

# Magnetismo

## e Lei de Ampère



# Magnetismo e fontes de campo magnético

## Ímãs

Os ímãs têm a propriedade de atrair objetos de ferro.

Esse fato foi observado pela primeira vez com um minério de ferro chamado magnetita.



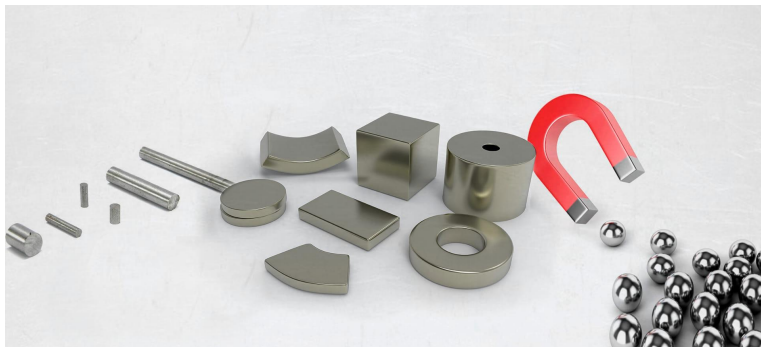
# Magnetismo e fontes de campo magnético

## Ímãs

A magnetita e os demais minerais com propriedades magnéticas encontrados na natureza são chamados de **ímãs naturais**.



Já os ímãs fabricados pelo homem são chamados de **ímãs artificiais**.



## Polos de um ímã

Considere um ímã em forma de barra em contato com fragmentos de ferro.

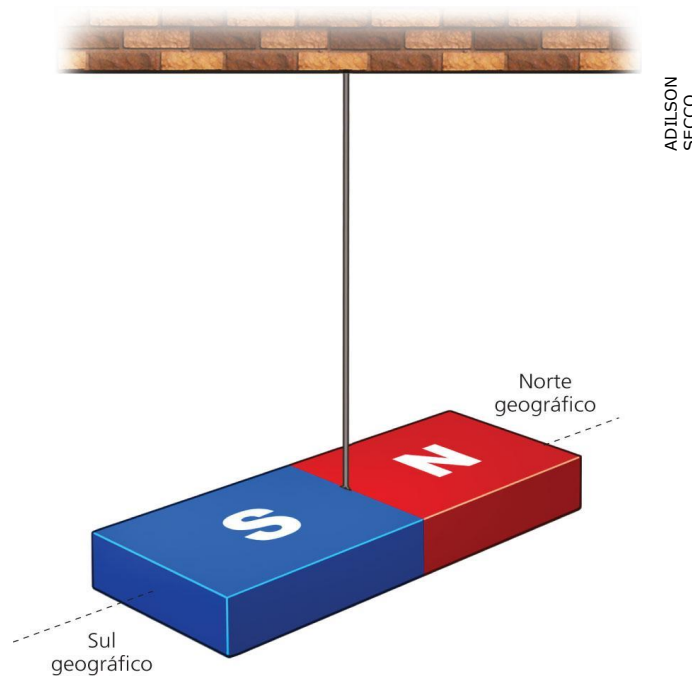
Os fragmentos aderem ao ímã mais acentuadamente nas regiões extremas, chamadas **polos do ímã**.



SCIENCEPHOTOS/ALAMY/OTHER  
IMAGES

Os fragmentos de ferro aderem às regiões extremas.

## Polos de um ímã



O ímã está suspenso pelo seu centro de gravidade orienta-se aproximadamente na direção norte-sul geográficos.

O polo voltado para o norte geográfico recebe o nome de **polo norte** do ímã.

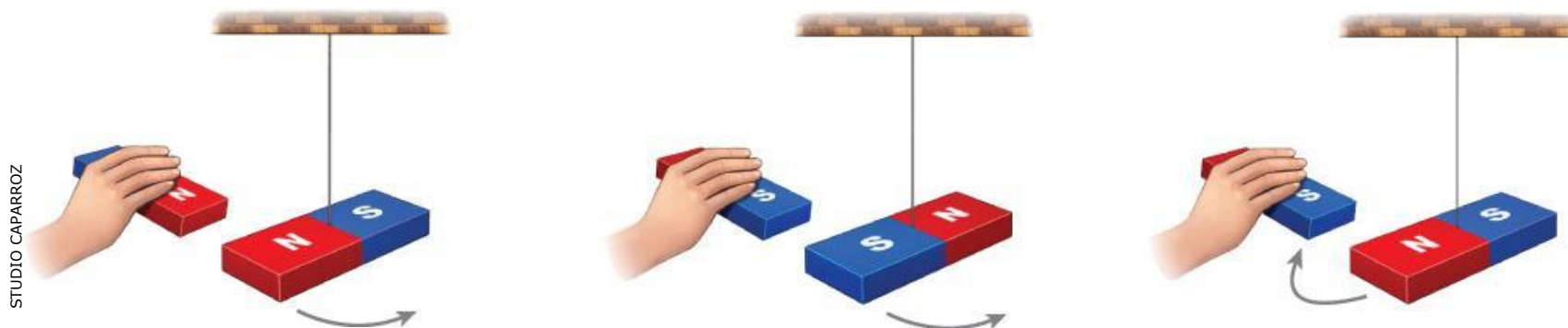
O polo voltado para o sul geográfico é o **polo sul** do ímã.

## Atração e repulsão

Quando aproximamos dois polos norte ou dois polos sul, ocorre repulsão entre eles.

Já entre um polo norte e um polo sul, ocorre atração.

Assim, podemos dizer que polos de mesmo nome se repelem e polos de nomes contrários se atraem.



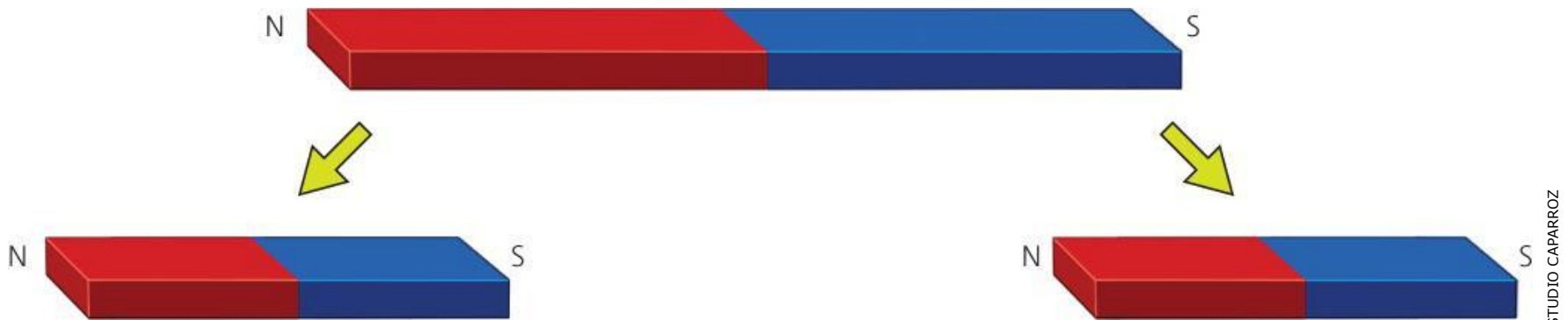
Polos de mesmo nome se repelem e polos de nome contrário se atraem.

## Inseparabilidade dos polos de um ímã

Ao partir um ímã transversalmente, é impossível obter partes com apenas um polo.

Observa-se que cada parte obtida constitui um novo ímã.

Essa propriedade é denominada **inseparabilidade dos polos de um ímã**.

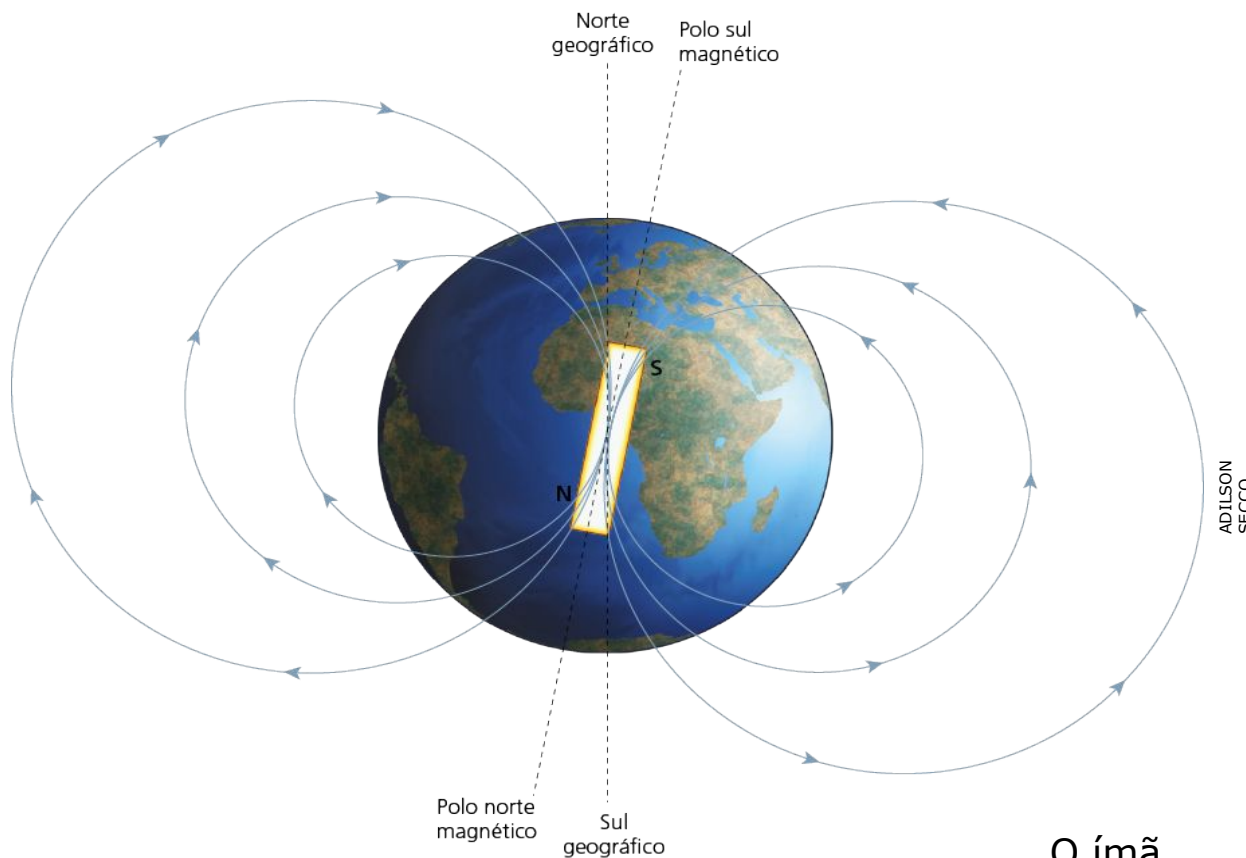


STUDIO CAPARROZ

Ao partir um ímã transversalmente, cada parte obtida constitui um novo ímã.

# Magnetismo terrestre

A Terra se comporta como um enorme ímã, com o polo magnético sul localizado nas imediações do norte geográfico e o polo magnético norte localizado nas imediações do sul geográfico.



O ímã  
Terra



## A bússola

A bússola é um instrumento usado para orientação.

Ela é constituída de um ímã em forma de losango, denominado **agulha magnética**, montado em um painel dotado de pontos cardeais.



## Campo magnético e linhas de indução

Ao ser colocada nas proximidades de um ímã, a agulha magnética de uma bússola orienta-se em uma direção que varia com a posição da bússola em relação ao ímã.

Isso significa que o ímã influencia o espaço que o envolve por meio da criação de um campo de forças em torno de si mesmo.

Esse campo é denominado **campo magnético**.



A cada ponto  $P$  do campo magnético, associamos uma grandeza vetorial denominada **vetor indução magnética** ou simplesmente **vetor campo magnético**, indicado por  $\vec{B}$  .

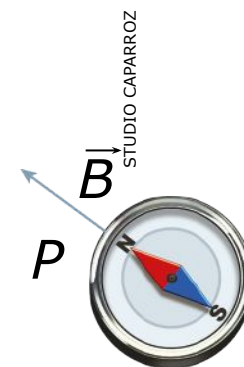


# Campo magnético e linhas de indução

O vetor campo magnético tem as seguintes características:

**Direção:** A direção de  $\vec{B}$  em  $P$  é aquela na qual se dispõe a agulha magnética.

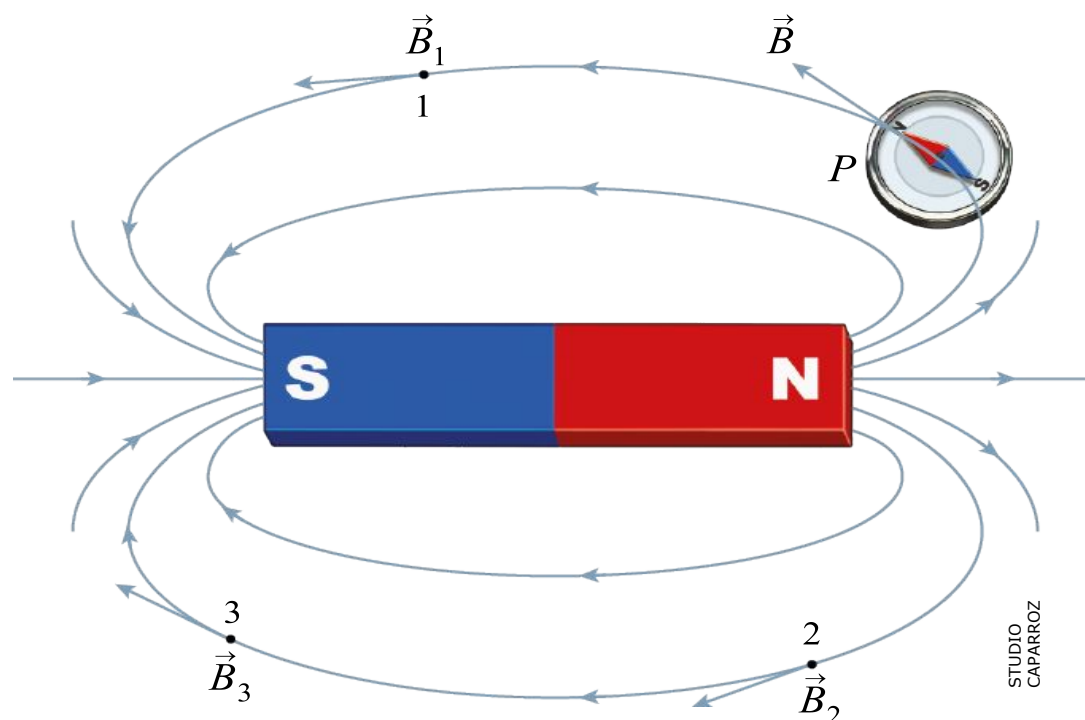
**Sentido:** O sentido de  $\vec{B}$  é aquele para o qual aponta o polo norte da agulha.



A **linha de indução** é uma linha imaginária que indica a direção e o sentido do vetor campo magnético em cada ponto do campo.

O vetor campo magnético é sempre tangente à linha de indução e tem o mesmo sentido que ela.

Observe que as linhas de indução partem do polo norte do ímã e chegam ao polo sul.

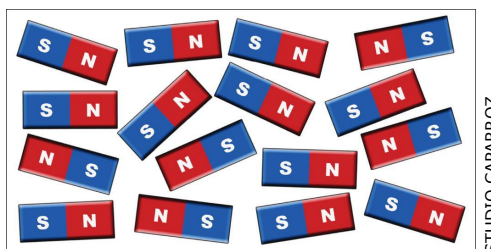


As linhas de indução não se cruzam e, nas regiões onde estão mais próximas, o campo magnético é mais intenso.

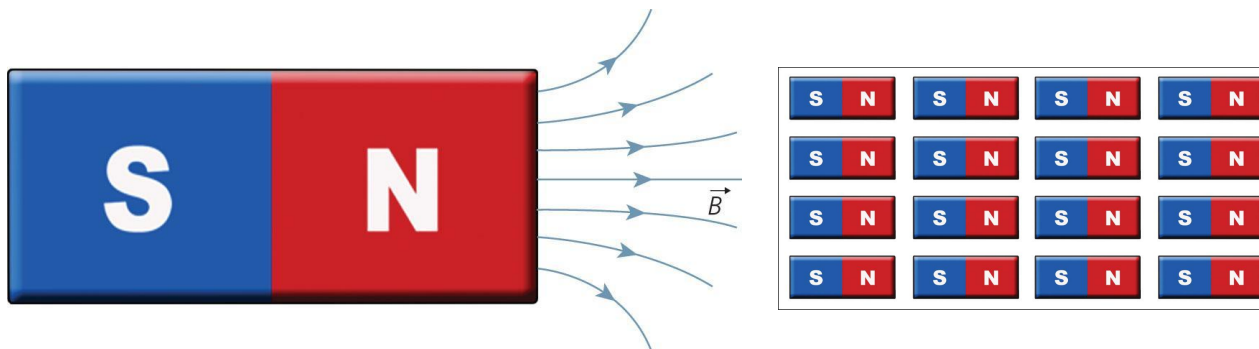
## Imantação de uma barra de ferro

Quando se aproxima uma barra de ferro de um ímã, a barra se magnetiza. Esse processo de magnetização é chamado **indução magnética**.

a) Ímãs elementares desordenados.



b) Ímãs elementares ordenados pela ação do campo magnético do ímã.

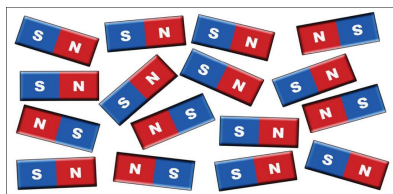


# Imantação de uma barra de ferro

Se a barra de ferro se desmagnetiza com o afastamento do ímã, dizemos que a imantação é temporária.

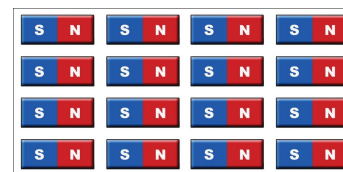
Se a imantação se mantém, dizemos que é permanente.

O ferro, o cobalto, o níquel e certas ligas metálicas, que podem ser fortemente imantadas, são denominados **substâncias ferromagnéticas**.



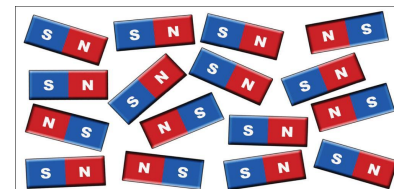
STUDIO  
CAPARROZ

Antes



Durante

Depois



STUDIO  
CAPARROZ

## Experiência de Oersted

Em 1820, o físico dinamarquês Hans Christian Oersted observou que a agulha magnética de uma bússola sofria uma deflexão ao se aproximar de um fio condutor percorrido por corrente elétrica, como se um ímã se aproximasse da agulha.

Assim, Oersted concluiu que **toda corrente elétrica origina no espaço que a envolve um campo magnético.**



# Experiência de Oersted

a)



Com a chave aberta, a agulha magnética da bússola alinha-se com o campo magnético terrestre, apontando aproximadamente para o norte geográfico.

b)



Com a chave fechada, o fio sobre a bússola é percorrido por uma corrente elétrica que cria um campo magnético ao seu redor, mudando a orientação da agulha magnética da bússola.

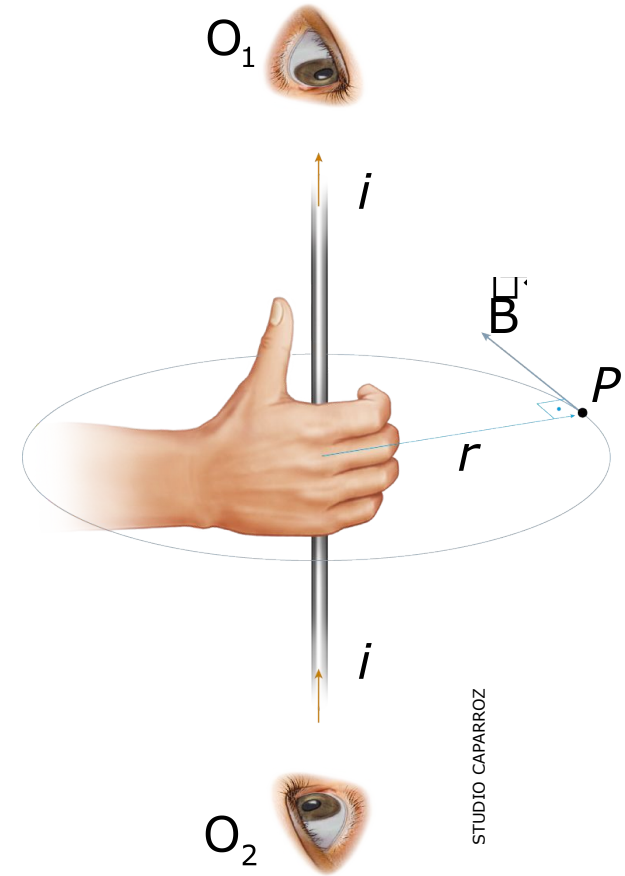
STUDIO CAPARROZ

## Campo magnético gerado por uma corrente elétrica que percorre um condutor retilíneo (Lei de Ampère)

Vejamos as características do vetor campo magnético  $\vec{B}$  num ponto  $P$  situado a uma distância  $r$  de um condutor retilíneo percorrido por corrente elétrica de intensidade  $i$ .

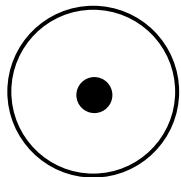
**Direção:** A direção é a da reta perpendicular ao plano definido pelo ponto  $P$  e pelo condutor.

**Sentido:** O sentido é dado pela regra da mão direita.

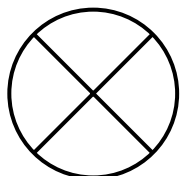


A regra da mão direita

## Simbologia



Símbolo para grandeza saindo do plano

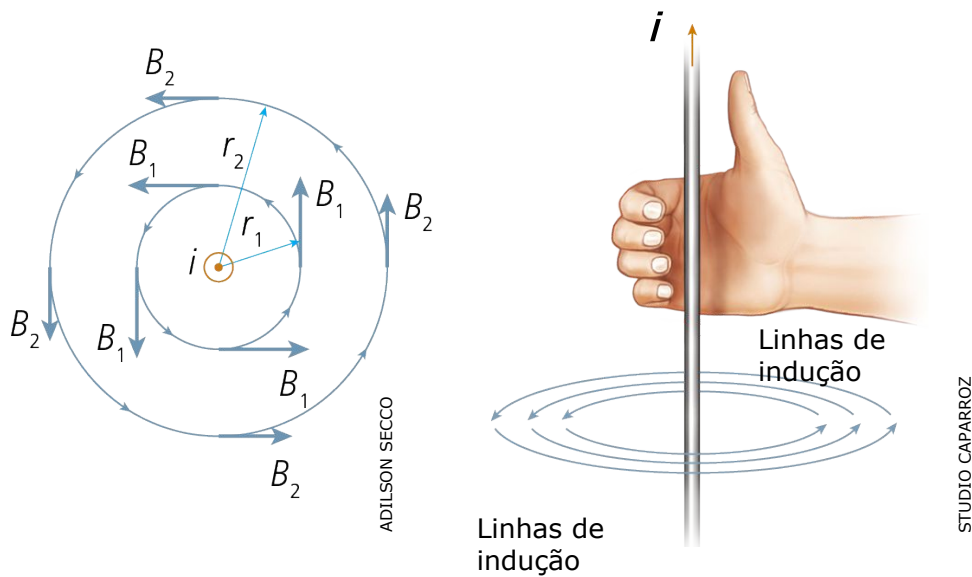


Símbolo para grandeza entrando no plano

# Campo magnético gerado por uma corrente elétrica que percorre um condutor retilíneo

As linhas de indução de um campo magnético gerado por uma corrente elétrica que percorre um condutor retilíneo são circunferências concêntricas com o condutor.

A seguir, veremos as características do vetor campo magnético  $\vec{B}$  no centro  $O$  de uma espira circular de raio  $R$  percorrida por corrente elétrica de intensidade  $i$ .



## Campo magnético gerado por uma corrente elétrica que percorre um condutor retilíneo

Intensidade:  $B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i}{r}$

Unidades no SI:

B	tesla (T)
i	ampère (A)
r	metro (m)
$\mu$	$\frac{T \cdot m}{A}$

Permeabilidade magnética do vácuo:  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$

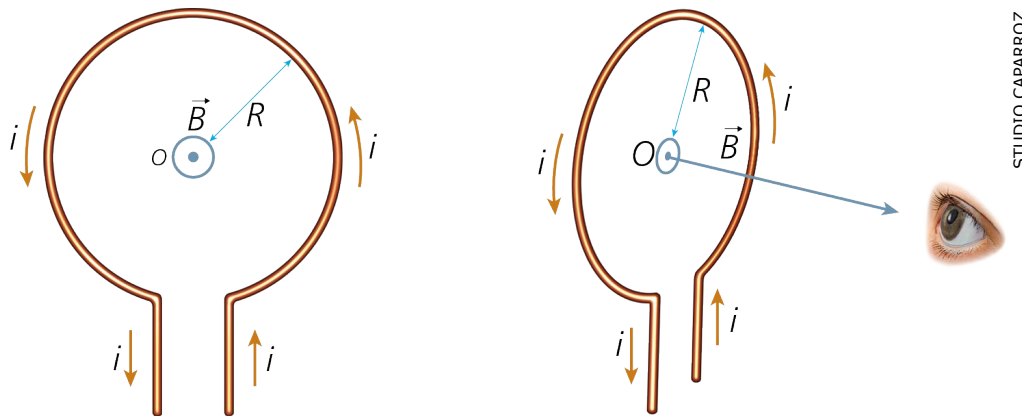
# Campo magnético no centro de uma espira circular percorrida por corrente elétrica

**Direção:** A direção é a da reta perpendicular ao plano da espira.

**Sentido:** O sentido é dado pela regra da mão direita.

**Intensidade:**

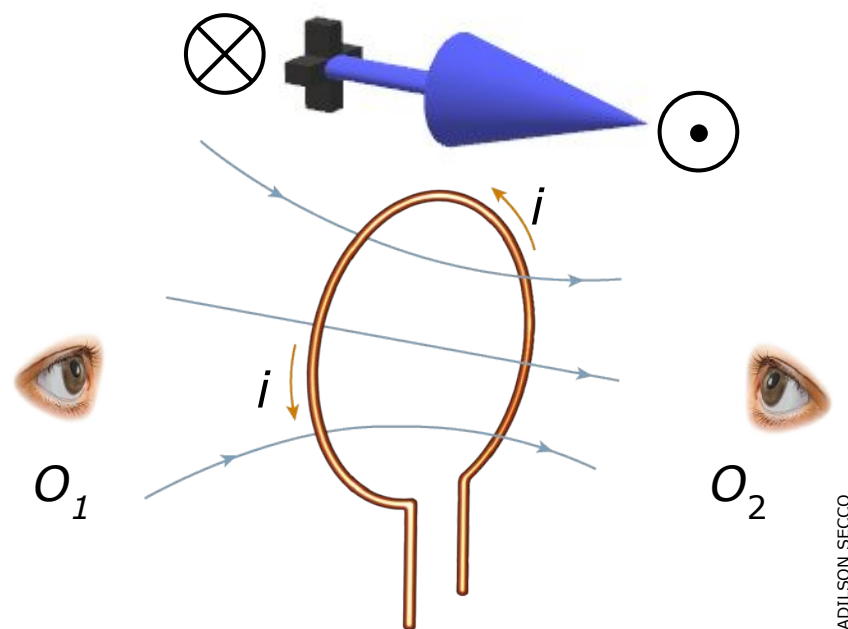
$$B = \frac{\mu_0}{2} \cdot \frac{i}{R}$$



Vista de frente e em perspectiva.

## Campo magnético no centro de uma espira circular percorrida por corrente elétrica

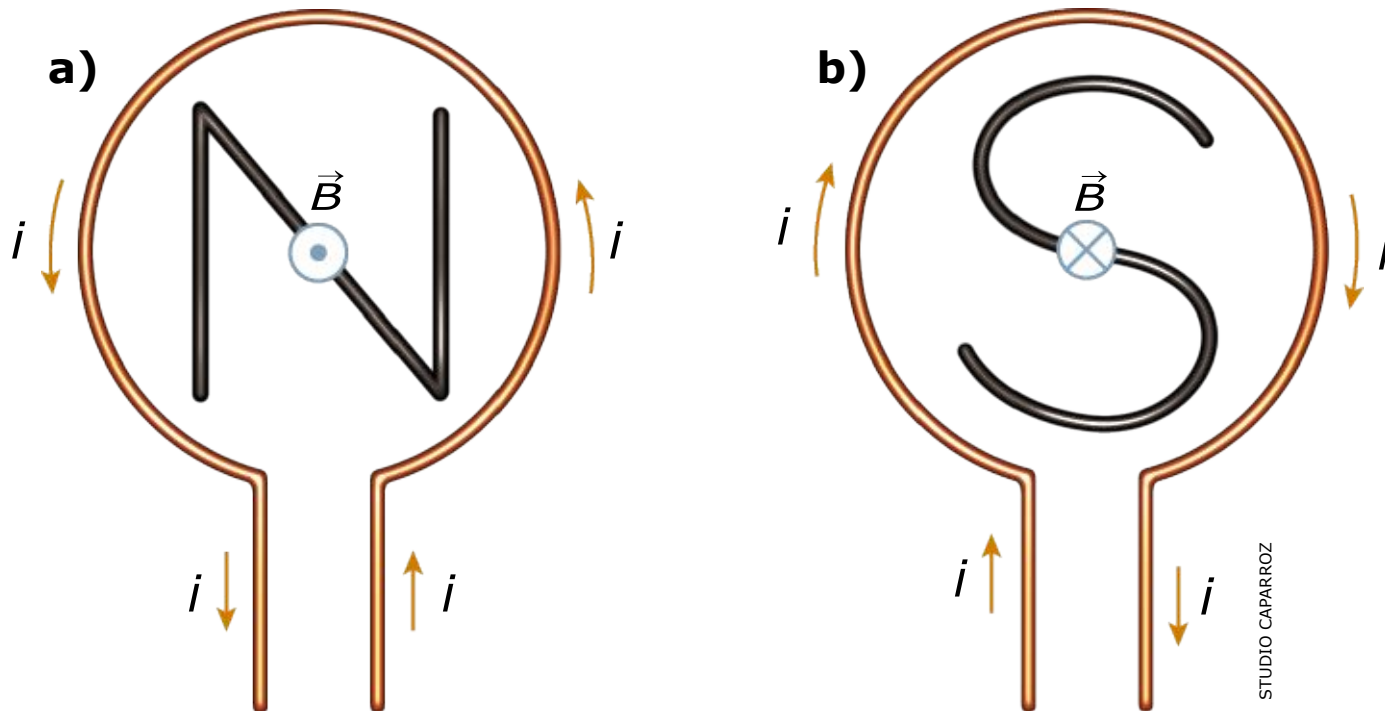
As linhas de indução de um campo magnético gerado por uma corrente elétrica que percorre uma espira circular partem de uma face da espira (vista pelo observador  $O_2$ ) e chegam à outra (vista pelo observador  $O_1$ ).



ADILSON SECCO

## Campo magnético no centro de uma espira circular percorrida por corrente elétrica

O polo norte da espira é a face da qual partem as linhas de indução e o polo sul é a face pela qual entram as linhas de indução.



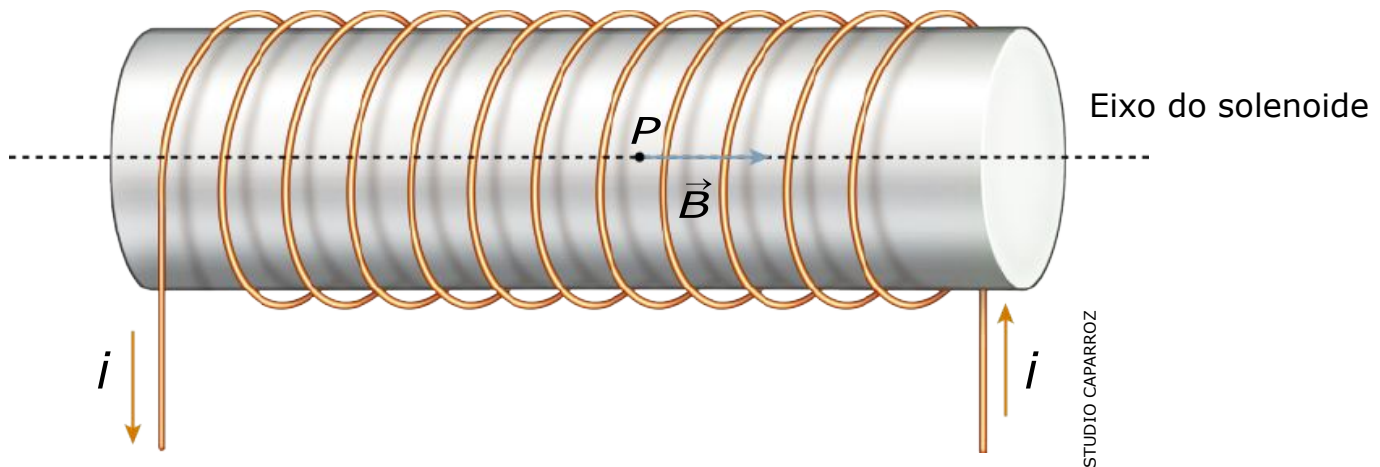
**a)** Polo norte: corrente elétrica tem sentido anti-horário.

**b)** Polo sul: corrente elétrica tem sentido horário.



## Campo magnético no interior de um solenoide percorrido por corrente elétrica

A seguir, veremos as características do vetor campo magnético  $\vec{B}$  num ponto qualquer no interior de um solenoide percorrido por corrente elétrica de intensidade  $i$ :



**Direção:** A direção é a do eixo do solenoide.

**Sentido:** O sentido é dado pela regra da mão direita.

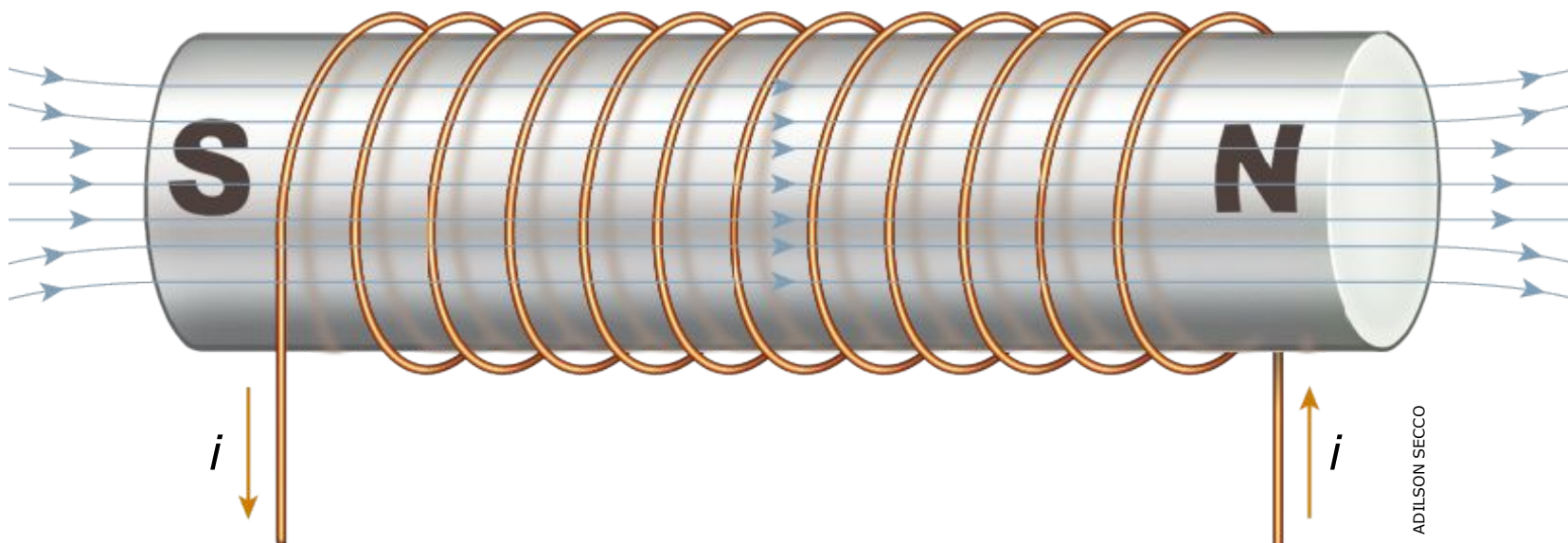
**Intensidade:**

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N}{L} \cdot i$$

No interior de um solenoide, o campo magnético é uniforme.

Portanto, as linhas de indução em seu interior são retas paralelas igualmente orientadas e igualmente espaçadas.

O polo norte do solenoide é a extremidade de onde partem as linhas de indução e o polo sul é a extremidade por onde entram as linhas de indução.



No interior de um solenoide, o campo magnético é uniforme.