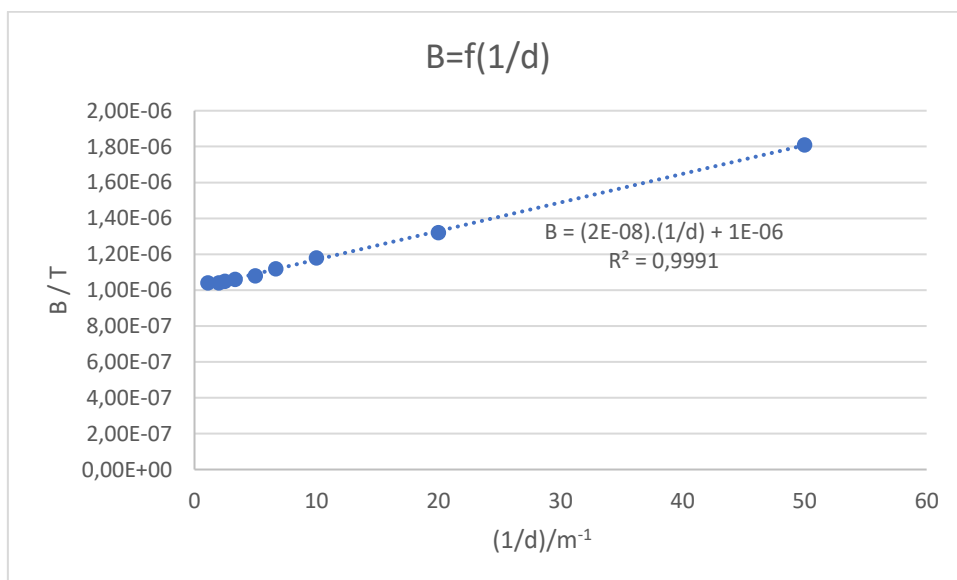
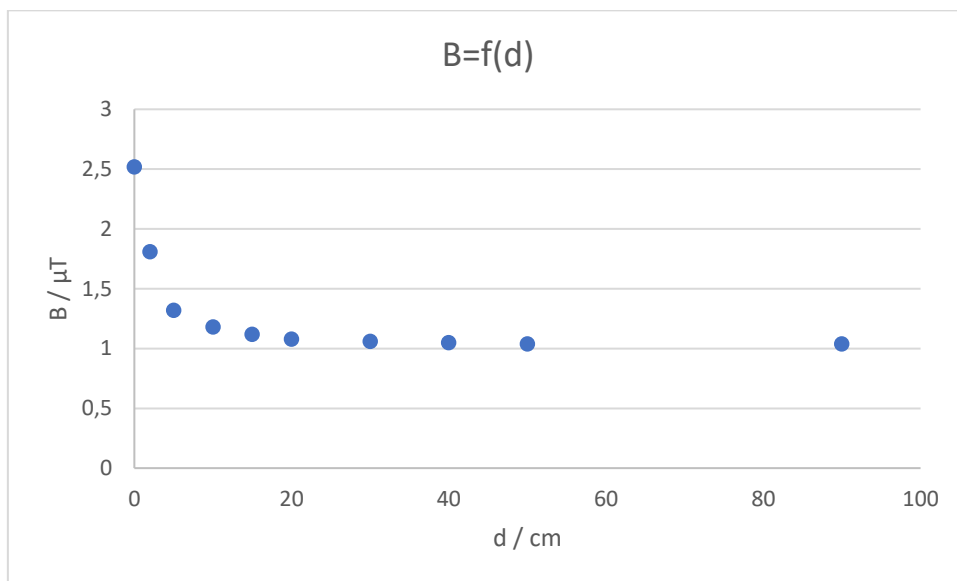






4) Torradeira, com distância variável:

d/cm	(1/d)/m ⁻¹	B / μT	B / T
0	0	2,52	2,52E-06
2	50	1,81	1,81E-06
5	20	1,32	1,32E-06
10	10	1,18	1,18E-06
15	6,7	1,12	1,12E-06
20	5,0	1,08	1,08E-06
30	3,3	1,06	1,06E-06
40	2,5	1,05	1,05E-06
50	2,0	1,04	1,04E-06
90	1,1	1,04	1,04E-06



CONCLUSÕES:

Os campos magnéticos existem onde quer que haja eletricidade, seja ela rodutada, transmitida ou distribuída em linhas ou cabos de energia, ou também em dispositivos elétricos ligados.

Hoje em dia, nas nossas casas, temos campos onnipresentes, pelo que estamos sempre expostos. Contudo, os valores medidos ficaram sempre muito abaixo do limite legal, enquadram-se na gama de valores que não é prejudicial à saúde.

O máximo valor de campo magnético obtido junto a um eletrodoméstico foi de 2,52 μT (caso da torradeira em funcionamento, mesmo próximo da grelha interior).

Escolhemos fazer medições junto ao computador, pela tendência social em afirmar que estes fazem mal à saúde. Procuramos medir junto ao quadro da escola, embora com a porta fechada do cubículo onde nele se encontra, não sabendo bem a que distância efetivamente nos encontrávamos dos fios condutores. De qualquer modo, notámos que havia interferências que não nos permitiram estudar a variação do campo magnético com a distância.

Por isso, voltámos à torradeira e fizemos o estudo, concluindo de forma rigorosa, que o campo magnético varia linearmente com o inverso da distância.

Este projeto irá ser divulgado na página da escola.

Referências bibliográficas/netográficas:

«Novo 12F» - Ventura, G et al; Texto Editores

<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-forca-magnetica.htm>

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3394815/mod_resource/content/3/Fonte_Campo_Mag.pdf

<https://paginas.fe.up.pt/~ee00264/personalidades/biot.html>

<https://www.e-redes.pt/sites/eredes/files/2019-02/CEMEBF.pdf>

<https://pplware.sapo.pt/ciencia/misteriosa-anomalia-que-enfraquece-o-campo-magnetico-da-terra-parece-estar-a-dividir-se/>