

Sumário

Introdução	5
Magnetismo	6
Magnetismo natural - ímãs	6
Ímãs artificiais	6
Pólos magnéticos de um ímã	7
Origem do magnetismo	8
Inseparabilidade dos pólos	10
Interação entre ímãs	10
Campo magnético - linha de força	11
Orientação das linhas de força	13
Eletromagnetismo	14
Campo magnético em um condutor	14
Regra da mão direita	15
Campo magnético em uma bobina	17
Bobinas com núcleo	18
Diamagnéticos	20
Paramagnéticos	20
Ferromagnéticos	21
Magnetismo remanescente	21
Apêndice	23
Questionário	23
Bibliografias	23



Espaço SENAI

Missão do Sistema *SENAI*

Contribuir para o fortalecimento da indústria e o desenvolvimento pleno e sustentável do País, promovendo a educação para o trabalho e a cidadania, a assistência técnica e tecnológica, a produção e disseminação de informação e a adequação, geração e difusão de tecnologia.

A busca constantes da qualidade e a preocupação com o atendimento ao cliente estão presentes nas ações do *SENAI*.

Introdução

O magnetismo impressionou o homem desde a antigüidade, quando foi percebido pela primeira vez.

Instigava a curiosidade dos homens saber por que a **magnetita** atraía certos materiais.

Muitos cientistas e curiosos dedicaram anos de suas vidas ao estudo do magnetismo até que o fenômeno fosse completamente conhecido e pudesse ser aplicado proveitosamente.

Este fascículo, que tratará do magnetismo natural e do produzido por corrente elétrica, visa a levar ao leitor o conhecimento da origem e das características do magnetismo e dos ímãs.

Magnetismo

O magnetismo é uma propriedade que certos materiais possuem que faz com que esses materiais exerçam uma atração sobre materiais ferrosos.

As propriedades dos corpos magnéticos são grandemente utilizadas em eletricidade (motores, geradores etc.) e eletrônica (instrumentos de medição, transmissão de sinais etc.).

MAGNETISMO NATURAL - ÍMÃS

Alguns materiais encontrados na natureza apresentam propriedades magnéticas naturais. Esses materiais são denominados de ímãs naturais.



Ímãs naturais são materiais que apresentam propriedades magnéticas naturais.

A magnetita é um minério de ferro que é naturalmente magnético, ou seja, é um ímã natural.

ÍMÃS ARTIFICIAIS

Os ímãs artificiais são barras de materiais ferrosos que o homem magnetiza por processos artificiais.

Os ímãs artificiais são muito empregados porque podem ser fabricados com os mais diversos formatos, de forma a atender as necessidades práticas. A **Fig.1** mostra alguns exemplos.

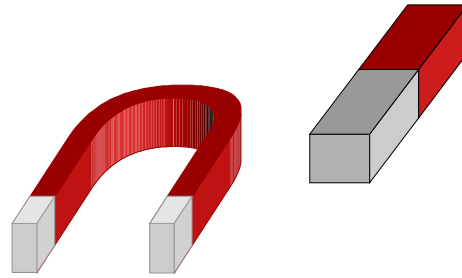


Fig.1 Exemplos de formas de ímãs artificiais.

Os ímãs artificiais em geral têm propriedades magnéticas mais intensas que os naturais.

PÓLOS MAGNÉTICOS DE UM ÍMÃ

Externamente, as forças de atração magnéticas de um ímã se manifestam com maior intensidade nas suas extremidades.

Por essa razão as extremidades são denominadas de **pólos magnéticos do ímã**, como ilustrado na Fig.2.

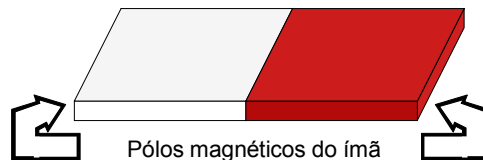



Fig.2 Pólos magnéticos de um ímã.

 *Os pólos magnéticos são as regiões extremas do ímã onde as forças de atração magnéticas se manifestam com maior intensidade.*

Cada um dos pólos apresenta propriedades magnéticas específicas, sendo denominados de **pólo sul** e **pólo norte**.

 *Os pólos do ímã são denominados de pólo norte e pólo sul.*

Uma vez que as forças de atração magnéticas dos ímãs são mais concentradas nos pólos, conclui-se que a intensidade dessas propriedades decresce para o centro do ímã.

Na região central do ímã, estabelece-se uma linha onde as forças de atração magnéticas do pólo sul e do pólo norte são iguais e se anulam.

Esta linha é denominada **neutra**. A linha neutra é, portanto, a linha divisória entre os pólos do ímã, como ilustrado na **Fig.3**.

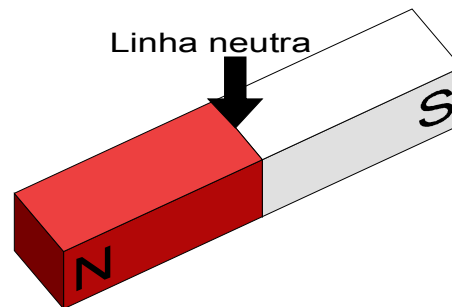


Fig.3 Linha neutra de um ímã.

ORIGEM DO MAGNETISMO

O magnetismo tem sua origem na organização atômica dos materiais. Cada molécula de um material é um pequeno ímã natural, denominado de ímã molecular ou domínio, como mostrado na **Fig.4**.

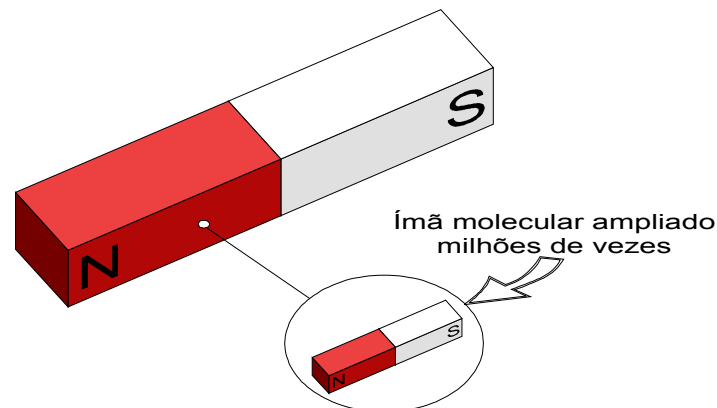


Fig.4 Ímã molecular.

Quando durante a formação de um material, as moléculas se orientam em sentidos diversos e com isso os efeitos magnéticos dos ímãs moleculares se anulam no todo do material, resulta em um material sem magnetismo natural, como ilustrado na **Fig.5**.

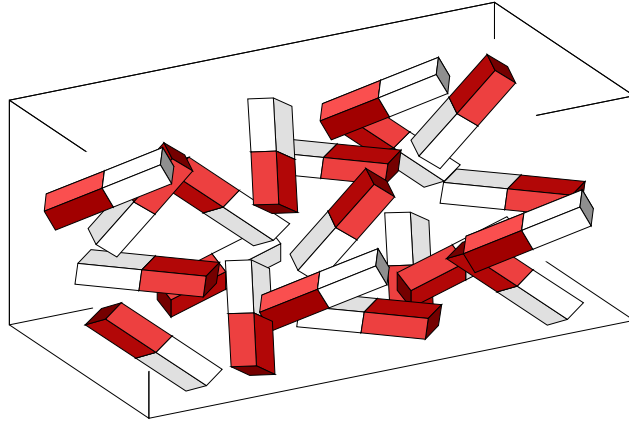


Fig.5 Material sem magnetismo natural.

Se, durante a formação do material, as moléculas assumirem uma orientação única (ou predominante), os efeitos magnéticos de cada ímã molecular se somam dando origem a um ímã com propriedades magnéticas naturais, como mostrado na **Fig.6**.

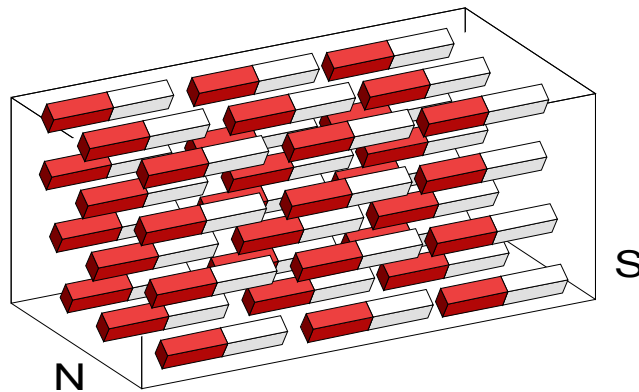


Fig.6 Material com magnetismo natural.



Na fabricação de ímãs artificiais, as moléculas de um material (desordenado) sofrem um processo de orientação a partir de forças externas.

INSEPARABILIDADE DOS PÓLOS

Os ímãs têm uma propriedade característica: por mais que se divida um ímã em partes menores, as partes sempre terão um pólo norte e um pólo sul, como pode ser visto na **Fig.7**.

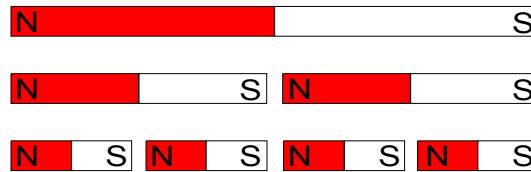


Fig.7 Inseparabilidade dos pólos.

Esta propriedade é denominada de **inseparabilidade dos pólos**.



Inseparabilidade dos pólos é a propriedade do ímã de ser dividido em partes até a condição de ímã molecular, tornando-se impossível isolar um pólo norte ou pólo sul.

INTERAÇÃO ENTRE ÍMÃS

Quando os pólos magnéticos de dois ímãs estão próximos, as forças magnéticas dos ímãs reagem entre si de forma singular.

Se os dois pólos magnéticos próximos forem diferentes (norte de um com o sul do outro) há uma atração entre os dois ímãs. Se os dois pólos próximos forem iguais (norte de um próximo ao norte do outro) há uma repulsão entre os dois ímãs. Esses efeitos podem ser vistos na **Fig.8**.

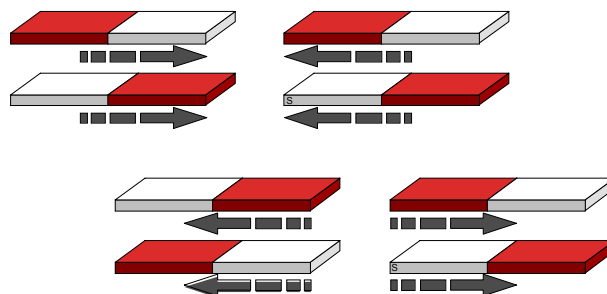


Fig.8 Interação entre os ímãs.



Pólos magnéticos iguais se repelem. Pólos magnéticos diferentes se atraem.

CAMPO MAGNÉTICO - LINHA DE FORÇA

Os efeitos de atração ou repulsão entre dois ímãs ou de atração de um ímã sobre os materiais ferrosos se devem à existência de um campo magnético que provém do ímã.

O espaço ao redor do ímã em que existe atuação das forças magnéticas é denominado de **campo magnético**.

Como artifício para estudar esse campo magnético, admite-se a existência de **linhas de força** magnéticas ao redor do ímã.

As linhas de força magnéticas de um ímã são invisíveis e somente podem ser constatadas com o auxílio de um **recurso**.

Colocando-se um ímã embaixo de uma lâmina de vidro e espelhando (borrifando) limalha de ferro sobre o vidro, as limalhas se orientam conforme as linhas de força magnéticas, como ilustrado na **Fig.9**.

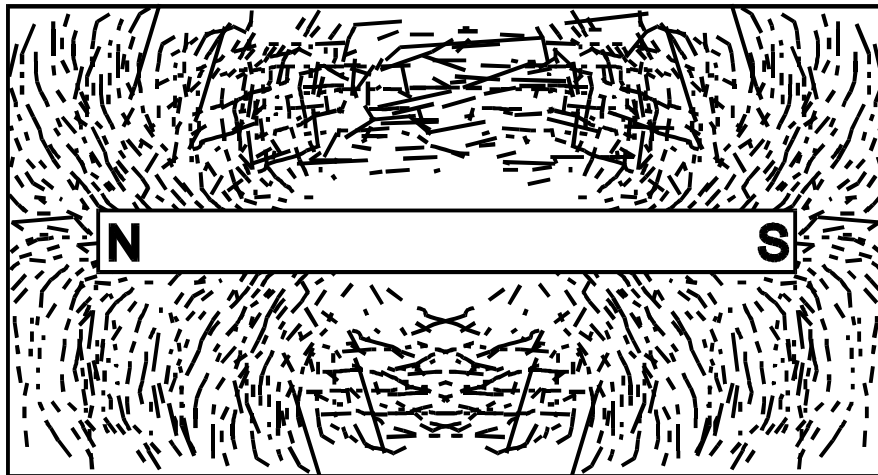


Fig.9 Linhas de força magnéticas.

O formato característico das limalhas sobre o vidro, denominado de espectro magnético, é apresentado na **Fig.10**.

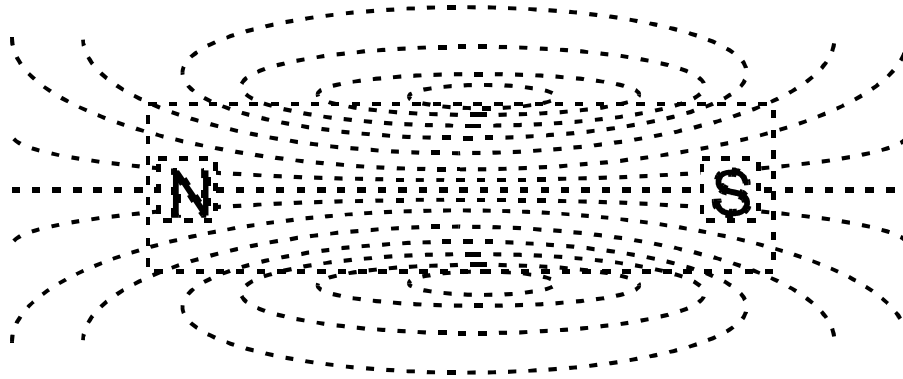


Fig.10 Espectro magnético.

Essa experiência mostra também uma maior concentração de limalhas na região dos pólos do ímã devido à maior intensidade de magnetismo nas regiões polares.

A maior intensidade do magnetismo deve-se ao fato de que a maioria das linhas de forças magnéticas se concentra nas extremidades, passando através da seção transversal nos pólos, como pode ser visto na **Fig.11**.

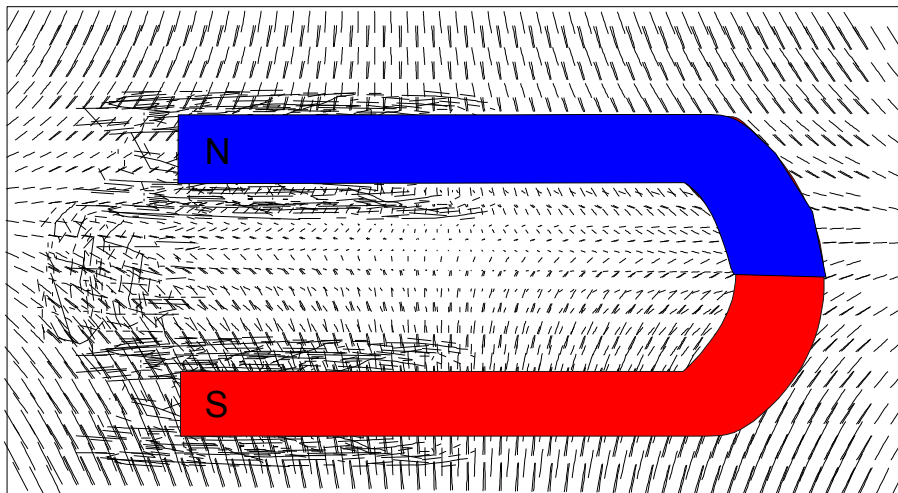


Fig.11 Regiões de maior intensidade magnética.



A maior intensidade do magnetismo nos pólos do ímã se deve a concentração das linhas de força que ocorre nestas regiões.

ORIENTAÇÃO DAS LINHAS DE FORÇA

Com o objetivo de padronizar os estudos relativos ao magnetismo e às linhas de força, estabeleceu-se como convenção que as linhas de força de um campo magnético se dirigem do pólo norte para o pólo sul, como ilustrado na Fig.12.

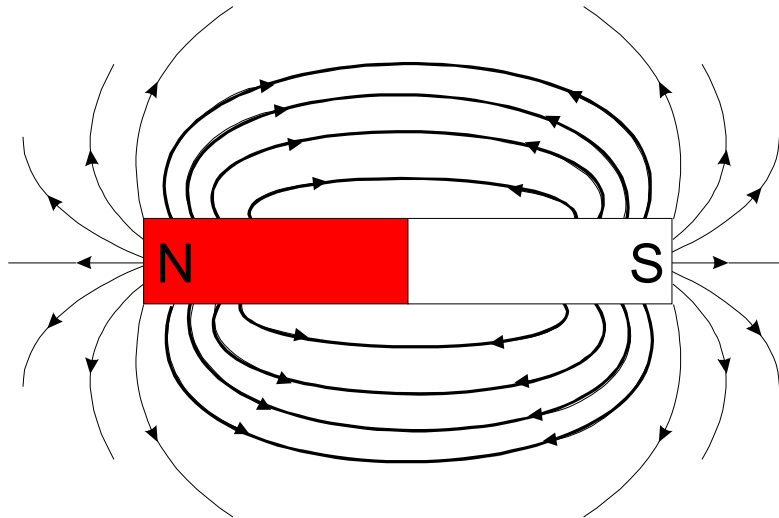


Fig.12 Convenção do sentido das linhas de força.



Sentido das linhas de força por convenção: do pólo norte para o pólo sul.

Esta convenção se aplica às linhas de força externas ao ímã.

ELETROMAGNETISMO

A denominação eletromagnetismo se aplica a todo o fenômeno magnético que tenha origem em uma corrente elétrica.



Eletromagnetismo: fenômeno magnético provocado pela circulação de uma corrente elétrica.

CAMPO MAGNÉTICO EM UM CONDUTOR

Quando um condutor é percorrido por uma corrente elétrica, ocorre uma orientação no movimento das partículas no seu interior.

Essa orientação do movimento das partículas tem um efeito semelhante à orientação dos ímãs moleculares.

Como consequência dessa orientação, verifica-se o surgimento de um campo magnético ao redor do condutor, como pode ser visto na **Fig.13**.

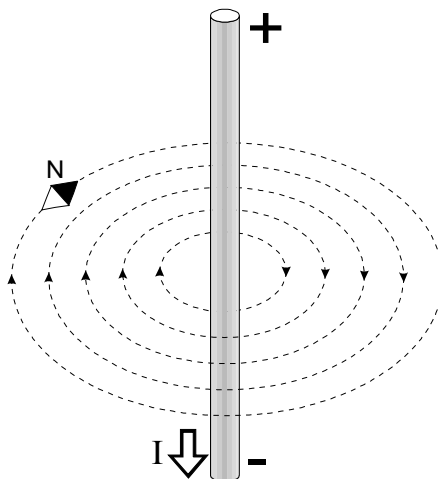


Fig.13 Campo criado pela passagem de uma corrente no condutor.

As linhas de força desse campo magnético, criado pela corrente elétrica que passa por um condutor, são circunferências concêntricas num plano perpendicular ao condutor.



A circulação de corrente em um condutor dá origem a um campo magnético ao seu redor.

O sentido de deslocamento das linhas de força é dado pela **regra de mão direita**, para o **sentido convencional da corrente elétrica**.

REGRA DA MÃO DIREITA

Envolvendo o condutor com os quatro dedos da mão direita de forma que o dedo polegar indique o sentido da corrente (convencional), o sentido das linhas de força será o mesmo dos dedos que envolvem o condutor.

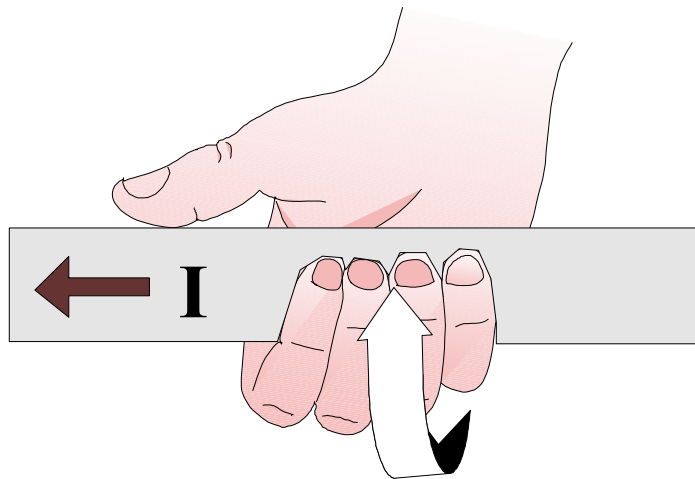


Fig.14 Regra da mão direita.

Pode-se também utilizar a **regra do saca-rolha** como forma de definir o sentido das linhas de força.

O sentido das linhas de força é dado pelo movimento do cabo de um saca-rolha, cuja ponta avança no condutor no mesmo sentido da corrente (convencional), como ilustrado na **Fig.15**.

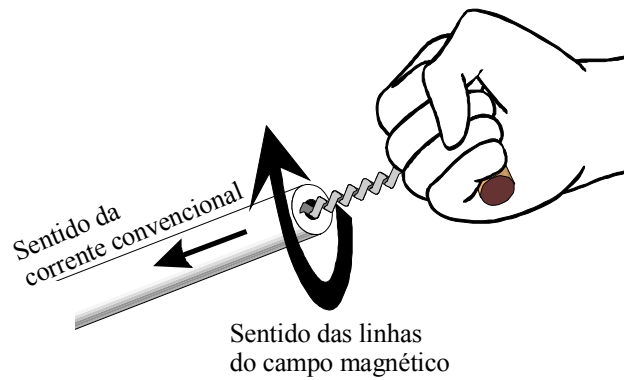


Fig.15 Regra do saca rolha.

A intensidade do campo magnético ao redor depende da intensidade da corrente que flui no condutor, como pode ser visto na **Fig.16**.

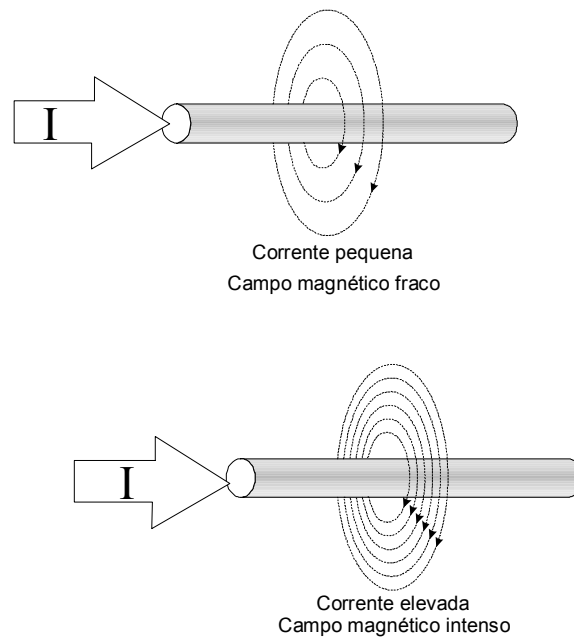


Fig.16 Relação entre intensidade de campo magnético e corrente.



A intensidade do campo magnético ao redor de um condutor é diretamente proporcional à corrente que circula nesse condutor.

CAMPO MAGNÉTICO EM UMA BOBINA

Para obter campos magnéticos de maior intensidade a partir da corrente elétrica, usa-se enrolar o condutor em forma de espirais, constituindo uma bobina. A Fig.17 mostra uma bobina e o seu símbolo.

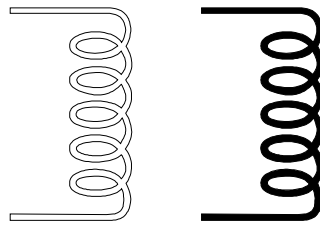


Fig.17 Bobina e seu símbolo.

As bobinas permitem uma soma dos efeitos magnéticos gerados em cada uma das **espiras**.



Enrolando-se um condutor em forma de espiras, constrói-se uma bobina. Esta permite a soma dos efeitos magnéticos no condutor.

A Fig.18 mostra uma bobina constituída por várias espiras, ilustrando o efeito resultante da soma dos efeitos individuais.

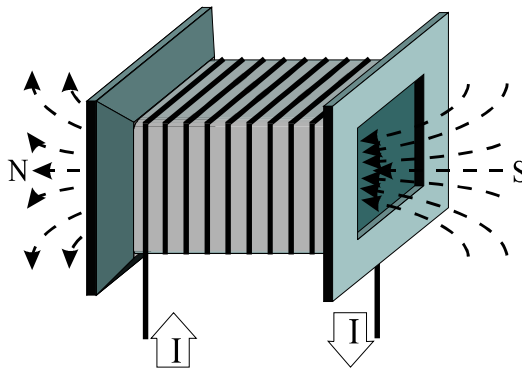


Fig.18 Bobina de várias espiras.

Os pólos magnéticos formados pelo campo magnético têm características semelhantes àquelas dos pólos de um ímã natural.

A intensidade do campo magnético em uma bobina depende diretamente da intensidade da corrente e do número de espiras, como pode ser visto na Fig.19.

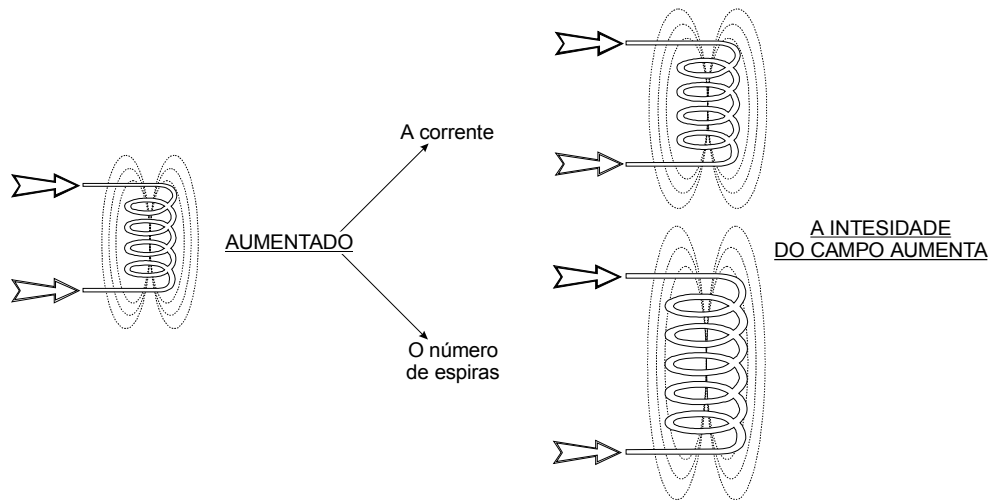


Fig.19 Relação entre intensidade de campo a corrente e o número de espiras.

BOBINAS COM NÚCLEO

O núcleo é a parte central das bobinas. Quando nenhum material é colocado no interior da bobina, diz-se que o núcleo é de ar.

Para obter uma maior intensidade de campo magnético a partir de uma mesma bobina, pode-se utilizar o recurso de colocar um material ferroso (ferro, aço etc.) no interior da bobina.

Nesse caso, o conjunto bobina - núcleo de ferro ilustrado na Fig.20 recebe a denominação de eletroímã.

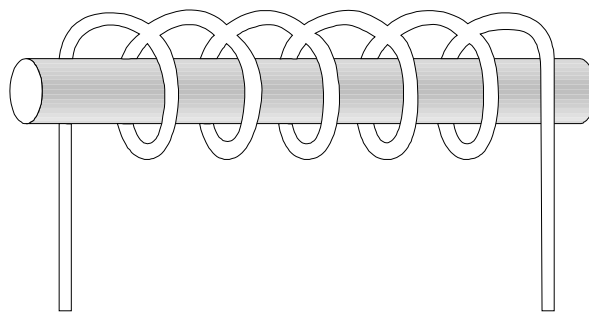


Fig.20 Eletroímã.

A maior intensidade do campo magnético nos eletroímãs se deve ao fato de que os materiais ferrosos provocam uma concentração das linhas de força.

A colocação de um núcleo de material ferroso no interior de uma bobina provoca uma intensificação no seu campo magnético.

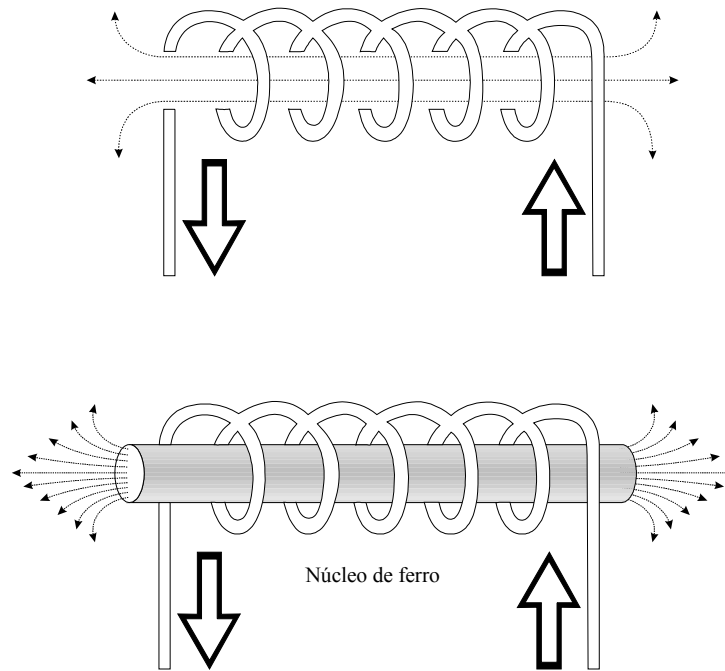


Fig.21 Influência do núcleo de ferro.

Quando uma bobina tem núcleo de material ferroso seu símbolo expressa essa condição, como ilustrado na **Fig.22**.

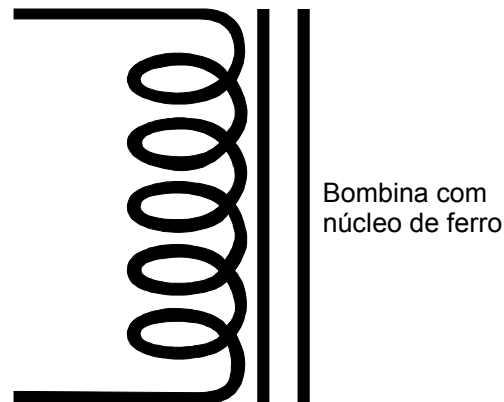


Fig.22 Símbolo de uma bobina com núcleo de ferro.

A capacidade de um material de concentrar as linhas de força é expressa pela **permeabilidade magnética** e é representada pela letra grega μ (μ).

De acordo com a permeabilidade magnética, os materiais podem ser classificados como: diamagnéticos, paramagnéticos e ferromagnéticos.

DIAMAGNÉTICOS

Permeabilidade pequena (menor que 1) e negativa. Estes materiais promovem uma dispersão do campo magnético, como ilustrado na **Fig.23**.

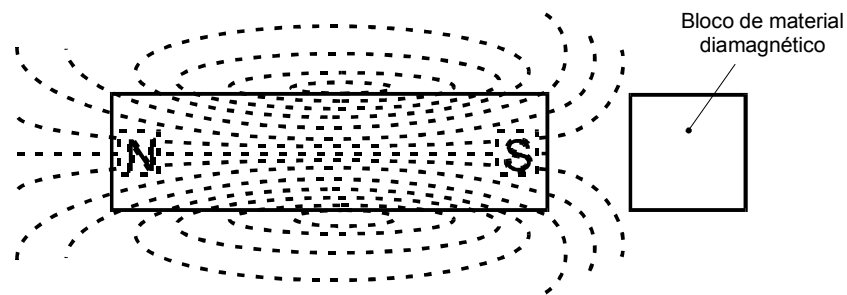


Fig.23 Materiais diamagnéticos.

São exemplos de materiais diamagnéticos o cobre e o ouro.

PARAMAGNÉTICOS

Permeabilidade em torno da unidade. São materiais que praticamente não alteram o campo magnético (não dispersam nem concentram as linhas de força), como pode ser visto na **Fig.24**.

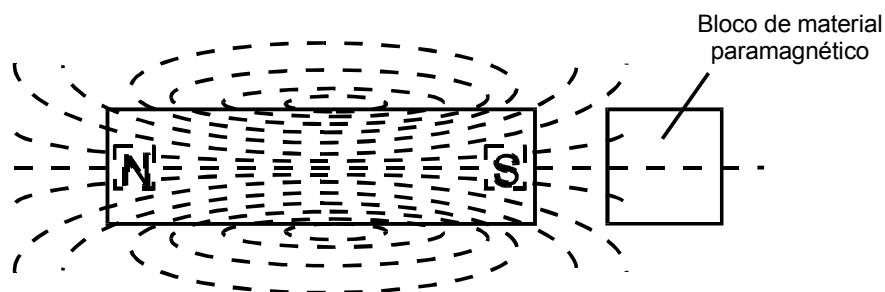


Fig.24 Materiais paramagnéticos.

São exemplos de materiais paramagnéticos o ar e o alumínio.

FERROMAGNÉTICOS

São materiais com alta permeabilidade. Se caracterizam por promoverem uma concentração das linhas magnéticas, como mostrado na **Fig.25**.

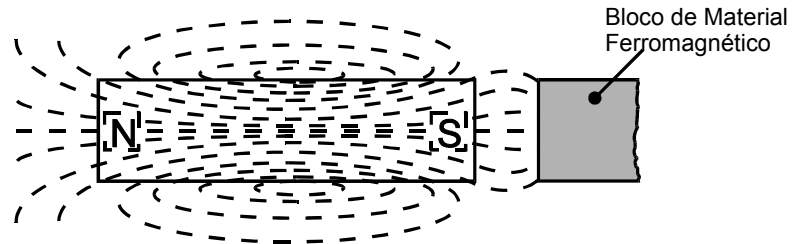


Fig.25 Materiais ferromagnéticos.

Os materiais ferromagnéticos são atraídos pelos campos magnéticos.

MAGNETISMO REMANESCENTE

Quando se coloca um núcleo de ferro em uma bobina na qual circula uma corrente elétrica, o núcleo se torna imantado porque as suas moléculas se orientam conforme as linhas de força criadas pela bobina. Este fenômeno pode ser visto na **Fig.26**.

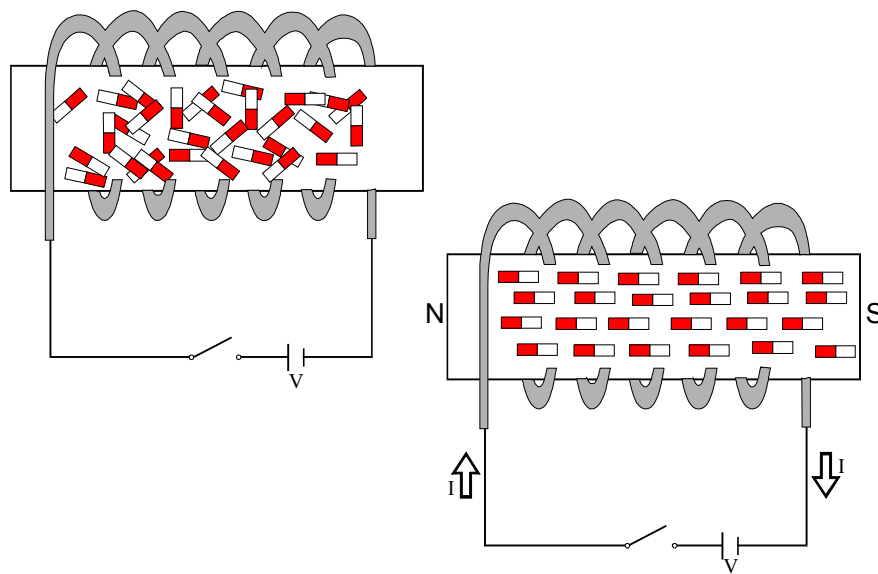


Fig.26 Imantação do núcleo de uma bobina.

Cessada a passagem da corrente, alguns ímãs moleculares permanecem na posição de orientação anterior, fazendo com que o núcleo permaneça ligeiramente imantado. Essa pequena imantação é denominada de **magnetismo remanescente ou residual**, como ilustrado na **Fig.27**.

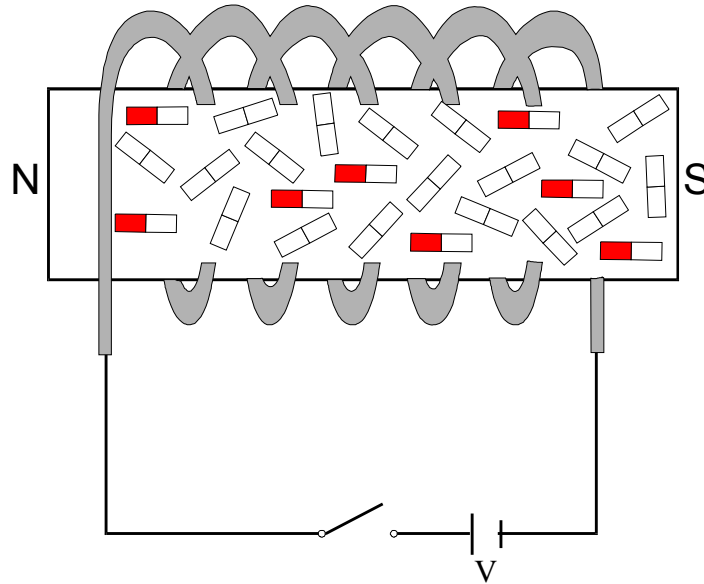


Fig.27 Magnetismo residual.

O magnetismo residual é importantíssimo, principalmente para os geradores de energia elétrica. Esse tipo de ímã é denominado de ímã temporário.

Apêndice

QUESTIONÁRIO

1. O que são ímãs naturais ?
2. O que se entende por pólos magnéticos e como se denominam ?
3. O que afirma a propriedade da inseparabilidade dos pólos ?
4. Como se comportam os pólos magnéticos iguais ?
5. Como a circulação de uma corrente em um condutor origina um campo magnético ?

BIBLIOGRAFIAS

- LANG, JOHANNES. O campo magnético: EP 04 Das magnetische Feld Trad. e adapt. pelo Setor de Divulgação Tecnológica, Siemens. 2.^a ed., São Paulo, Siemens/Edgard Blücher, 1977, 67p.
- SENAI/DN. Magnetismo. Rio de Janeiro, Divisão de Ensino e Treinamento, 1980, 49p. (Módulo Instrucional - Eletricidade; Eletrotécnica, 11).
- SENAI/DN. Eletromagnetismo. Rio de Janeiro, Divisão de Ensino e Treinamento, 1980, 69p. (Módulo Instrucional - Eletricidade; Eletrotécnica, 12).