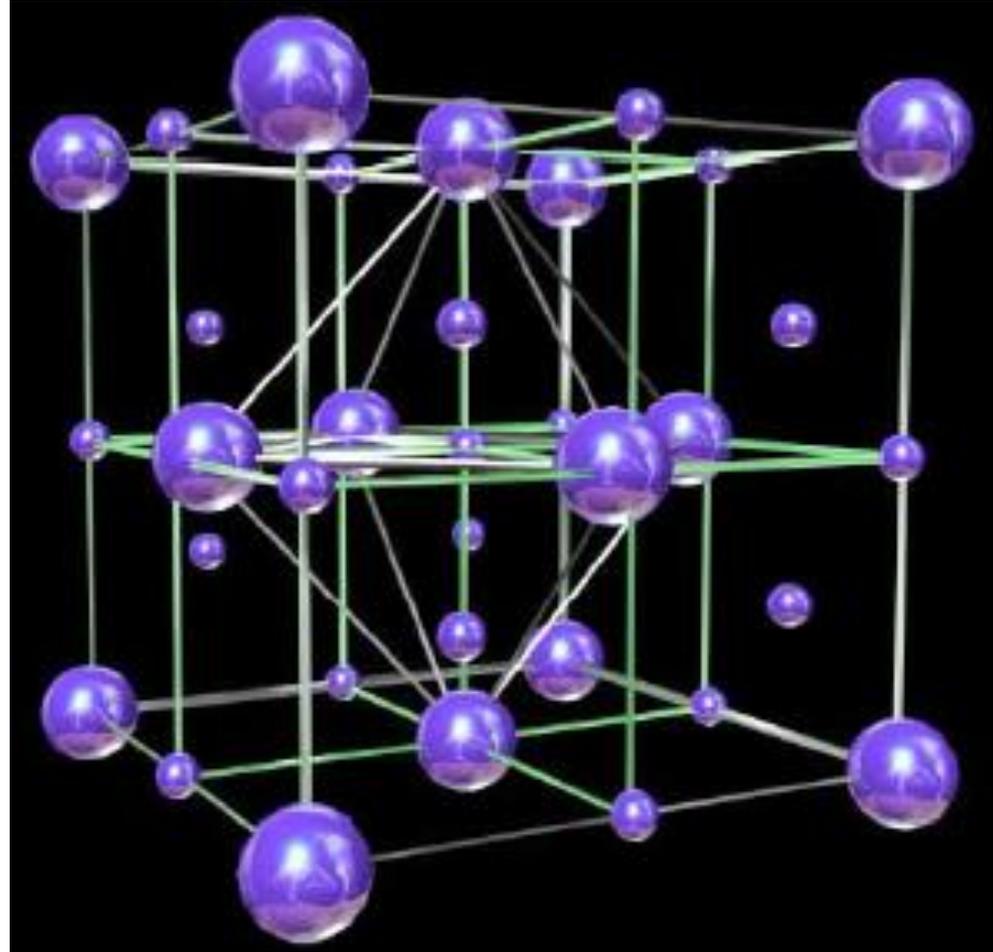




TRATAMENTO TÉRMICO

Tecnologia Materiais

Antes de falarmos sobre
tratamento térmico, devemos
conhecer estruturas
crystalinas



Estrutura Cristalina

O que é uma Estrutura Cristalina?

É a maneira segundo a qual os átomos, íons ou moléculas estão arranjadas.

Vamos ver.....

Estrutura Cristalina

O aço se compõe de um aglomerado compacto de átomos arranjados ordenadamente.



Estrutura Cristalina

A esse conjunto de átomos, que ocupam posições fixas e formam uma estrutura, denominamos **célula unitária**.



Estrutura Cristalina

Durante o resfriamento do aço os átomos que compõem o aço vão se agrupando, à medida que a temperatura diminui.

Nesse processo de agrupamento, os átomos vão se organizando de modo a assumir posições definidas e ordenadas, formando figuras geométricas tridimensionais que se repetem.

Estrutura Cristalina

Como as células unitárias são tridimensionais, quando se juntam formam um contorno de agregado de cristais irregulares

Esses cristais , formados por milhares de células unitárias.



Estrutura Cristalina

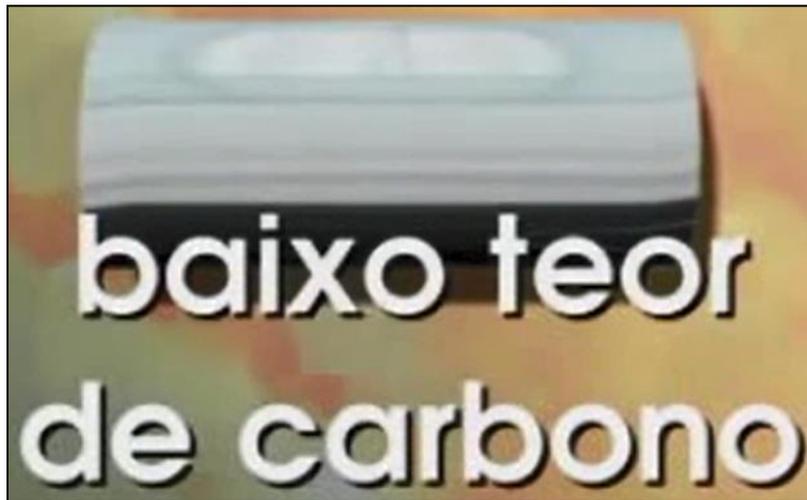
Durante o processo de solidificação as células unitárias vão se multiplicando,

formando uma **rede cristalina**



Estrutura Cristalina

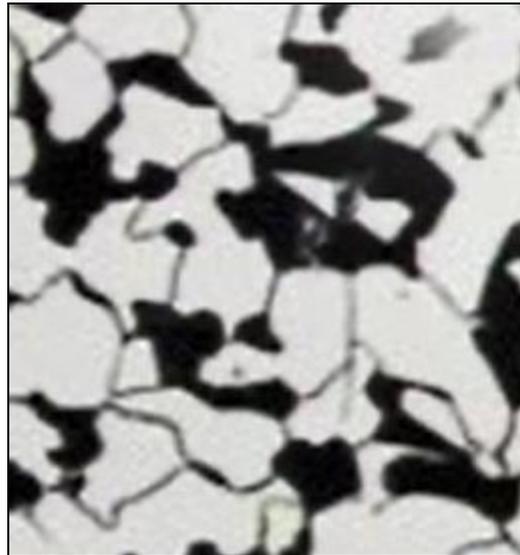
Podemos ver, com nossos próprios olhos, esses grãos , basta pegarmos uma peça metálica com superfície bem polida e atacada quimicamente e um bom microscópio



Estrutura Cristalina

Temos regiões mais claras e regiões mais escuras, todas com contornos muito bem definidos.

Cada área clara ou escura, representa um **grão**.

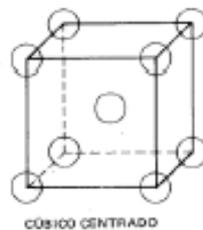
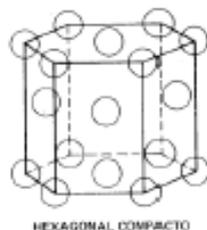


Estrutura Cristalina

Em resumo, cada **grão** é constituído por **milhares de células unitárias**.

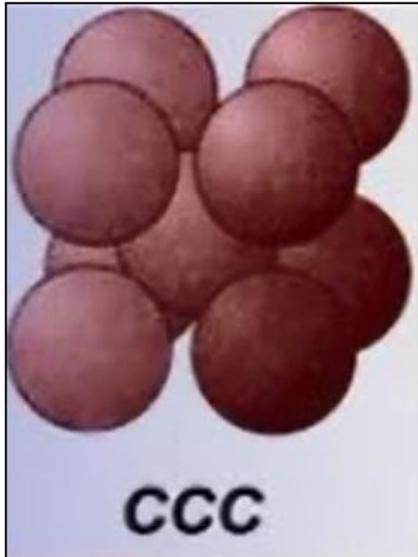
Estas, por sua vez, consistem em grupos de átomos que se dispuseram em posições fixas, formando figuras geométricas típicas. Essas disposições fixas dão, pois, origem aos **reticulados cristalinos**.

Os principais reticulados cristalinos, segundo os quais cerca de dois terços dos metais se cristalizam, são do **sistema cúbico e do sistema hexagonal**.



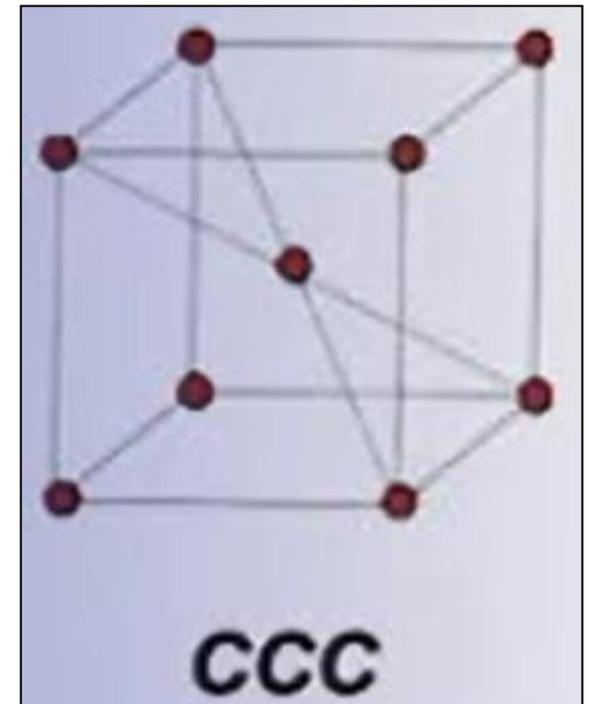
Estrutura Cristalina

Na verdade são três as formas mais comuns:



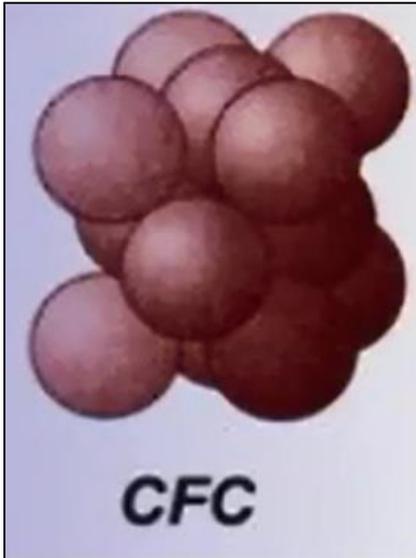
Reticulado **Cúbico de Corpo Centrado**

Os átomos assumem uma posição no espaço em forma de cubo (8 átomos nos vértices e 1 no centro). O ferro em baixa temperatura é um exemplo



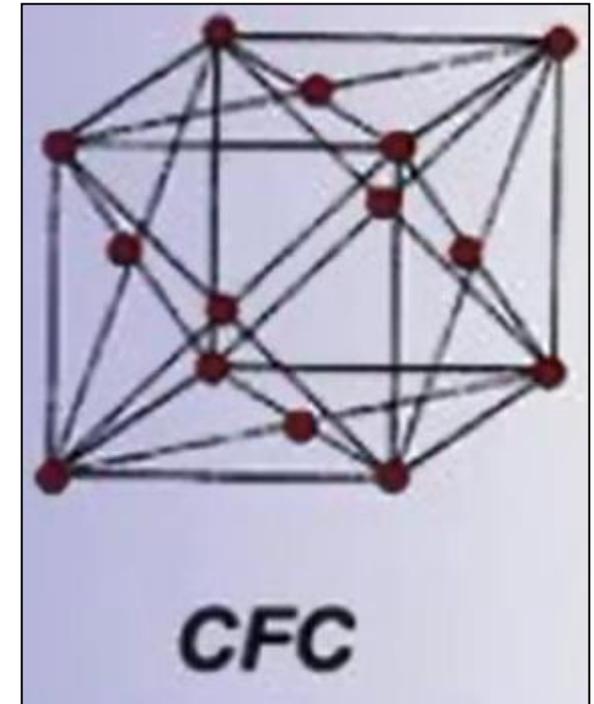
Estrutura Cristalina

Na verdade são três as formas mais comuns:



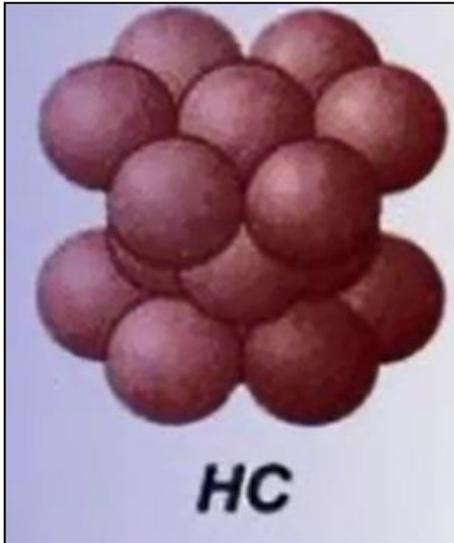
Reticulado **Cúbico de Face Centrada**

Os átomos assumem uma posição no espaço em forma de cubo (8 átomos nos vértices e 1 no centro). A diferença são 6 átomos que ocupam os centros de cada face do cubo. Ferro em alta temperatura adquire essa estrutura



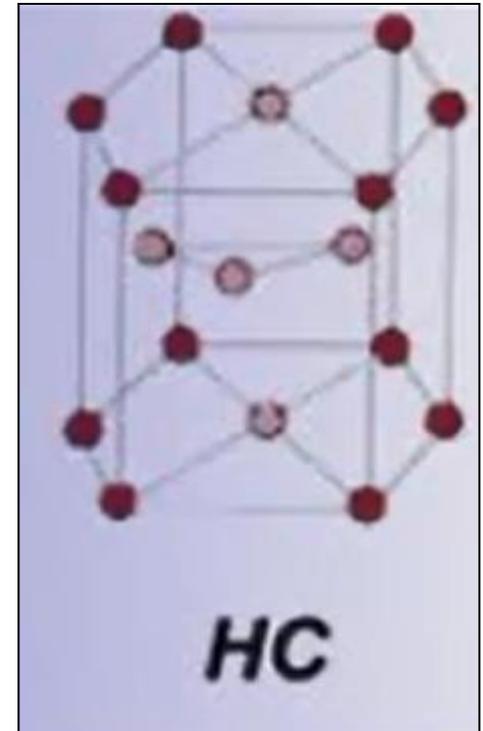
Estrutura Cristalina

Na verdade são três as formas mais comuns:



Reticulado **Hexagonal Compacto (HC)**

São 12 átomos posicionados no vértices de um prisma de base hexagonal mais 2 átomos nos centros das bases e mais 3 no interior do prisma.



Alotropia ou Polimorfismo

Alotropia ou polimorfismo é a propriedade que certos metais, como o ferro, apresentam de possuírem reticulados cristalinos diferentes, conforme a temperatura. No caso do ferro, por exemplo, tem-se:

- Temperatura ambiente até 912°C \rightarrow CCC (fase α)
- de 912°C a 390°C \rightarrow CFC (fase γ)
- de 390°C a 1534°C \rightarrow CCC (fase δ)

A mudança alotrópica é reversível.

Alotropia ou Polimorfismo

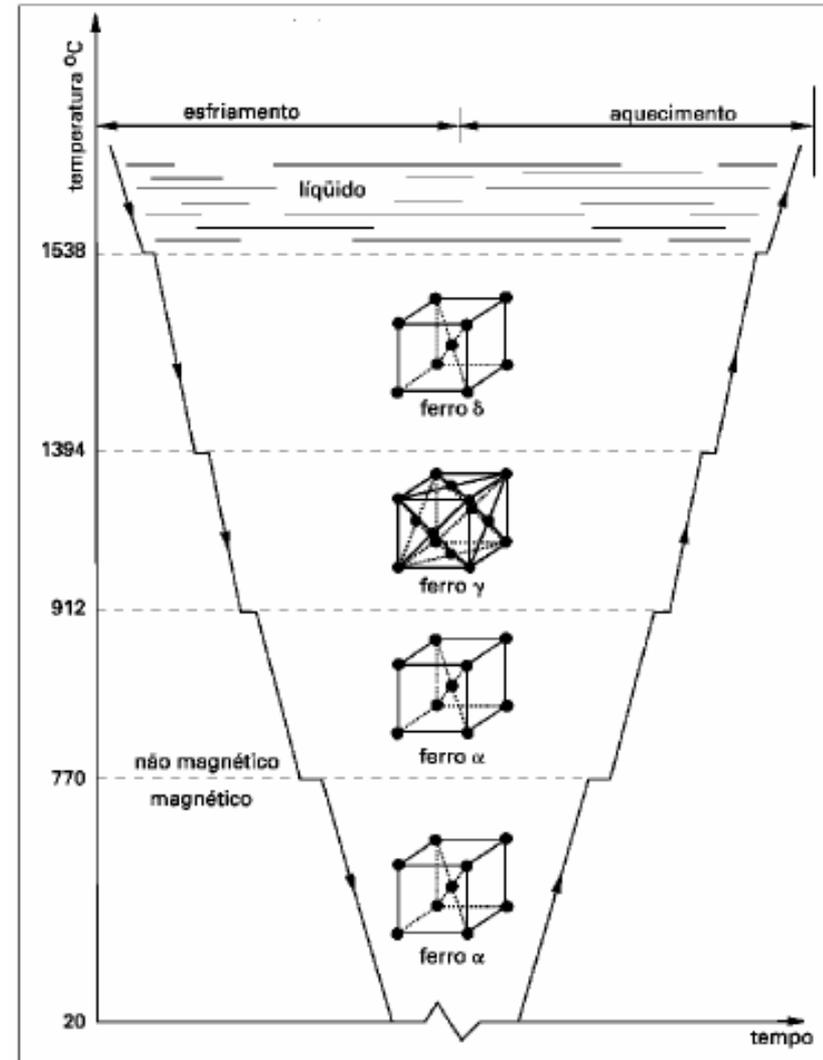
Estrutura cristalina determina, entre outros fatores, as propriedades físicas do material.

Compostos formados pelos mesmos elementos podem ter características totalmente diferentes devido a diferentes estruturas cristalinas.

Ex. o carbono, que pode formar grafite ou diamante (o mineral de maior dureza), de acordo com a organização dos seus átomos

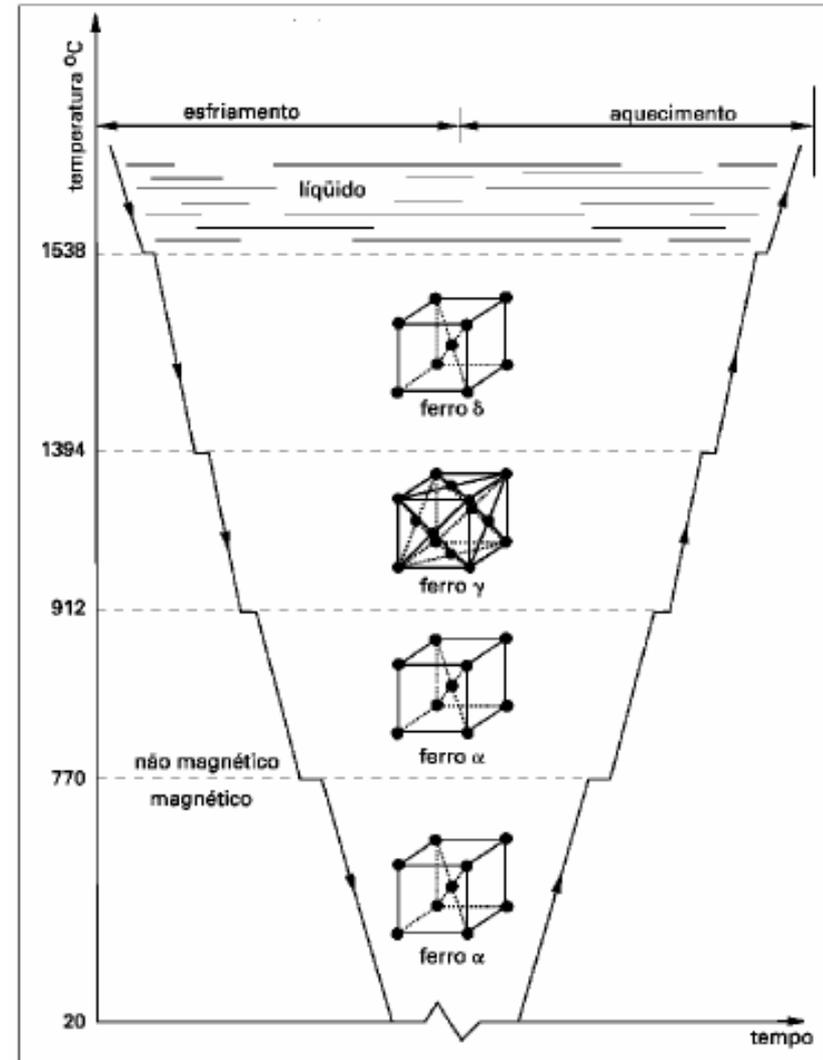
Formas Alotrópicas do Ferro Puro

Curva característica de resfriamento ou aquecimento. do ferro puro e sua correspondente transformação alotrópica.



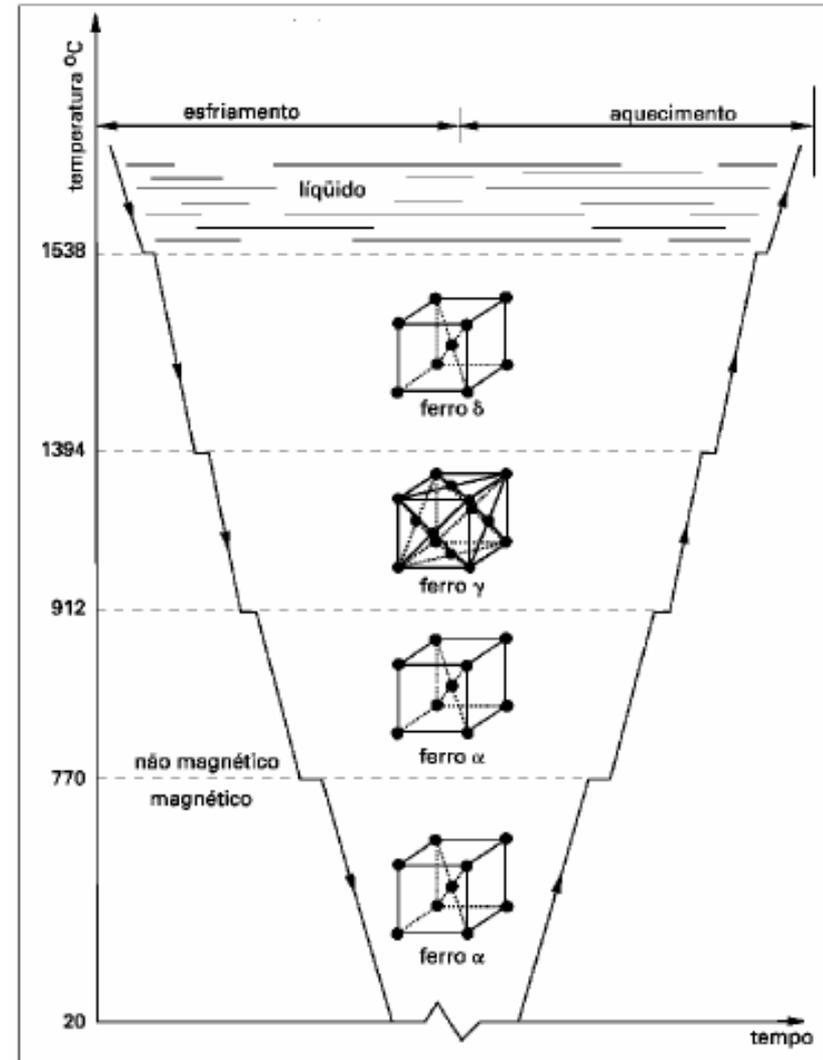
Formas Alotrópicas do Ferro Puro

- 1538°C e 1394°C o ferro puro se solidifica em reticulado cúbico de corpo centrado CCC, chamado Fe δ (ferro delta).
- 1394°C se realiza a reestruturação do reticulado cúbico de corpo centrado (CCC) em reticulado cúbico de face centrada (CFC), permanecendo até 912°C. O reticulado cúbico de face centrada CFC denomina-se Fe γ (ferro gama) ou austenita.
- 912°C se realiza a reestruturação do reticulado cúbico de face centrada (CFC) em reticulado cúbico de corpo centrado (CCC), permanecendo até 770°C. O reticulado cúbico de corpo centrado CCC denomina-se Fe α (ferro alfa) ou ferrita.
- 770°C se realiza a reestruturação do reticulado cúbico de corpo centrado (CCC) em reticulado cúbico de corpo centrado (CCC), permanecendo até 20°C. O reticulado cúbico de corpo centrado CCC denomina-se Fe α (ferro alfa) ou ferrita.



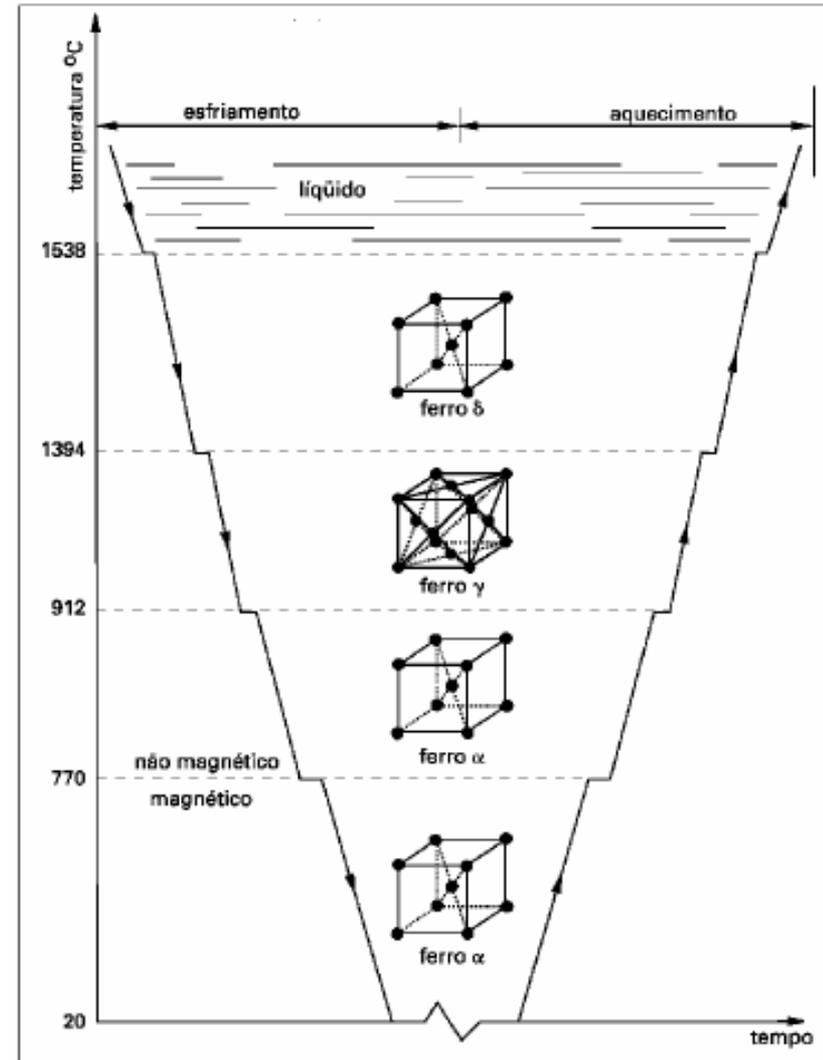
Formas Alotrópicas do Ferro Puro

- 912°C o ferro puro sofre mudança na estrutura do reticulado novamente para cúbico de corpo centrado CCC, chamado Fe α (ferro alfa) ou ferrita. Abaixo dessa temperatura, a estrutura do reticulado do ferro é cúbica de corpo centrado.



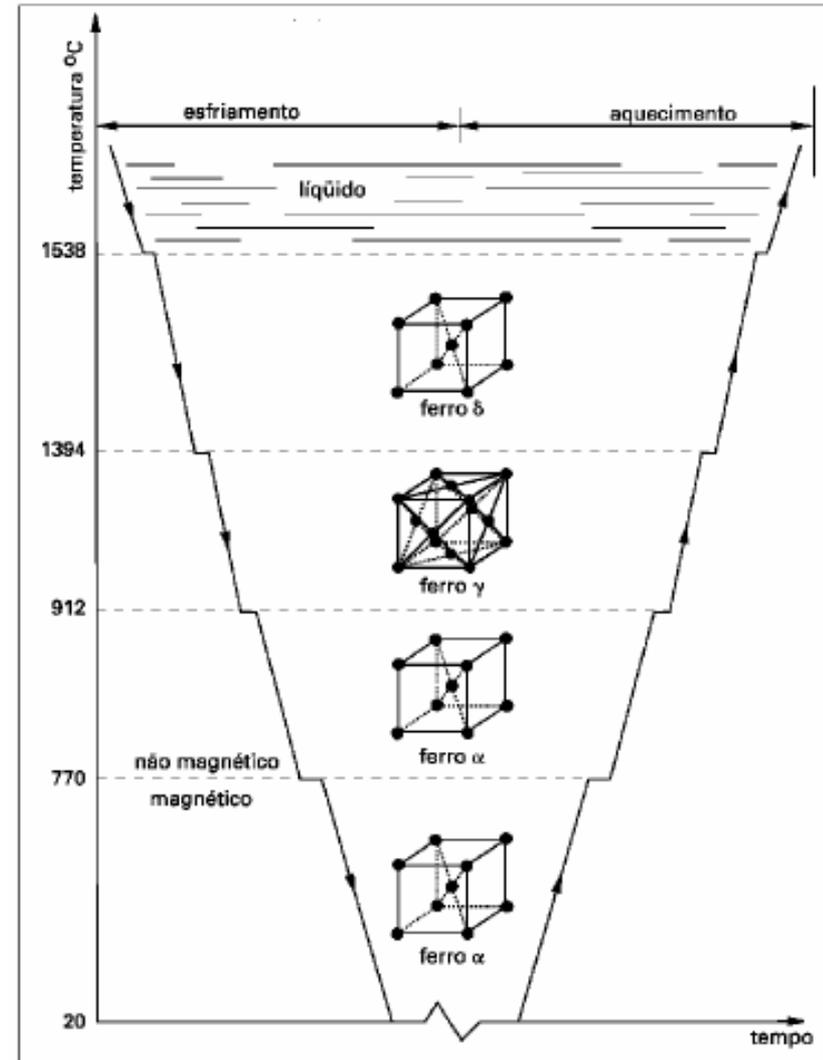
Formas Alotrópicas do Ferro Puro

O trecho abaixo de 770°C não representa mudança de estrutura do reticulado, mas o surgimento de propriedades magnéticas do ferro; o Fe α abaixo de 770°C é magnético e acima de 770°C não tem propriedades magnéticas.



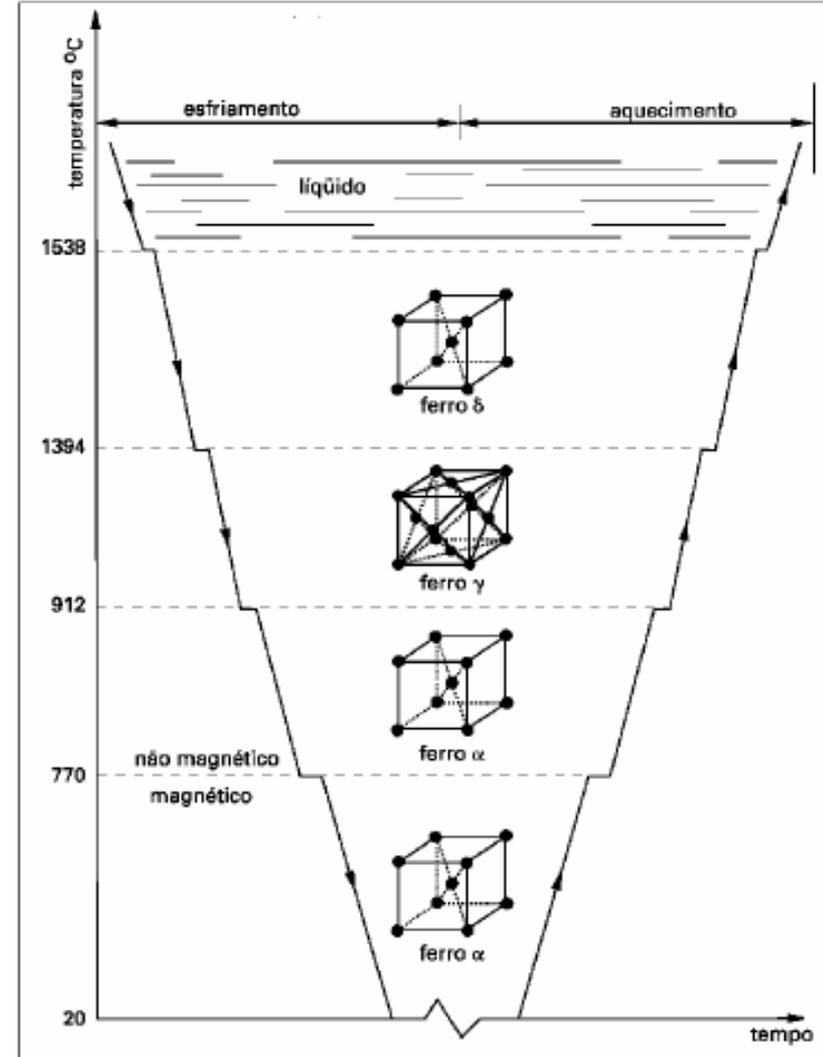
Formas Alotrópicas do Ferro Puro

A mudança estrutural do reticulado cristalino do ferro traz consigo a modificação de suas propriedades; assim, o Fe α quase não dissolve o carbono; o Fe γ dissolve até 2,11% de carbono e o Fe δ dissolve até 0,09% de carbono.



Formas Alotrópicas do Ferro Puro

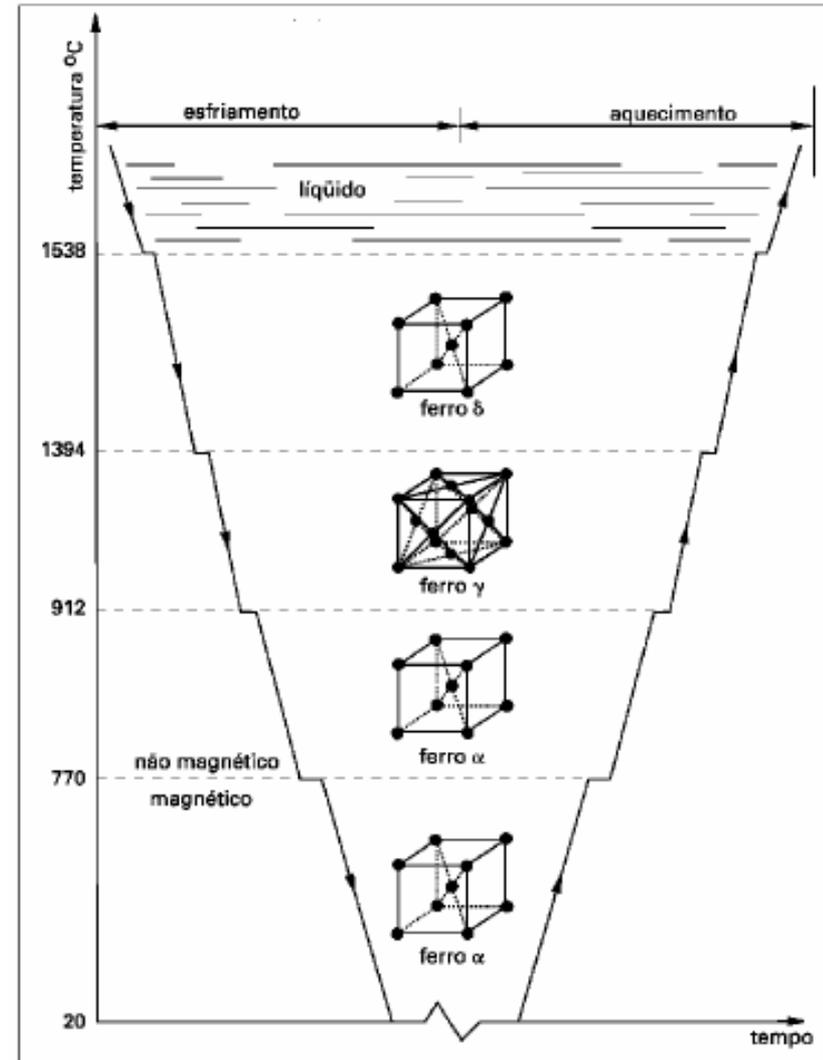
Essa situação ocorre devido à estrutura cúbica de face centrada do Fe γ apresentar uma distância maior entre os átomos do que a estrutura cúbica de corpo centrado do Fe α e Fe δ , então é mais fácil aceitar átomos estranhos, como por exemplo, átomos de carbono. A esse fenômeno damos o nome de solubilidade no estado sólido.



Formas Alotrópicas do Ferro Puro

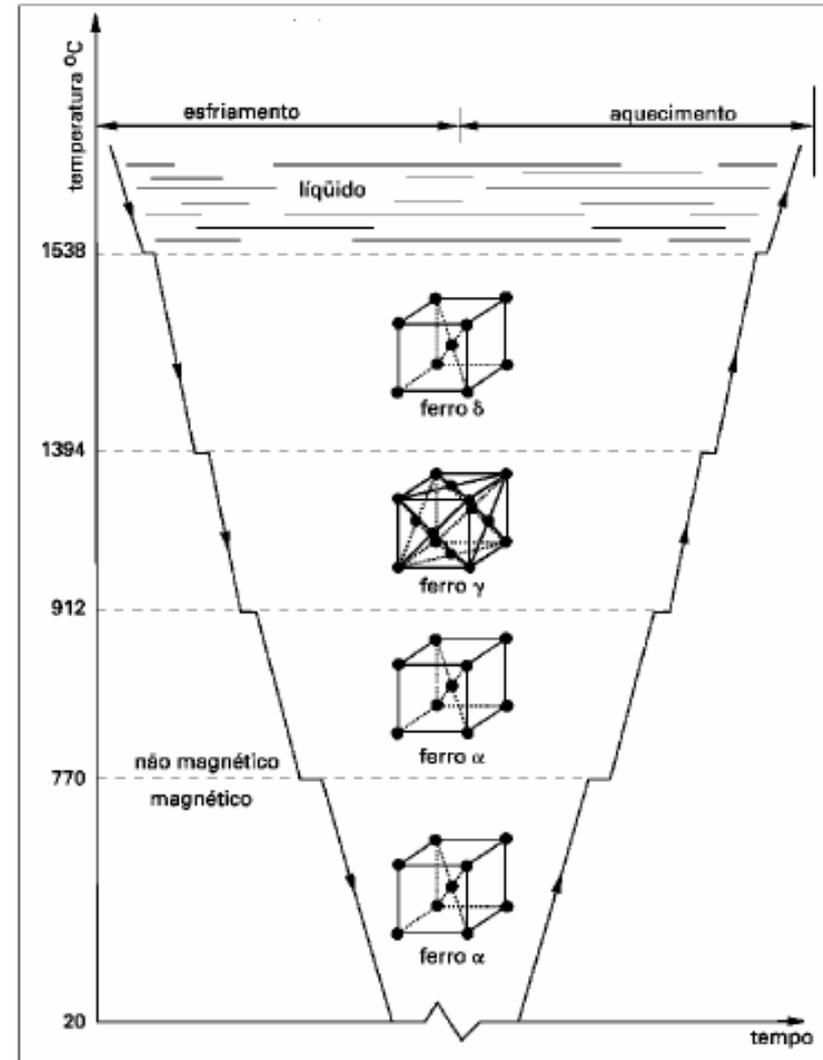
Ferro puro raramente é usado, comumente está ligado com o carbono.

No gráfico apresentado foi vista a curva de resfriamento ou aquecimento do ferro puro com indicações das formas alotrópicas e suas respectivas temperaturas de transformação.



Formas Alotrópicas do Ferro Puro

Nas ligas de ferro – carbono existem também as formas alotrópicas α e γ , mas as temperaturas de transformação oscilam em função do teor de carbono na liga.



Tecnologia Materiais

Exercícios de Revisão

Marque com **X** a resposta correta.

1. Um dos principais meios usados para modificar as propriedades do aço é:

- a) força;
- b) vapor;
- c) calor;
- d) água quente.

2. Para uma mola espiral suportar movimentos de compressão e de distensão é necessário que ela seja submetida a:

- a) usinagem;
- b) tratamento térmico;
- c) fundição;
- d) modelagem.

3. O tratamento térmico depende dos seguintes fatores:

- a) temperatura, tempo, resfriamento;
- b) resistência, calor, tempo;
- c) resfriamento, tempo, dureza;
- d) tempo, dureza, calor.

Exercícios de Revisão

4. Na passagem do estado líquido para o sólido, os átomos dos metais formam uma figura geométrica chamada:

- a) partícula unitária;
- b) estrutura múltipla;
- c) molécula irregular;
- d) célula unitária.

5. Os cristais com contornos irregulares recebem o nome de:

- a) rocha;
- b) grão;
- c) célula;
- d) átomo.

Exercícios de Revisão

Marque com **X** a resposta correta.

5. Para o aquecimento indutivo, são necessários:

- a) aparelho de alta frequência e bobina;
- b) bobina e aparelho de frequência reduzida;
- c) aparelho de baixa frequência;
- d) gerador de voltagem.