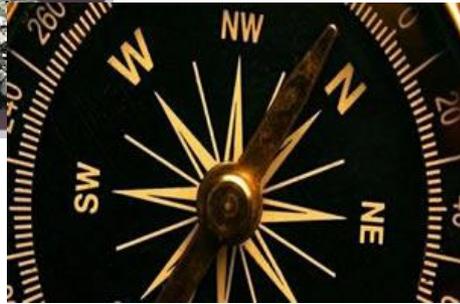


# Magnetismo e Eletromagnetismo

Odailson Cavalcante de Oliveira

# Ímãs Naturais



- O ímã é capaz de atrair substâncias magnéticas como certos metais.
- **Ímãs Naturais** – são encontrados na natureza, compostos por minério de ferro como a magnetita.

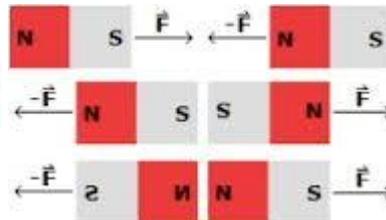
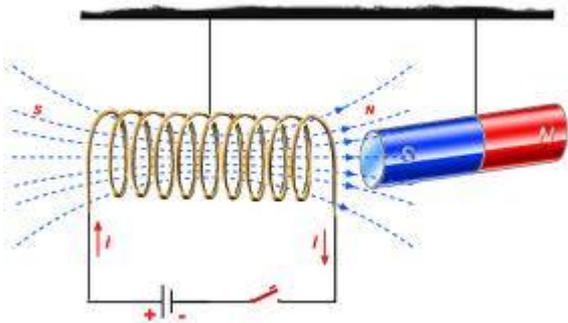
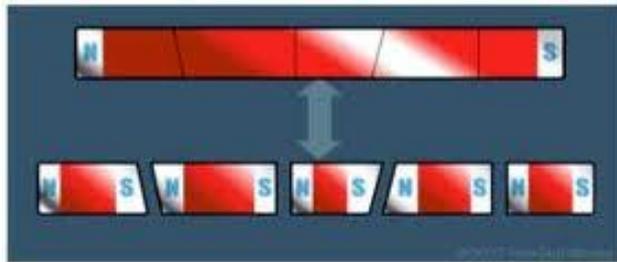
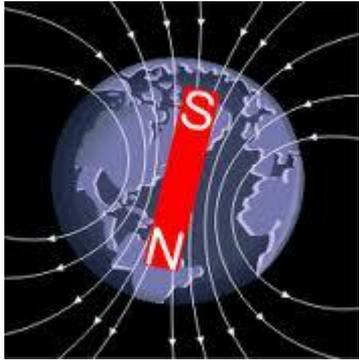
Soluções

Eletroímã p/ Sucatas



**Ímãs Artificiais** – são aqueles que adquirem propriedade magnética pela ação de um ímã natural ou pelo efeito magnético da eletricidade.

# Campo Magnético

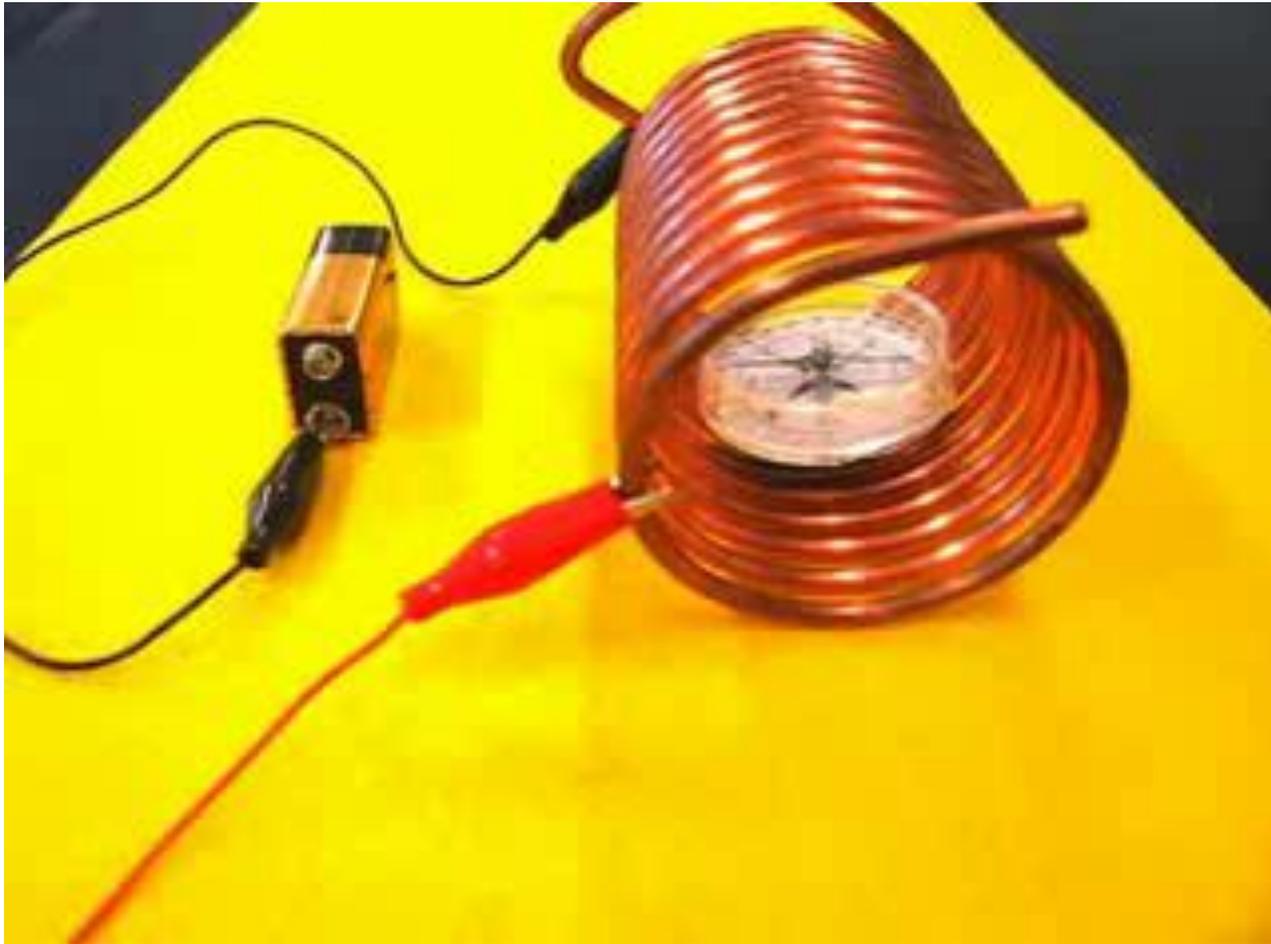


- Os materiais magnéticos apresentam uma força invisível conhecida como campo magnético.
- Um ímã sempre terá dois polos: Norte e Sul.
- Linhas de Campo Imaginárias saem do polo Sul para o Norte.
- Polos iguais se repelem polos diferentes se atraem.

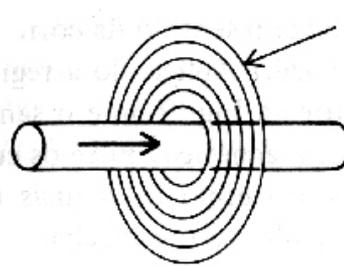
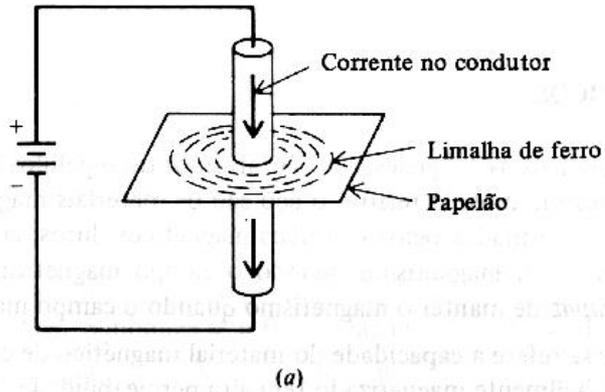
# Como fazer



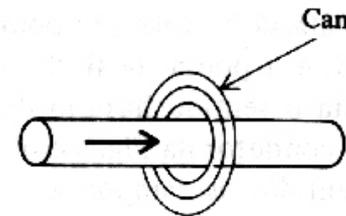
# Campo magnético



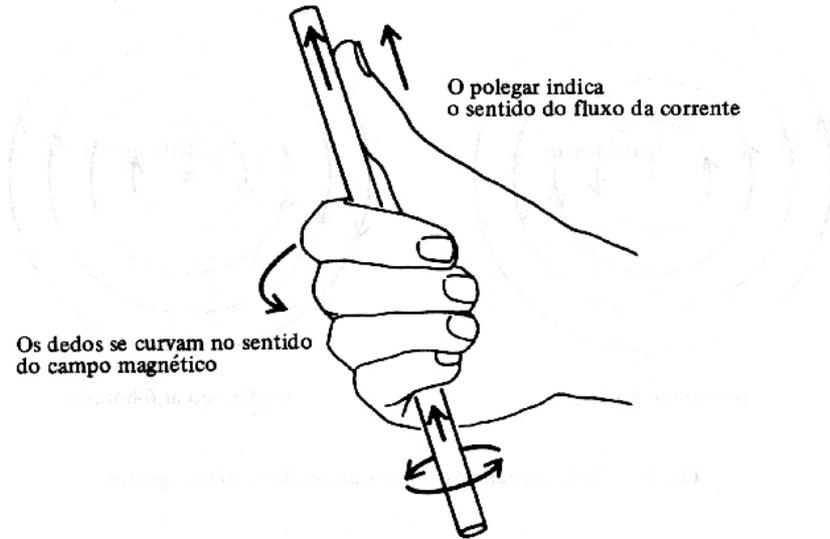
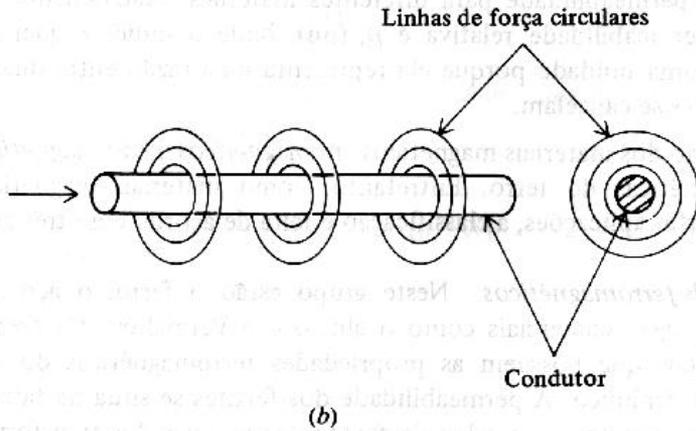
# Campo magnético



Corrente alta



Corrente baixa



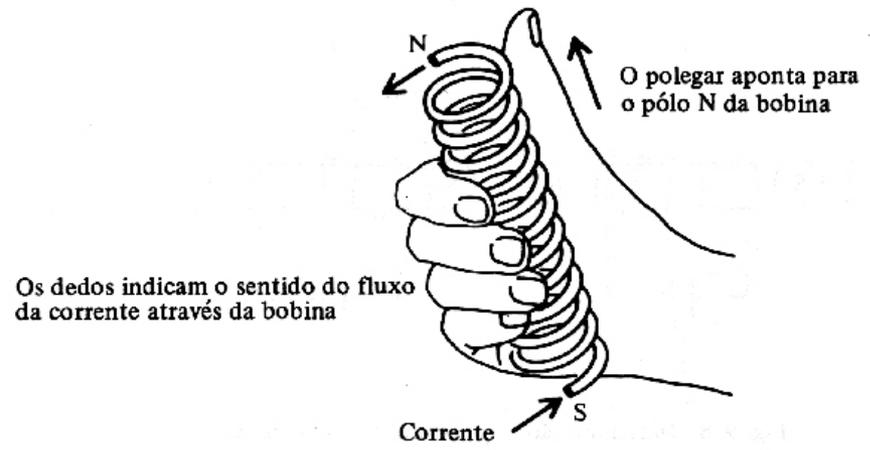
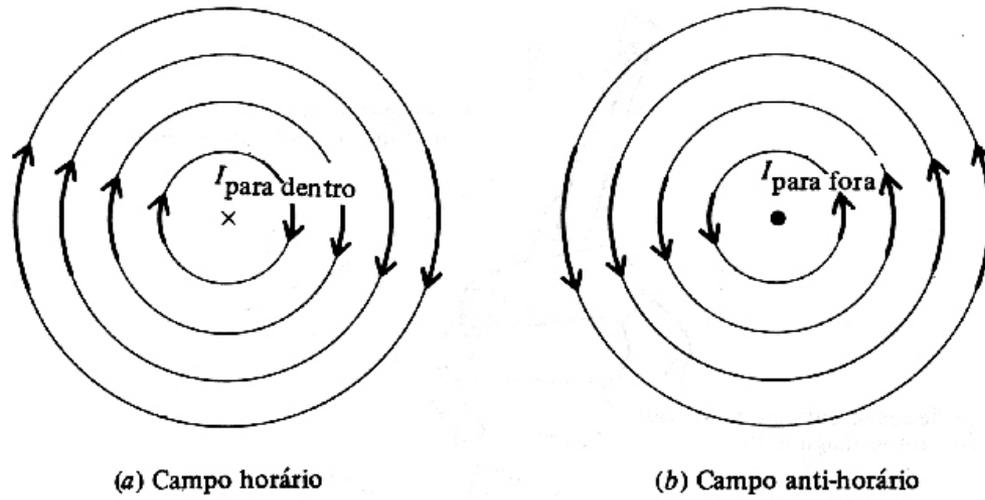
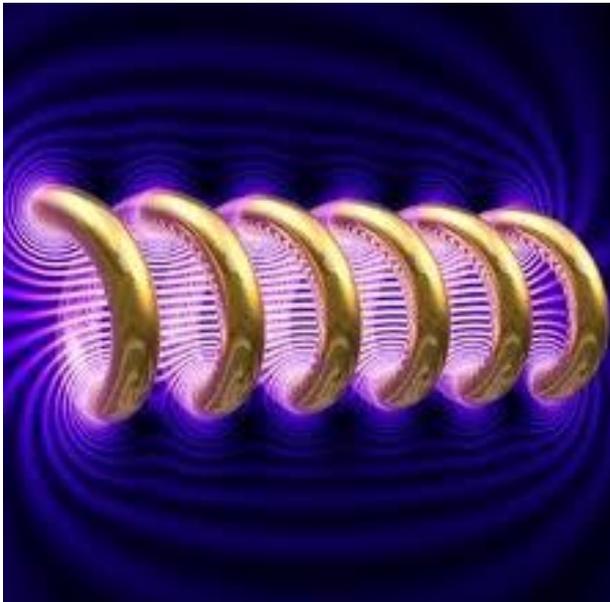
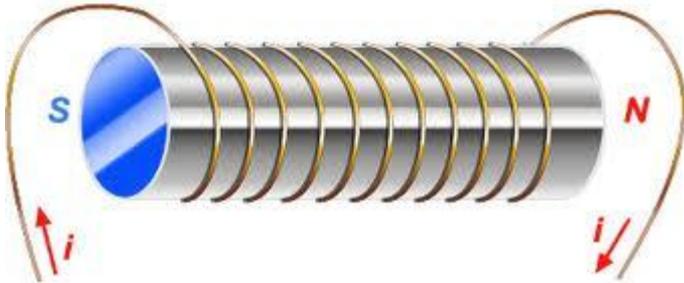


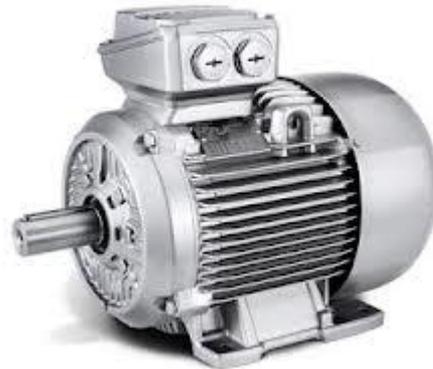
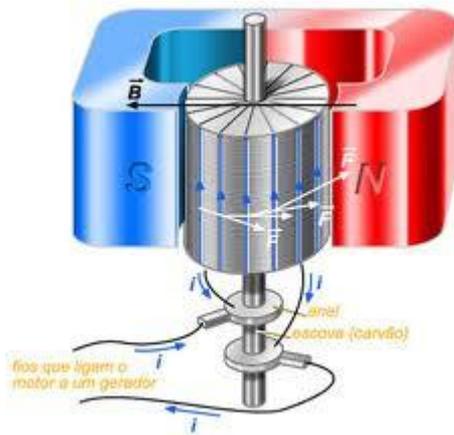
Fig. 9-6 Regra da mão direita para uma bobina de fio com várias espiras (solenóide)

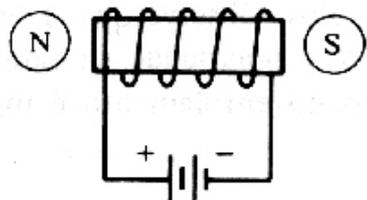
# Eletroímã



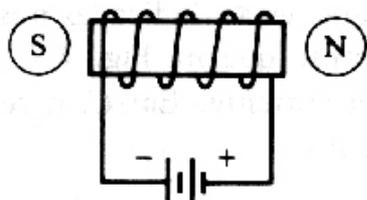
- A corrente elétrica que flui em um condutor produz um campo magnético em torno do condutor
- Um solenoide quando percorrido por uma corrente produz um campo com polos N e S, igual a um ímã natural.
- Certos materiais podem ter diferentes efeitos magnéticos.
- **Paramagnéticos:** levemente atraídos.  
**Diamagnéticos:** Não são atraídos pelos ímãs  
**Ferromagnéticos:** são fortemente atraídos. Formados apenas por Níquel, cobalto, ferro e suas ligas.

# Aplicações dos Ímãs e eletroímã

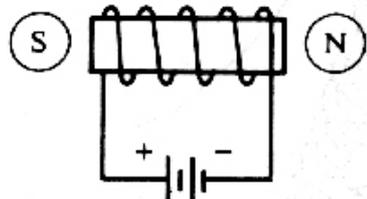




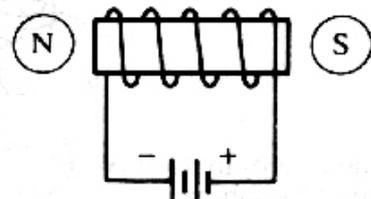
A



B



C



D

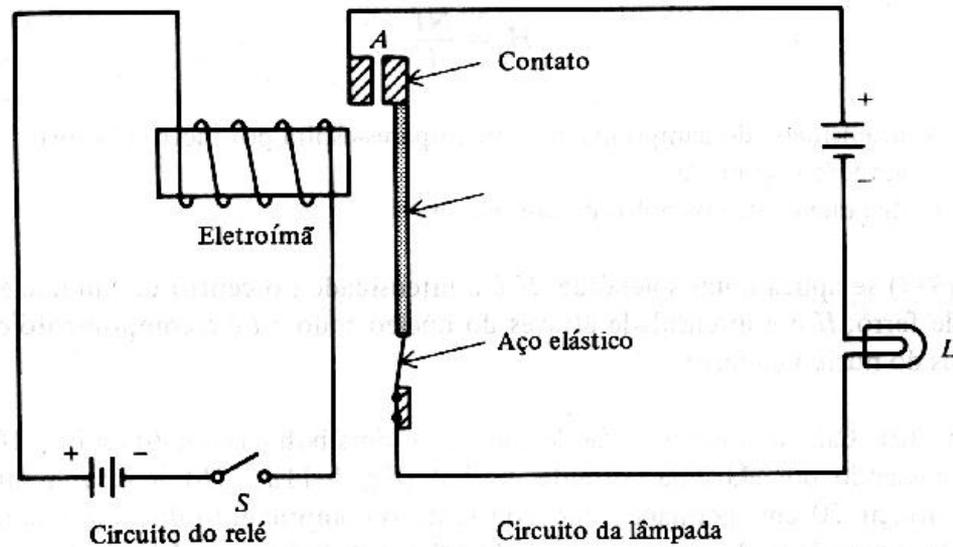
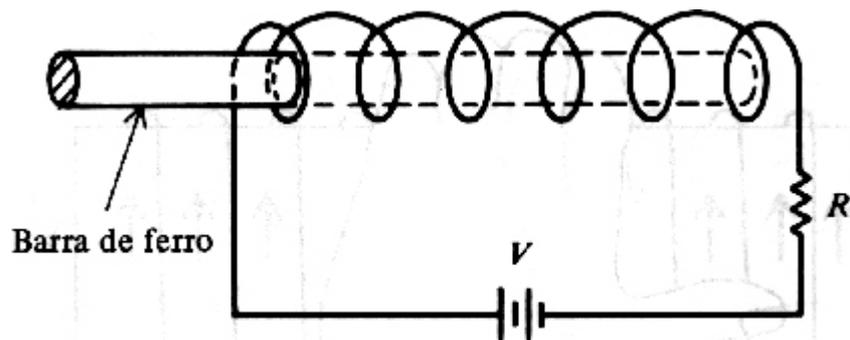


Fig. 9-10 Um circuito de relé simples



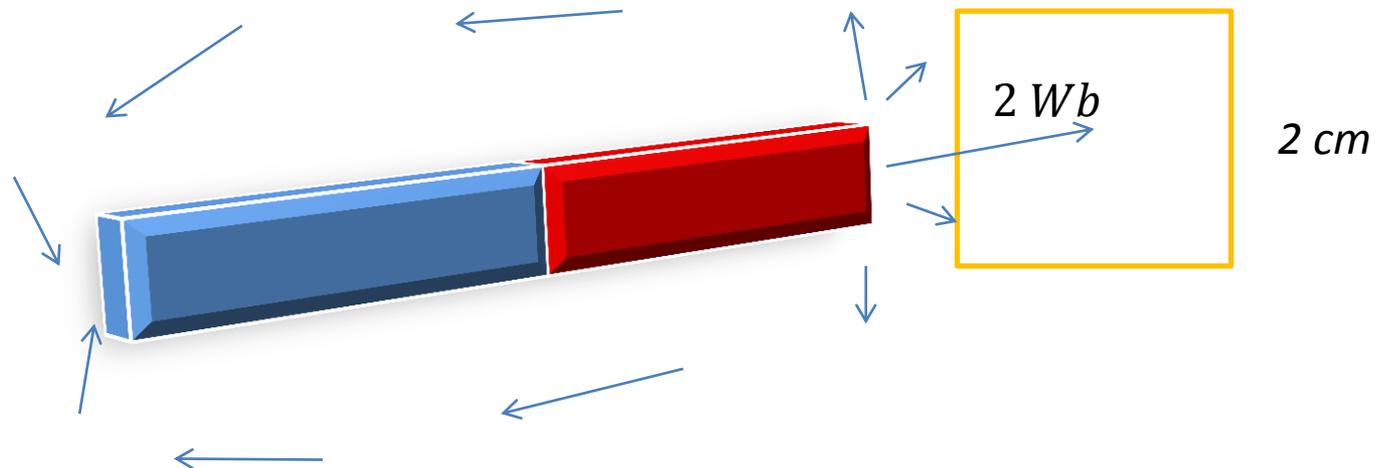
# Unidades do Eletromagnetismo

- Fluxo Magnético  $\Phi$ : é o conjunto de todas as linhas do campo magnético que emergem entre os polos de um ou mais ímãs (unidade Wb, Weber).
  - 1 Wb é igual a  $1 \cdot 10^8$  linhas de campo magnético.
- Densidade de fluxo magnético B: é o fluxo magnético por unidade de área perpendicular ao sentido do fluxo (unidade T, Tesla).

$$- B = \frac{\phi}{A}$$

# Exercícios

- Sabendo que  $2 \text{ Wb}$  é produzido por um ímã natural, calcule a densidade de fluxo magnético  $B$  que atravessa uma chapa em forma de quadrado de lado  $2 \text{ cm}$  posicionado perpendicularmente ao ímã.

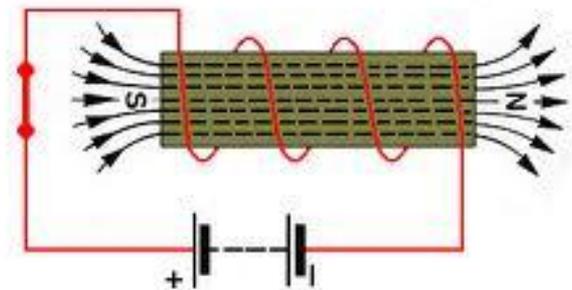


# Resposta

- Calcula-se a área da chapa, lembrando de converter em metros  $2\text{cm} = 0,02\text{m}$
- $A = 0,02 \cdot 0,02 = 0,00004 = 4 \cdot 10^{-5} \text{m}^2$
- $B = \frac{\phi}{A} = \frac{2}{4 \cdot 10^{-5}} = 0,5 \cdot 10^5 \text{T}$

# Unidades do Eletromagnetismo

- **Ampères-espira  $NI$ :** a intensidade de campo magnético numa bobina depende da intensidade da corrente que flui nas espiras.
  - Força magnetomotriz (fmm):
  - $F = NI$ 
    - $F$  = força magnetomotriz , unidade: Ae
    - $N$  = número de espiras
    - $I$  = corrente elétrica, unidade: A



# Exercícios

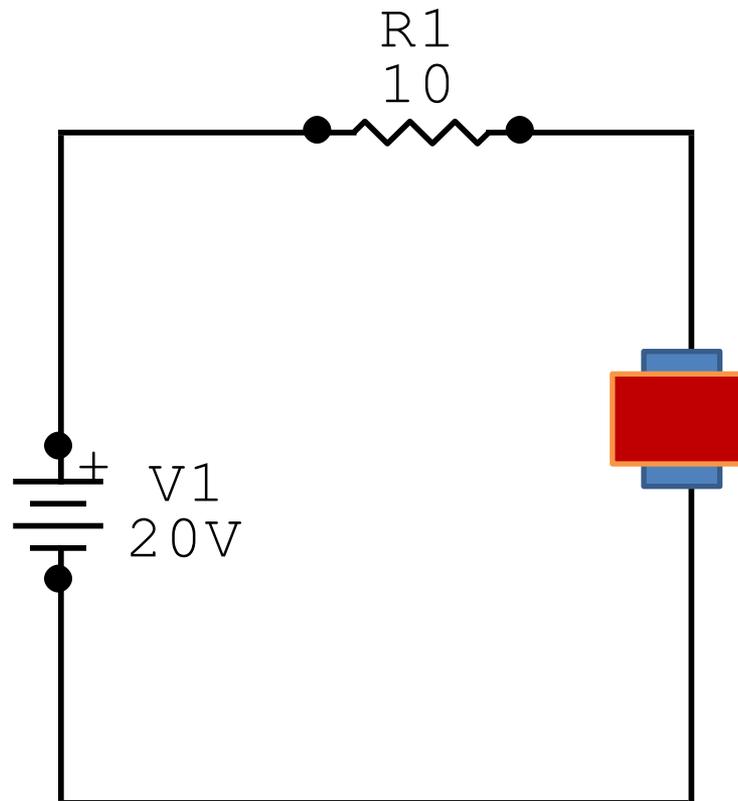
1- Calcule a  $fmm$  de uma bobina com 20 espiras e ligada numa fonte cuja corrente de saída é 2 A.

2- Calcule a  $fmm$  da bobina com 25 espiras ligada em série com o resistor de 10 Ohms e uma fonte de 20 V, considerando a resistência da bobina desprezível.

# Respostas

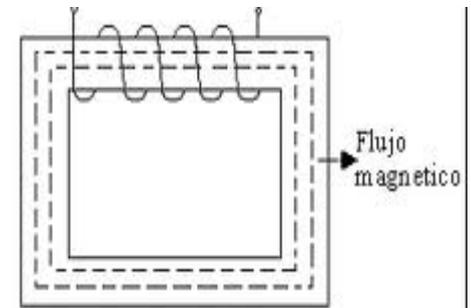
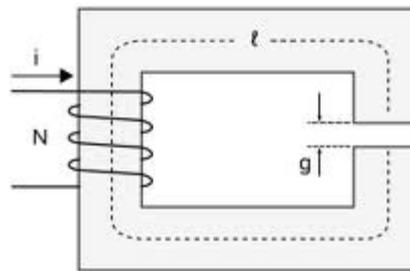
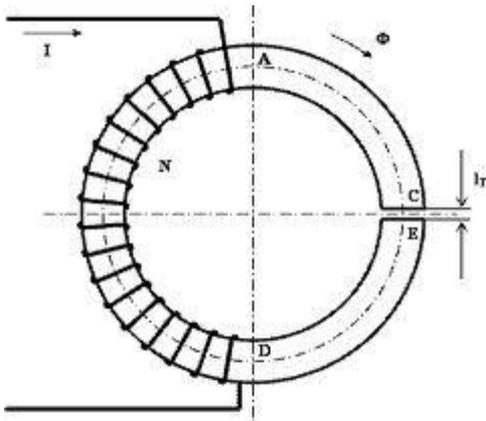
1-  $F = NI = 20 \cdot 2 = 40Ae$

2  $i = 20/10 = 2A$   
 $F = 2 \cdot 25 = 50Ae$



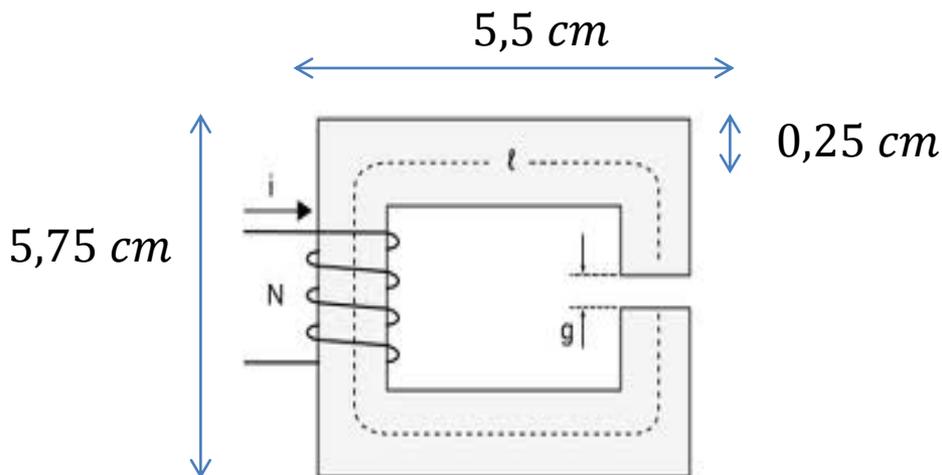
# Intensidade de Campo Magnético $H$

- É a concentração de linhas de força magnética num material.
- $H = \frac{F}{l} = \frac{NI}{l}$ 
  - $l$  é o comprimento do núcleo no centro do solenoide, dado em metros.



# Exercício

- Calcule a intensidade de fluxo magnético concentrada no núcleo de ferro de um solenoide, conforme a figura abaixo. Sabendo que a corrente que circula o solenoide é  $2A$ , e  $g=0,25cm$ .



# Resposta

- Calcula-se o  $l$  somando os comprimentos de um linha que passa no centro de cada lado do núcleo.

$$- l = 5 + 5 + 5 + 5 = 20 \text{ cm} = 0,2\text{m}$$

- Calcula-se a  $H$ ,

$$- H = \frac{NI}{l} = \frac{200 \cdot 2}{0,2} = 4000 \text{ Ae}$$

# Permeabilidade Magnética- $\mu$

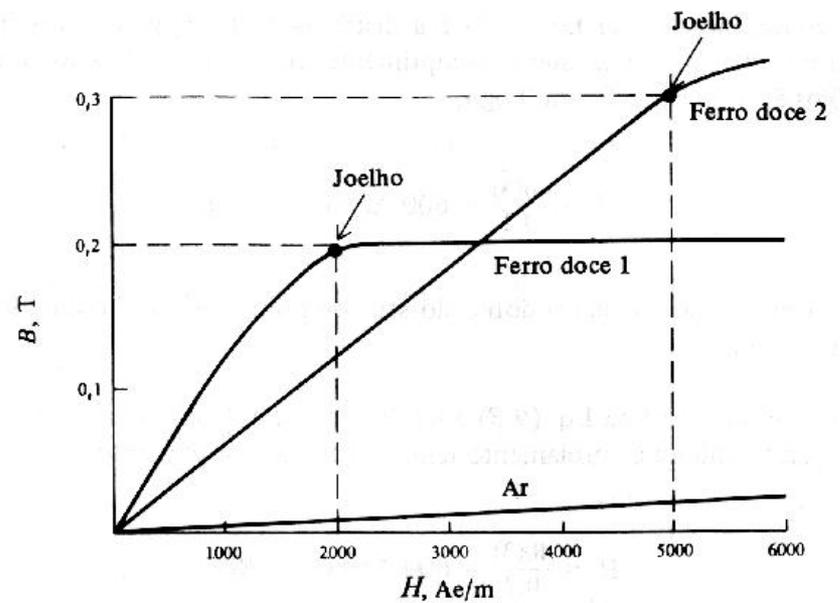
- É uma propriedade de cada material que indica a sua capacidade de concentrar o fluxo magnético.

$$- \mu = \frac{H}{B}$$

-  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/Ae}$ , permeabilidade magnética do ar.

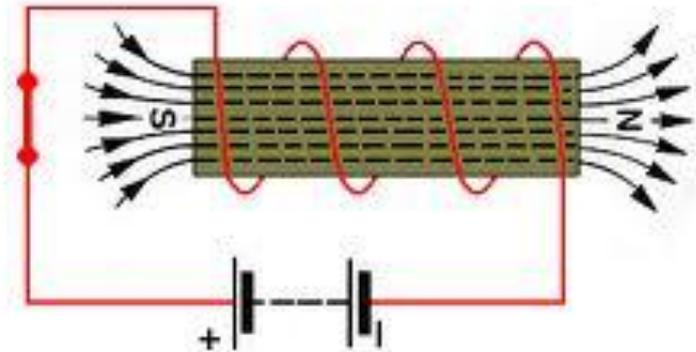
-  $\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$ , permeabilidade relativa.

- A permeabilidade magnética também pode ser entendida como a capacidade de um material se magnetizar quando uma *fmm* age sobre ele.
- Exemplo ao lado: a *fmm* depende da intensidade da corrente que circula nas espiras
  - Aumentando-se a corrente, aumenta-se a *fmm*, assim maior se torna a magnetização do núcleo até atingir um nível máximo de magnetização, nesse ponto não importa o quanto aumentamos a *fmm*, a magnetização não vai aumentar.
  - O gráfico mostra dois tipos de materiais com permeabilidade magnética diferente.



$$\mu \text{ para o ferro doce número 1} = \frac{B}{H} = \frac{0,2}{2000} = 1 \times 10^{-4} (\text{T} \cdot \text{m}) / \text{Ae}$$

$$\mu \text{ para o ferro doce número 2} = \frac{B}{H} = \frac{0,3}{5000} = 6 \times 10^{-5} (\text{T} \cdot \text{m}) / \text{Ae}$$



# Histerese Magnética

- Os materiais magnéticos podem manter-se magnetizados mesmo depois de retirarmos a *fmm* que o magnetizou.
- Para remover a magnetização, ou imantação, deve-se aplicar uma nova *fmm* contrária e com intensidade suficiente a que o magnetizou.
  - $B_r$  é o fluxo residual após o campo  $H$  ser zerado.
  - $H_c$  é a intensidade de campo que se deve aplicar para eliminar o fluco residual.

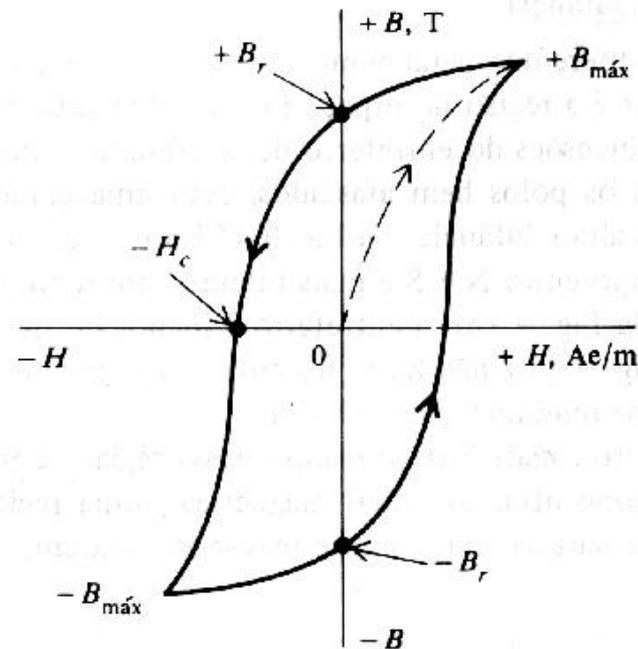
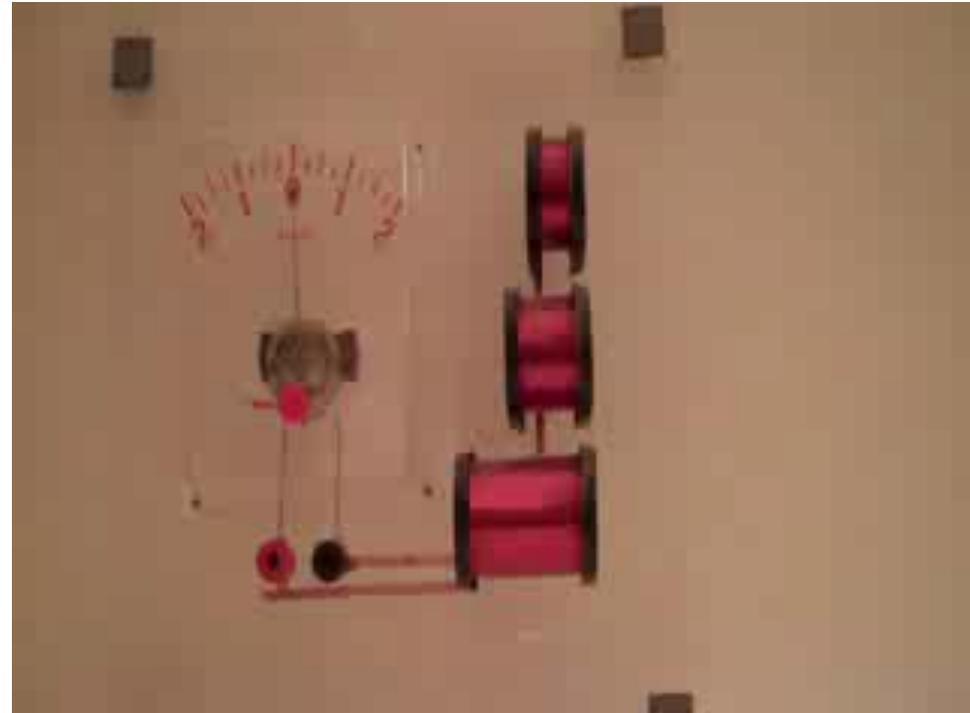


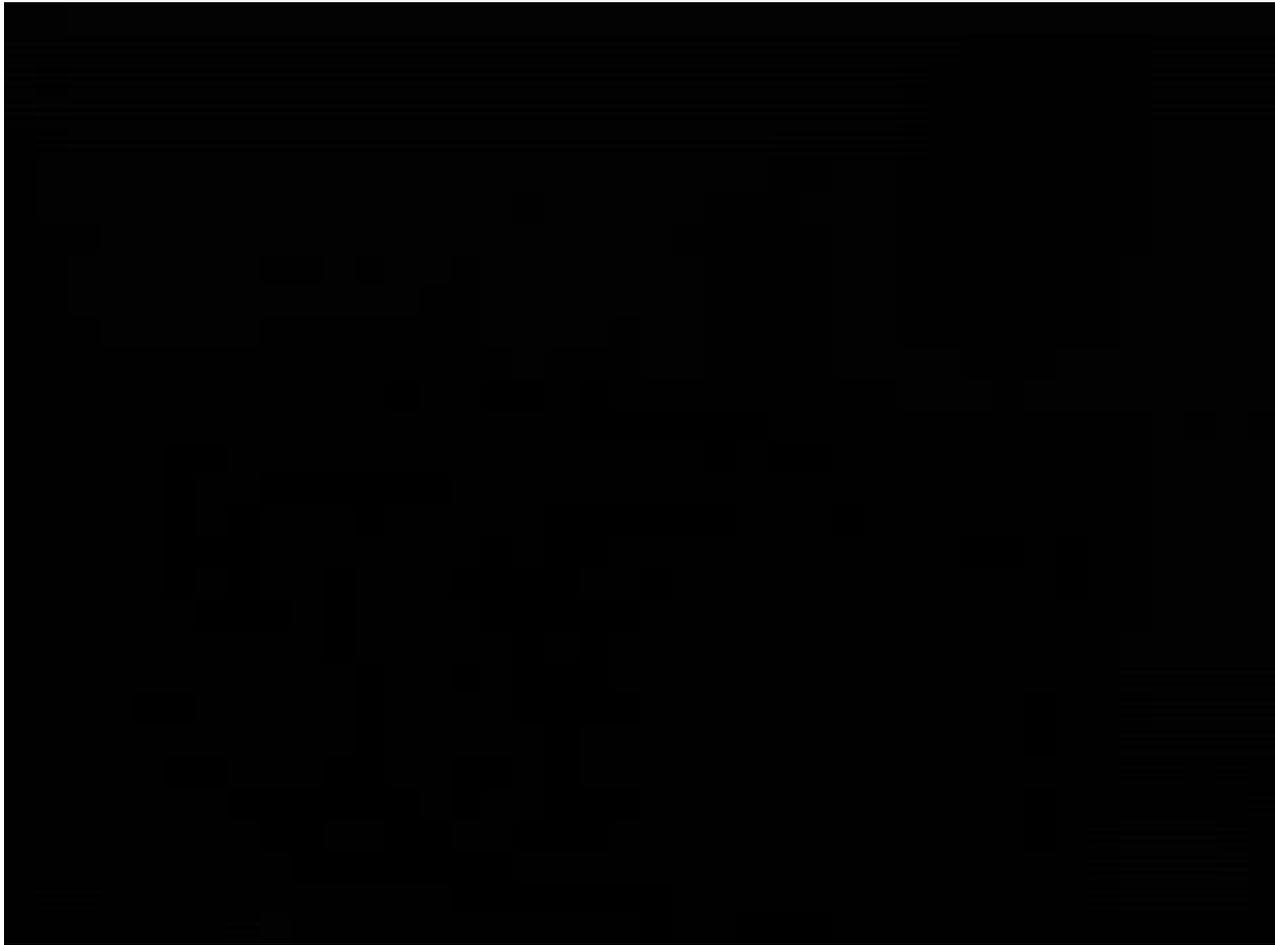
Fig. 9-13 Curva de histerese para materiais magnéticos

# Indução eletromagnético

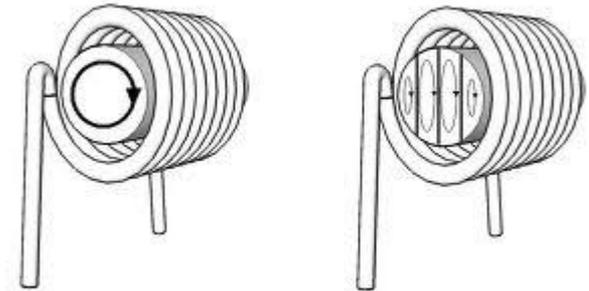
- Uma fem é induzida num condutor elétrico através de um campo magnético.
  - É necessário movimento entre o condutor e as linhas de campo.
- Mudando-se o sentido da intersecção entre o condutor e as linhas de campo magnético, muda-se o sentido da fem induzida.
- Lei de Lenz:
  - Determina a polaridade da tensão induzida
  - A tensão induzida tem polaridade tal que se opõe à variação de fluxo que produz a indução.



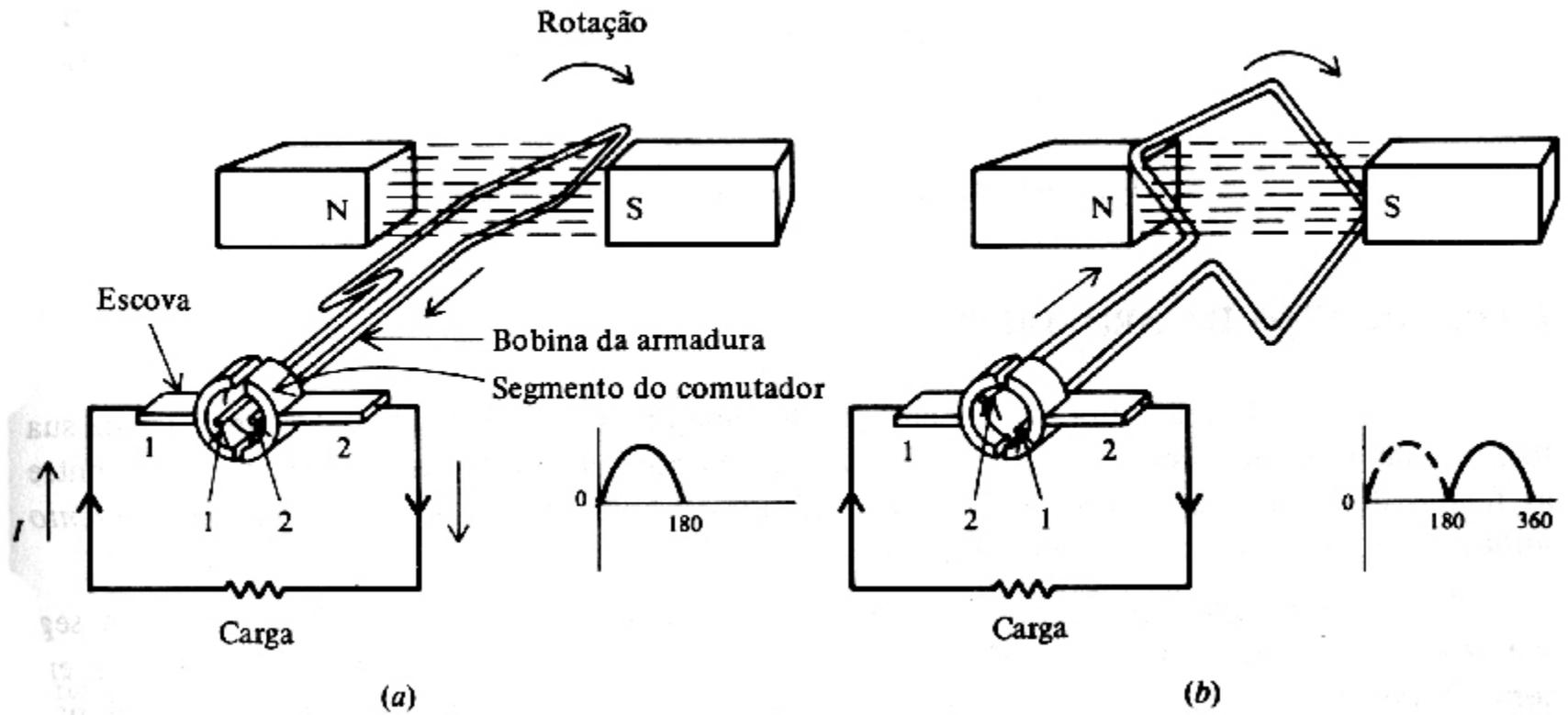
# Aquecedor por Indução Magnética



- Quando uma corrente de alta intensidade percorre as espiras elas induzem correntes no interior do condutor maciço, chamadas de correntes parasitas ou de Foucault.
- Para reduzir essas correntes em situações em que elas são indesejáveis, o núcleo metálico é composto por laminas compactadas.



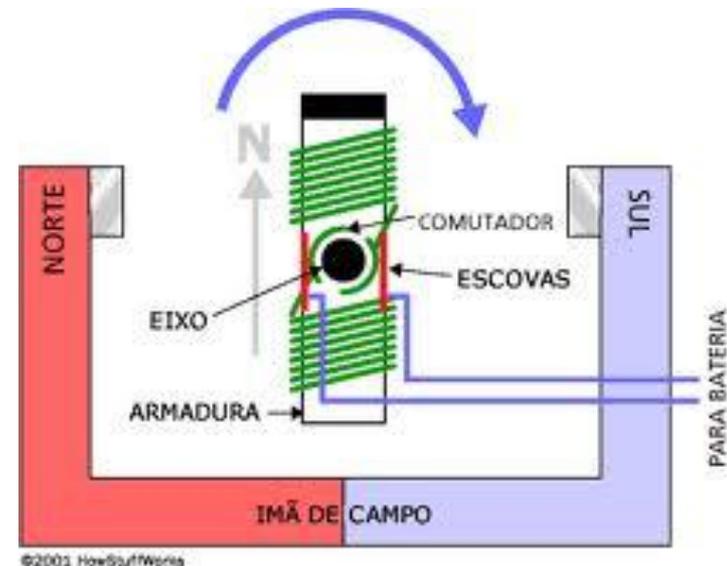
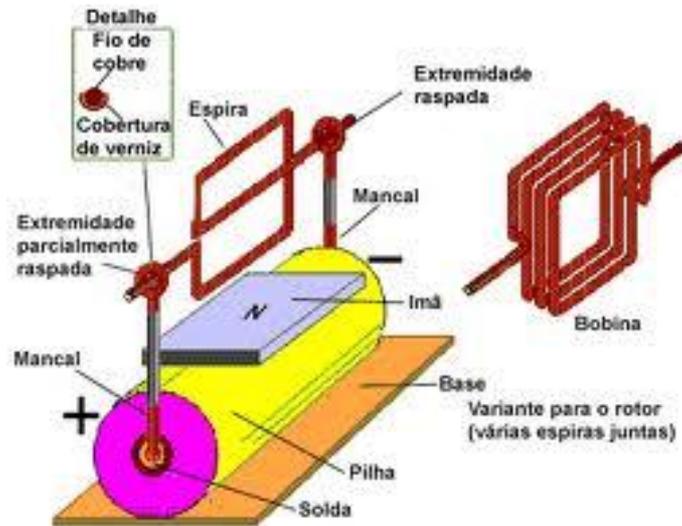
# Máquinas Elétricas



# Motor elétrico



- O eletromagnetismo é utilizado em máquinas elétricas que convertem energia elétrica em energia mecânica, por exemplo, o motor elétrico.



# Motor eléctrico

