

Campo magnético

Densidade de campo magnético ou indução magnética:

- Ou densidade de fluxo magnético;
- Mais conhecido como **Campo Magnético**;
- Grandeza vetorial, representado por B;
- Unidade é o Tesla [T] ou Gauss [G].

Fluxo magnético:

- Fluxo magnético (Φ) é o conjunto de todas as linhas de campo que atingem perpendicularmente uma área.
- Unidade é Weber [Wb];
- Um Weber corresponde a 1×10^8 linhas de campo.

Campo magnético ou vetor indução ou força magnetizante:

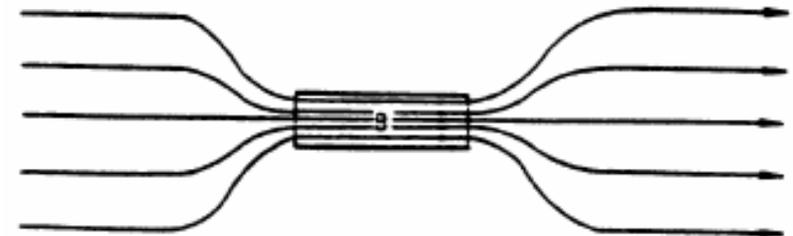
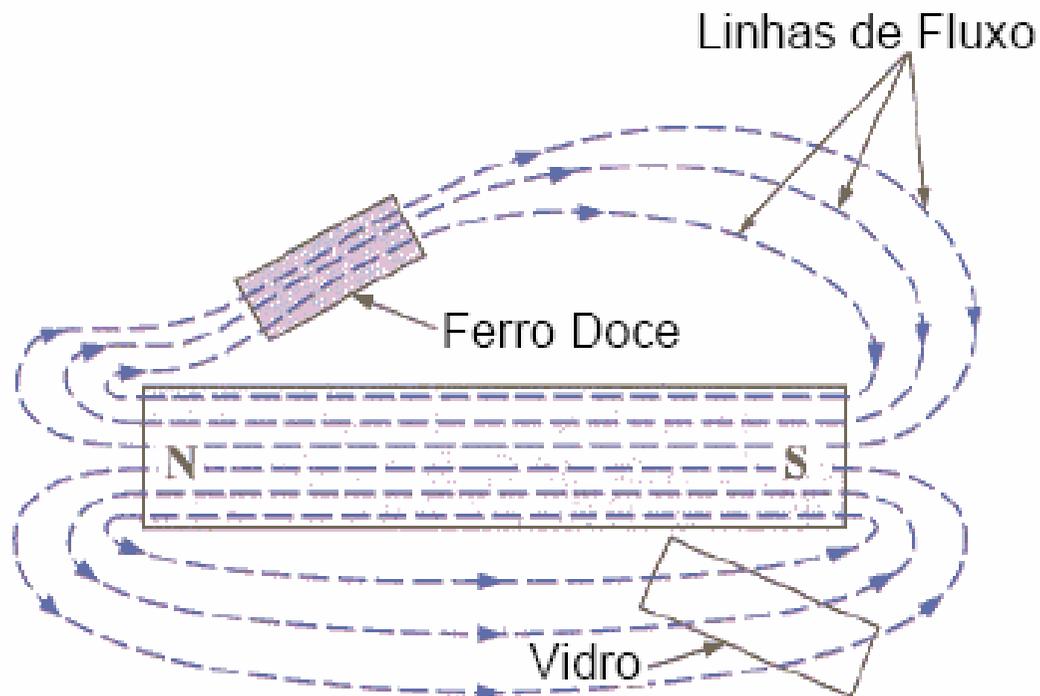
- A existência de um campo magnético H num ponto do espaço pode ser devida á presença de matéria imantada ou á circulação de corrente elétrica.
- Unidade é A/m ou Oersted [Oe];
- Grandeza vetorial.

$$1 \text{ A/m} = 4\pi \times 10^{-3} \text{ Oe}$$

Permeabilidade magnética

Permeabilidade magnética:

- Grau de magnetização de um material em resposta ao campo magnético;
- Facilidade de “conduzir” o fluxo magnético;
- Simbolizado pela letra μ .



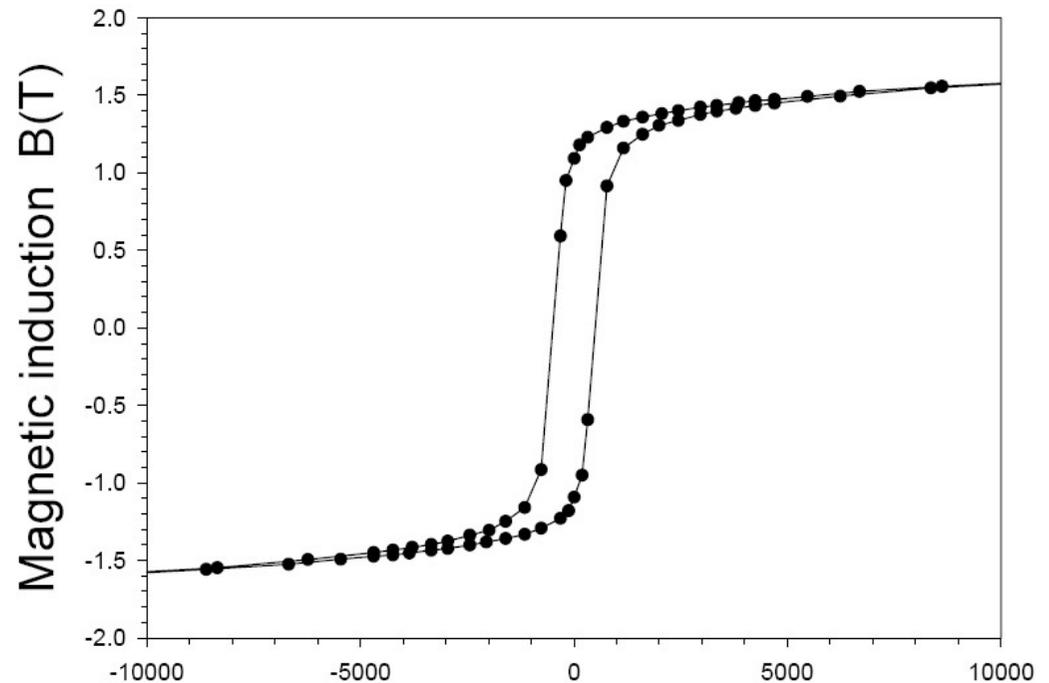
Permeabilidade magnética

$$\mu = \frac{B}{H} \quad \longrightarrow \quad \text{Permeabilidade absoluta}$$

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_o} \quad \longrightarrow \quad \text{Permeabilidade relativa}$$

$$\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Wb}{A/m}$$

Permeabilidade do vácuo



Permeabilidade magnética

Permeabilidade Relativa, μ_R	Tipo de Material
$\gg 1$	Ferromagnéticos
$\cong 1$	Paramagnéticos
< 1	Diamagnéticos

Tipo de Material	Permeabilidade Relativa, μ_R
Ferro Comercial	9.000
Ferro Purificado	200.000
Ferro Silício	55.000
Permalloy	1×10^6
Supermalloy	1×10^7
Permendur	5.000
Ferrite	2.000

Susceptibilidade magnética

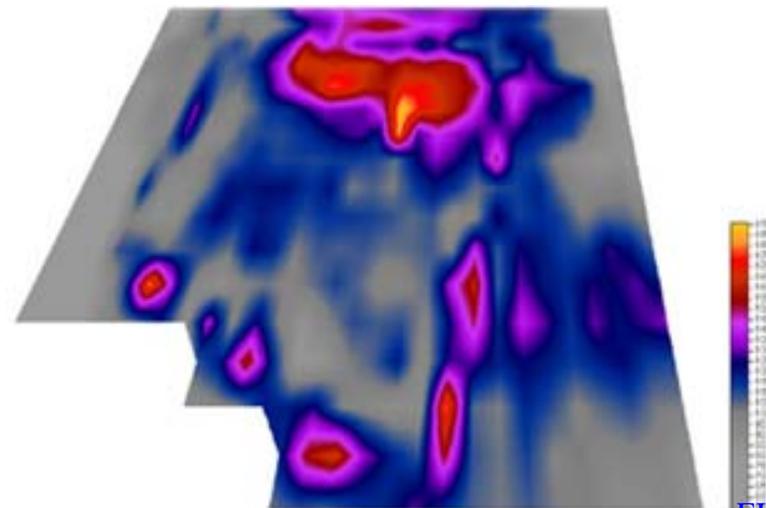
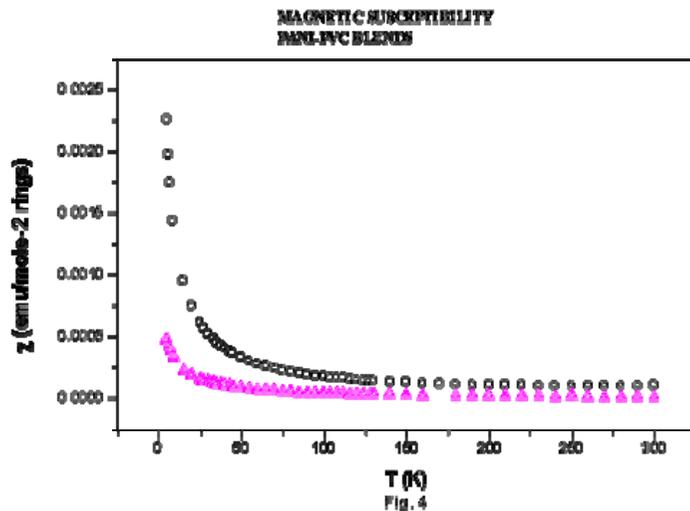
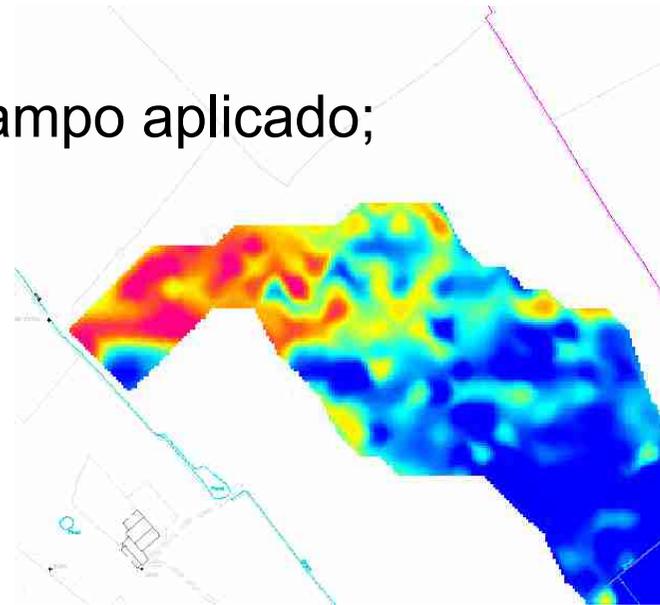
Susceptibilidade magnética:

- É a resposta do material a um campo aplicado;
- Simbolizado pela letra χ .

$$B = \mu_o \cdot (H + M)$$

SI $\mu = \mu_o \cdot (1 + \chi)$

CGS $\mu = 1 + 4\pi \cdot \chi$



Resumo das principais grandezas

Grandeza	SI	CGS	Relação
Φ	weber (Wb)	maxwell	$1 \text{ Wb} = 10^8 \text{ maxwells}$
B	tesla (T) = Wb/m^2	gauss (G)	$1 \text{ T} = 10^4 \text{ G}$
H	A/m	oersted (Oe)	$1 \text{ A/m} = 4\pi \times 10^{-3} \text{ Oe}$
M	A/m	emu/cm ³	$1 \text{ A/m} = 10^{-3} \text{ emu/cm}^3$
μ	N/A ²	adimensional	
χ	adimensional	adimensional	

Relutância magnética

Relutância magnética:

- É uma medida da oposição que um meio oferece ao estabelecimento e concentração das linhas de campo magnético.

$$\mathfrak{R} = \frac{\ell}{\mu \cdot A} \longleftrightarrow R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}$$

onde:

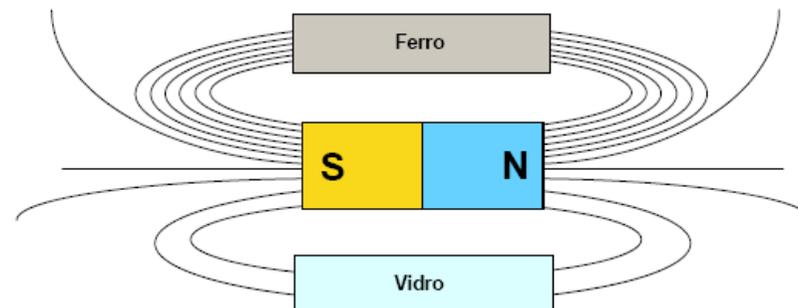
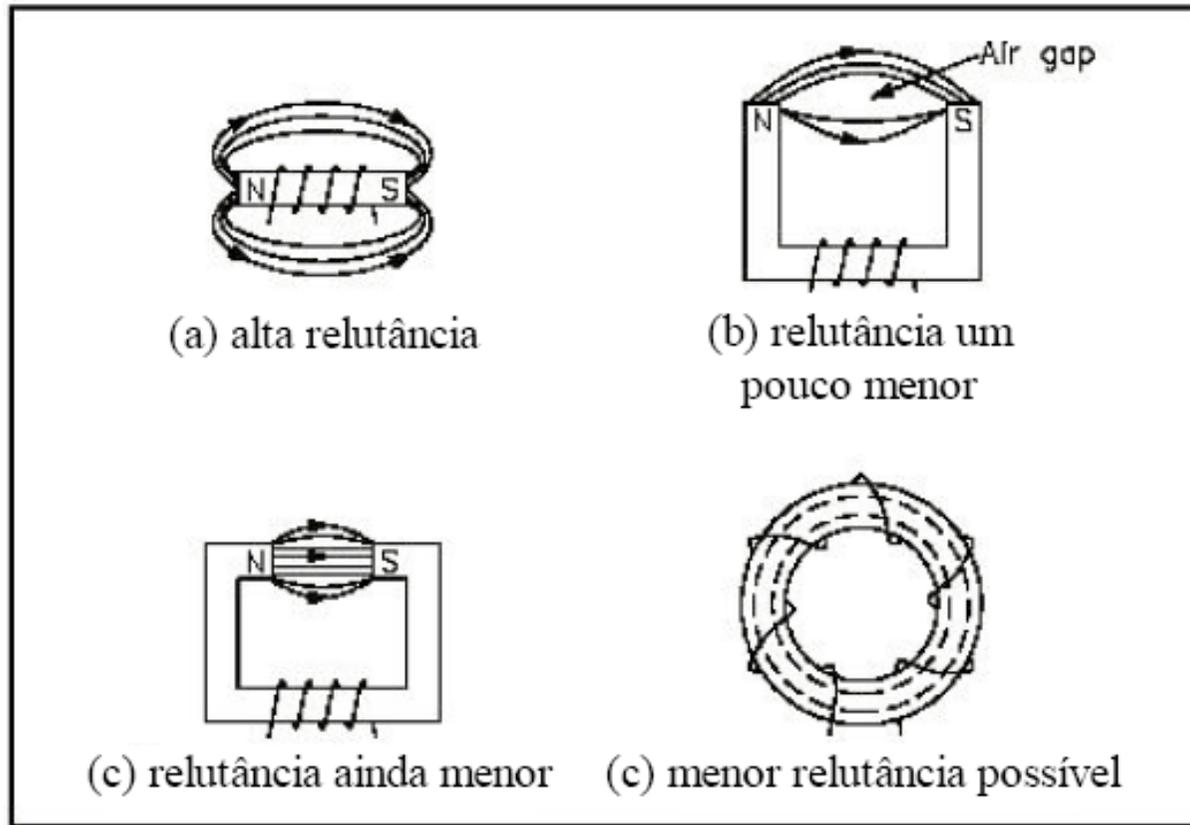
\mathfrak{R} - relutância magnética, *rel/s* ou *Ae/Wb* (Ampéres-espiras³ por Weber);

ℓ - comprimento médio do caminho magnético das linhas de campo no meio, m;

μ - permeabilidade magnética do meio, Wb/Am;

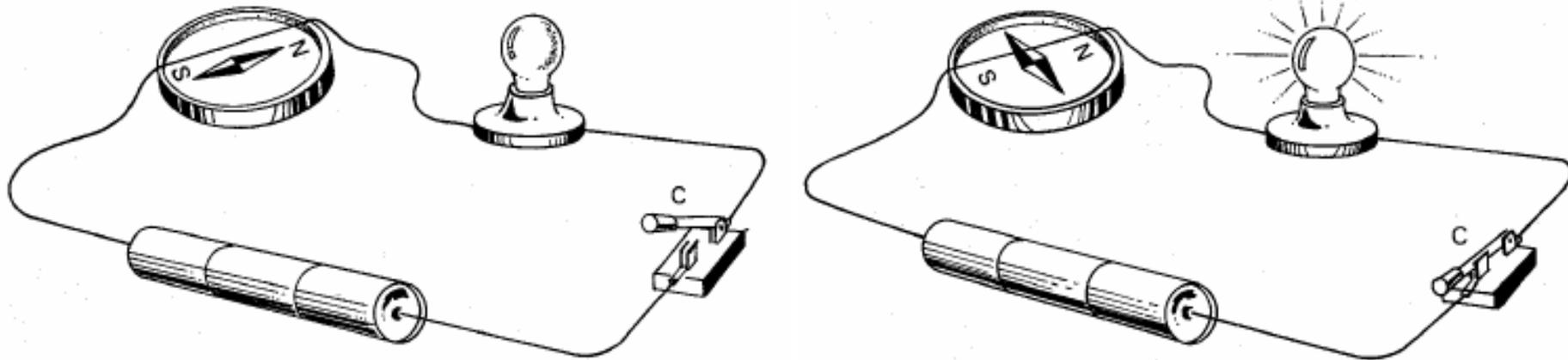
A - área da seção transversal, m².

Relutância magnética



Eletrromagnetismo

Descobertas de Oersted:



Todo condutor percorrido por corrente elétrica, cria em torno de si um campo eletromagnético.

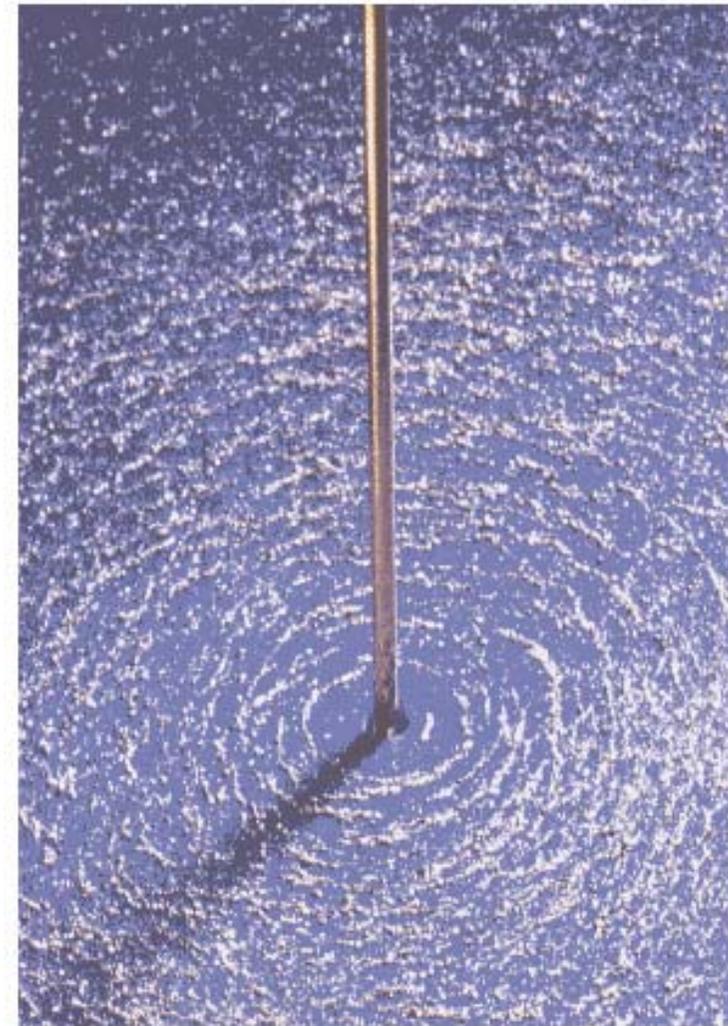
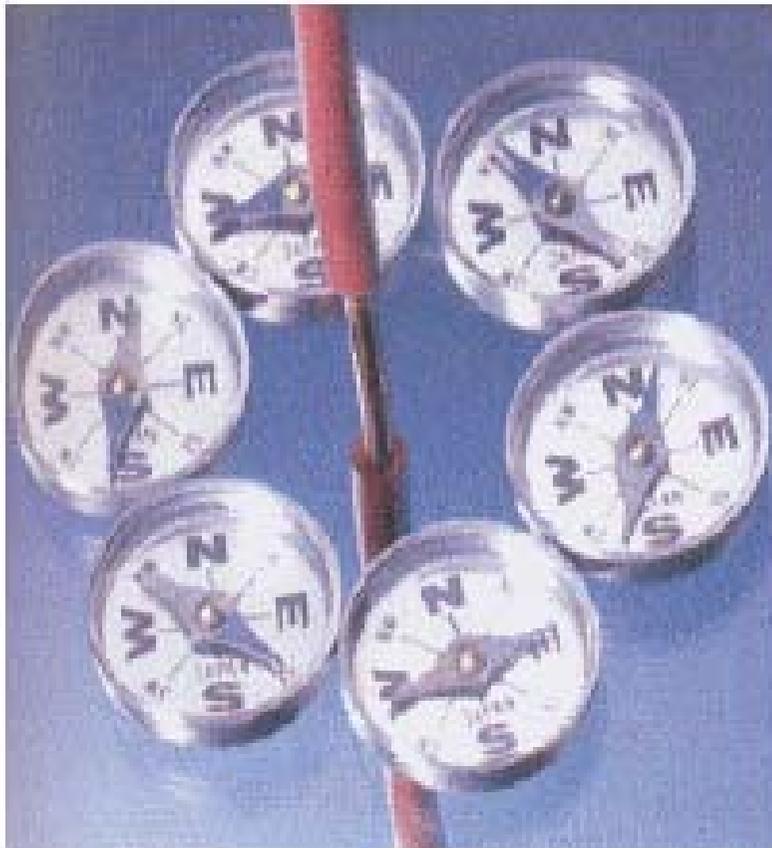
Quando duas cargas elétricas estão em movimento manifesta-se entre elas uma força magnética além da força elétrica (ou força eletrostática).

Fenômenos do Eletromagnetismo

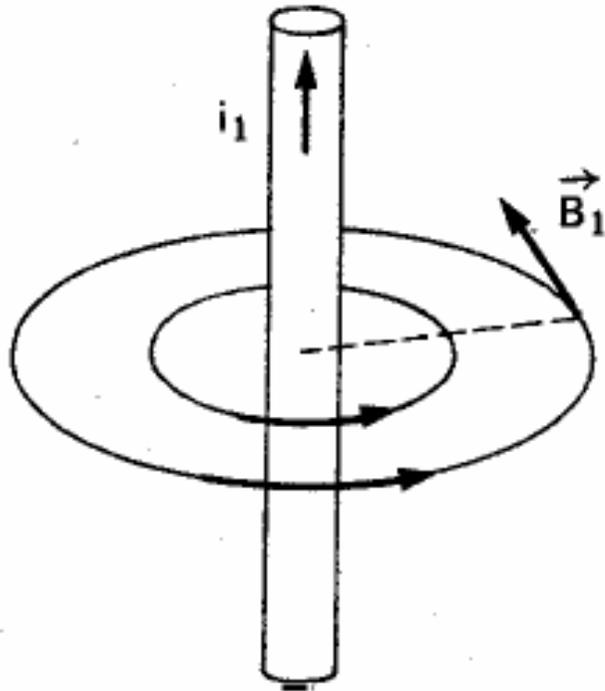
São 3 os principais fenômenos eletromagnéticos:

1. Condutor percorrido por corrente elétrica produz um campo magnético;
2. Campo magnético provoca ação de uma força magnética sobre um condutor percorrido por corrente elétrica;
3. Fluxo magnético variante sobre um condutor gera (induz) corrente elétrica.

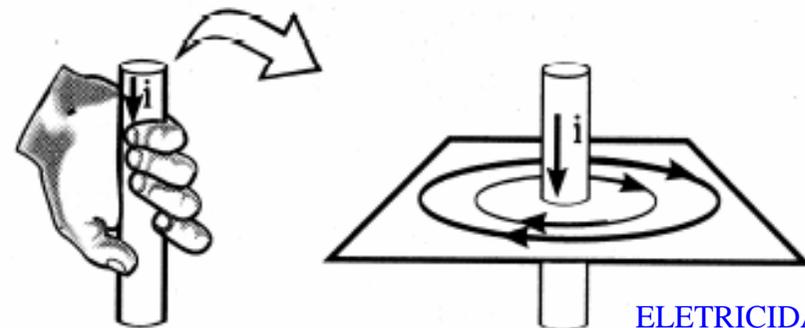
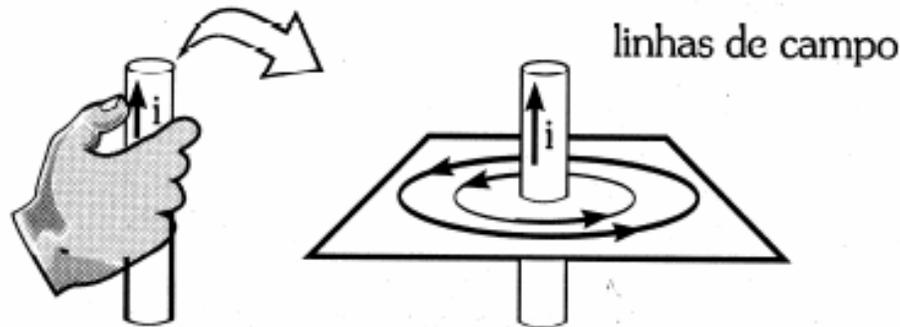
Campo magnético criado por uma corrente elétrica



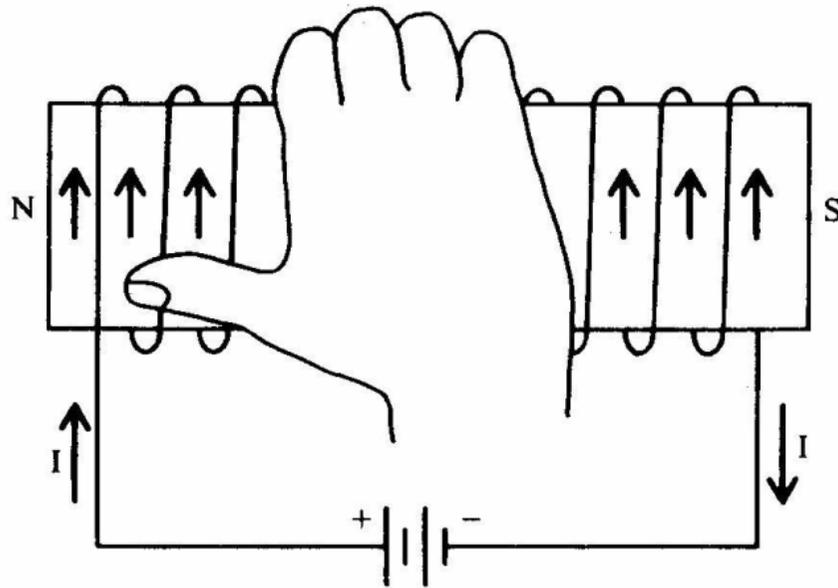
Campo magnético criado por uma corrente elétrica



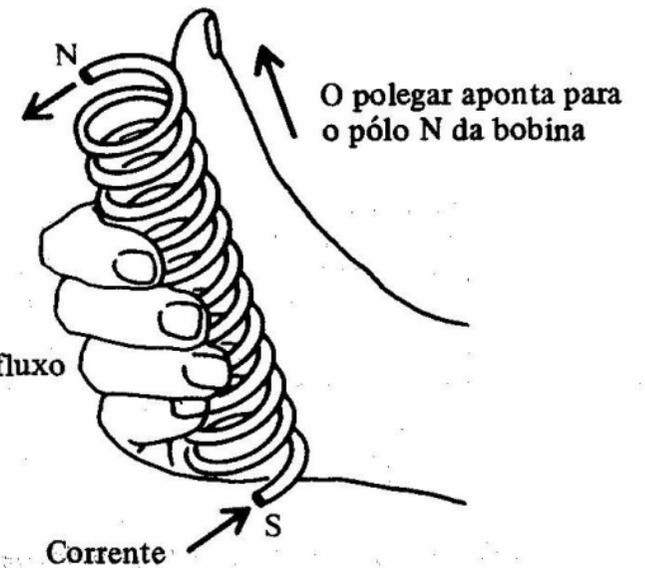
Regra de Ampère ou Regra da mão direita:
Mão direita envolvendo o condutor com o polegar apontando para o sentido convencional da corrente elétrica, os demais dedos indicam o sentido das linhas de campo que envolvem o condutor.



Campo magnético criado por uma corrente elétrica



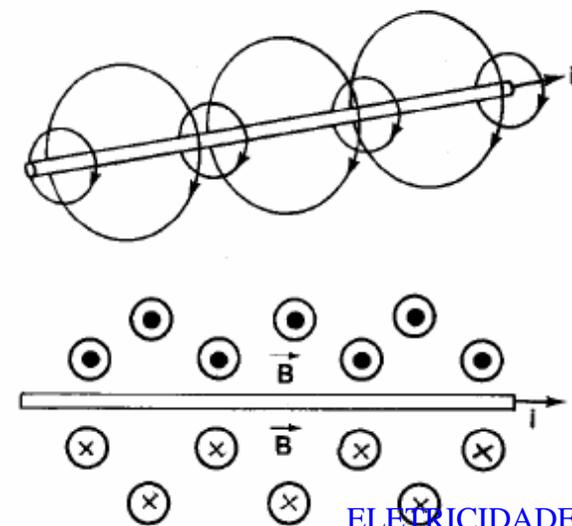
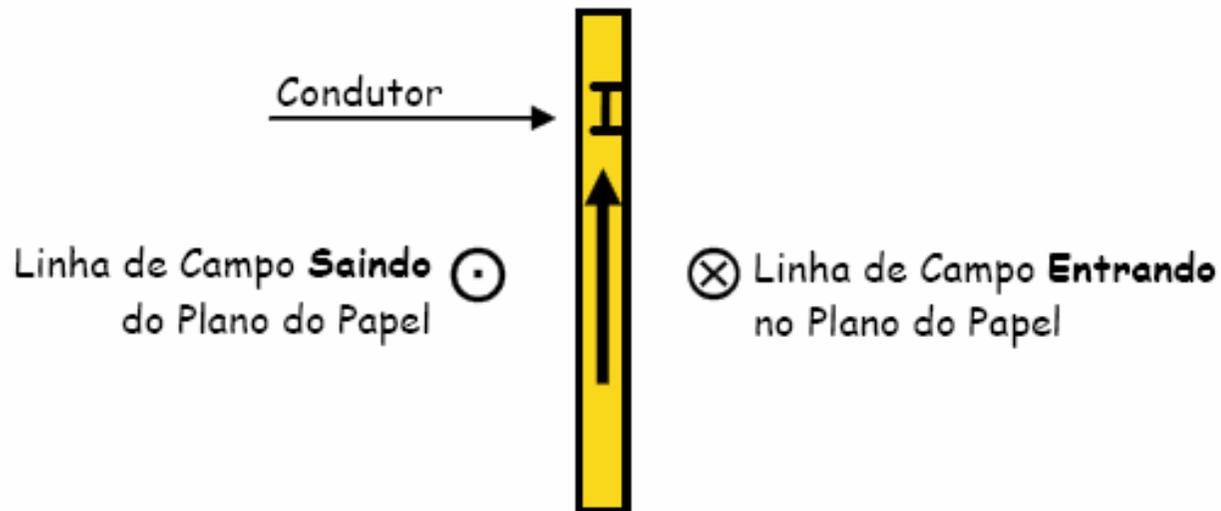
Os dedos indicam o sentido do fluxo da corrente através da bobina



Campo magnético criado por uma corrente elétrica

⊙ → direção perpendicular → sentido de saída

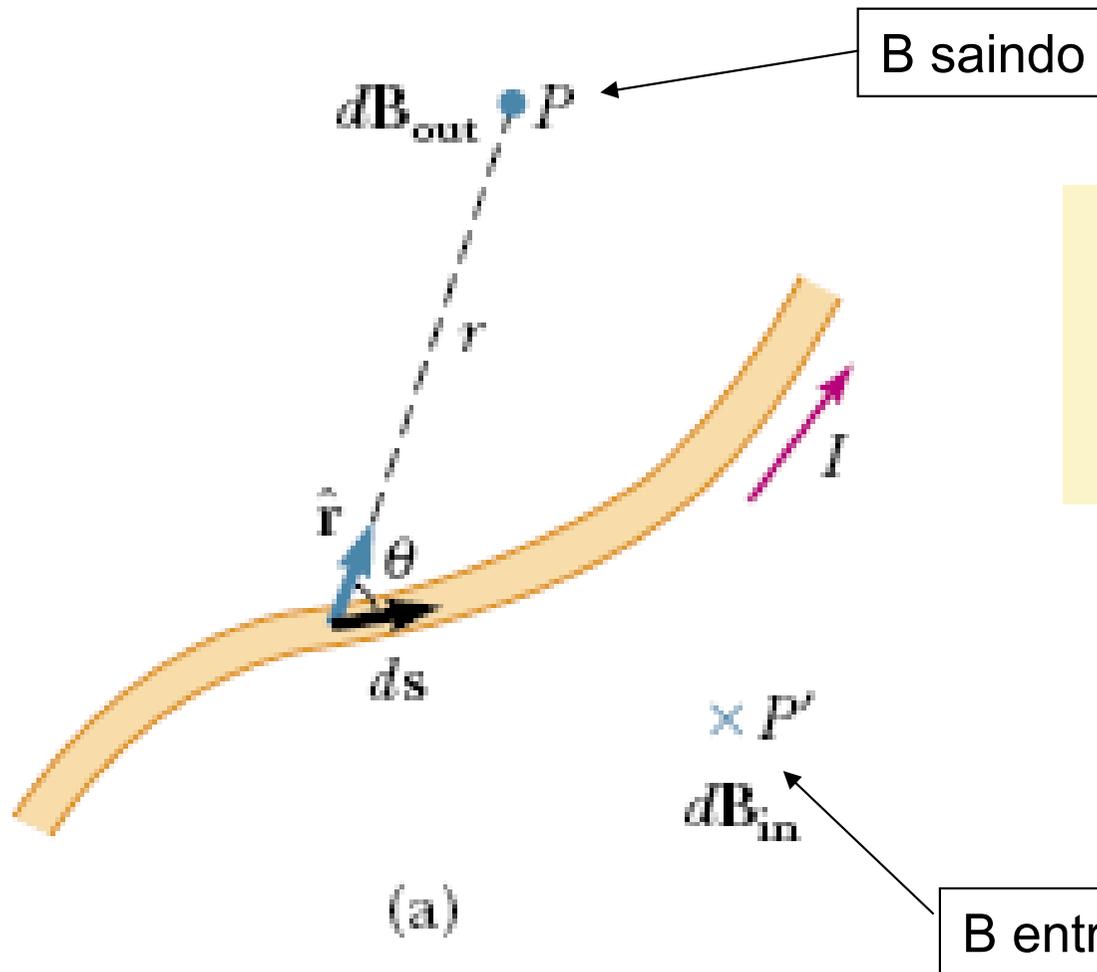
⊗ → direção perpendicular → sentido de entrada



Lei de Biot-Savart

O campo magnético $d\mathbf{B}$ num ponto P devido à corrente I em um elemento de comprimento $d\mathbf{s}$ é dado pela lei de Biot-Savart.

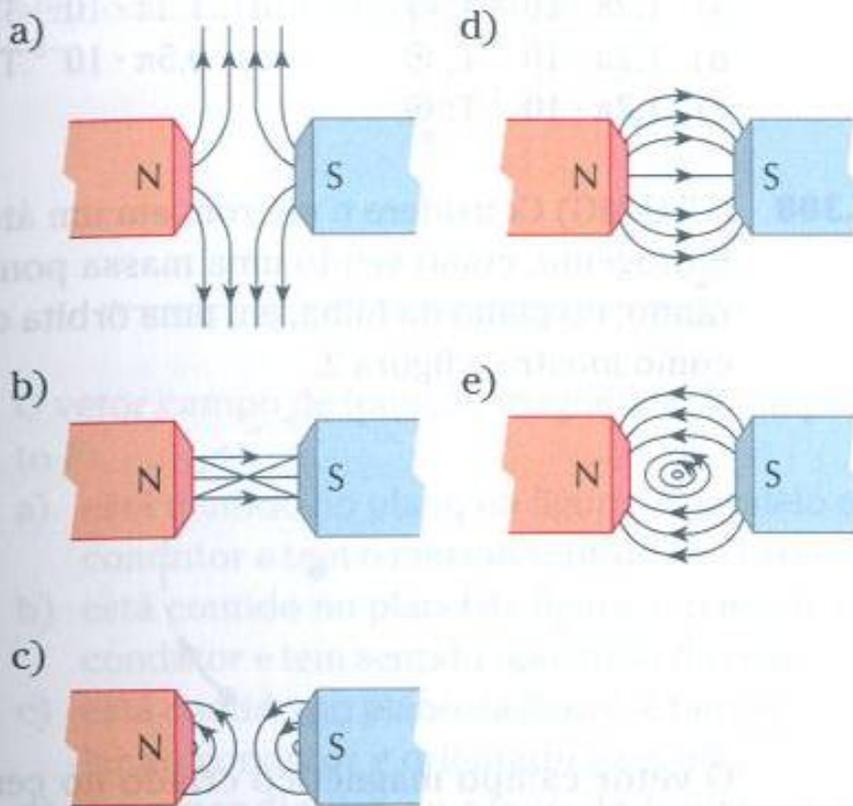
A direção do vetor indução é perpendicular à corrente i .



$$d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\mathbf{s} \times \hat{\mathbf{r}}}{r^2}$$

Exercício

T.293 (UFV-MG) Assinale o diagrama que melhor representa as linhas de indução magnética criadas entre os ímãs.



T.297 (PUC-SP) Na experiência de Oersted, o fio de um circuito passa sobre a agulha de uma bússola. Com a chave C aberta, a agulha alinha-se como mostra a figura 1. Fechando-se a chave C, a agulha da bússola assume nova posição (figura 2).

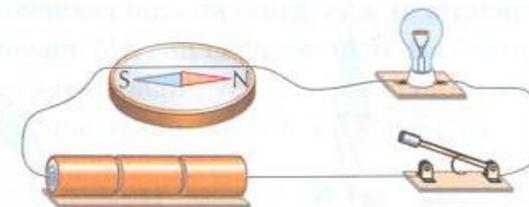


Figura 1

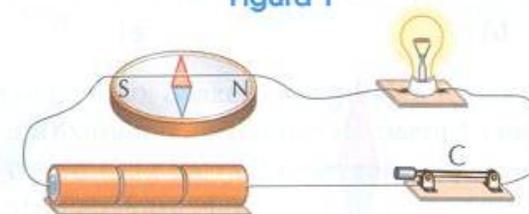


Figura 2

A partir desse experimento, Oersted concluiu que a corrente elétrica estabelecida no circuito:

- gerou um campo elétrico numa direção perpendicular à da corrente.
- gerou um campo magnético numa direção perpendicular à da corrente.
- gerou um campo elétrico numa direção paralela à da corrente.
- gerou um campo magnético numa direção paralela à da corrente.
- não interfere na nova posição assumida pela agulha da bússola, que é determinada pela energia térmica produzida pela lâmpada.