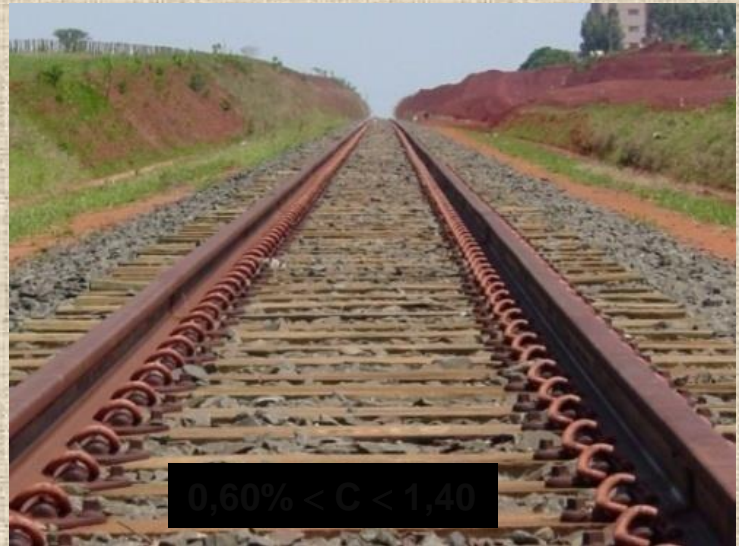
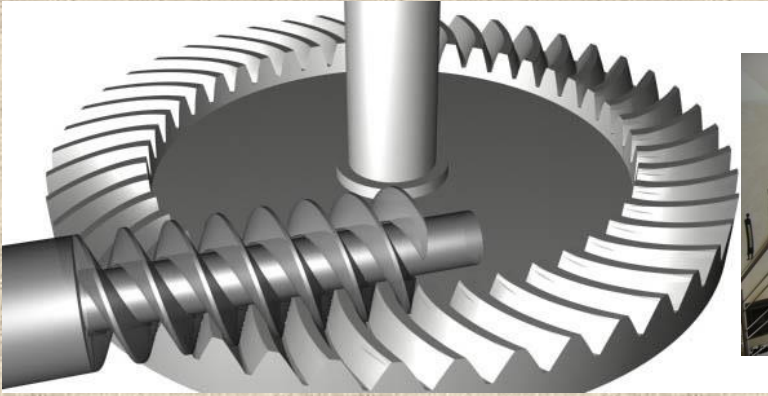


MATERIAIS METÁLICOS



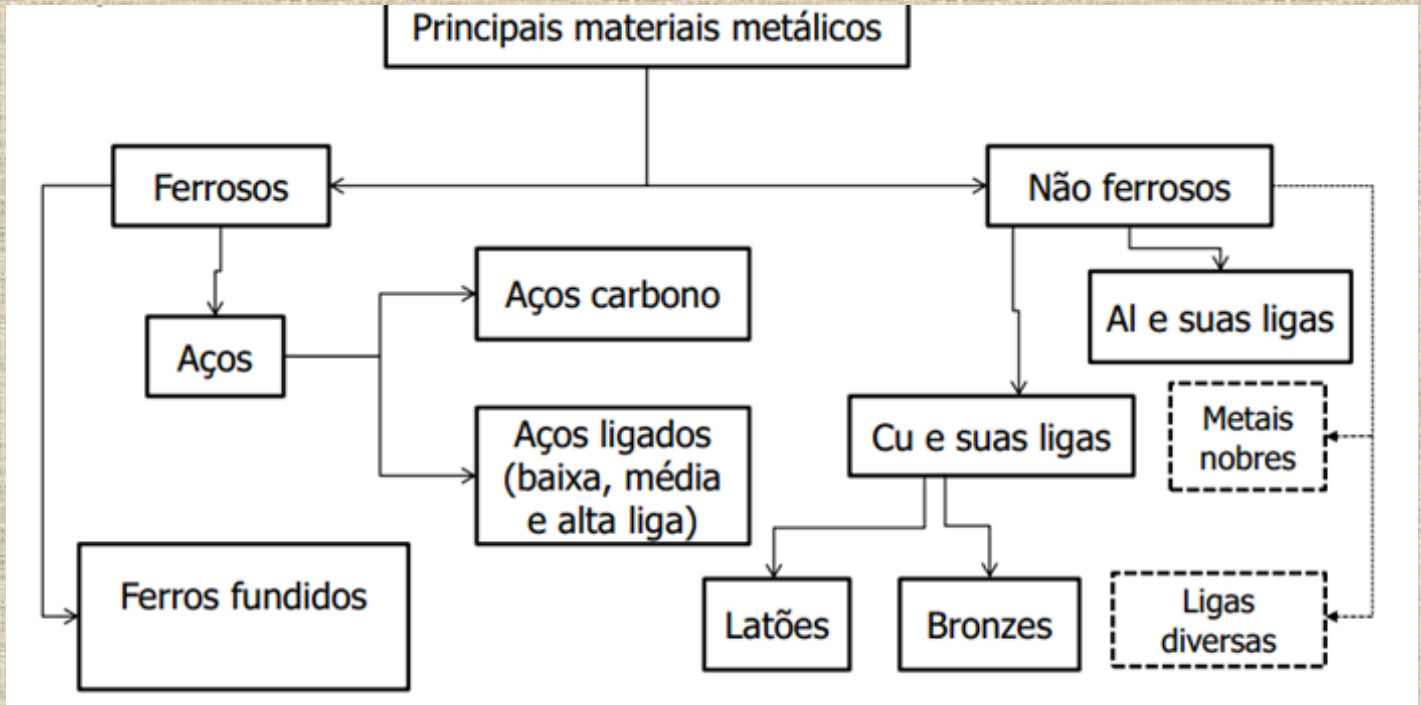
MATERIAIS METÁLICOS



MATERIAIS METÁLICOS



MATERIAIS METÁLICOS



MATERIAIS METÁLICOS

AÇO SAE 1020: Aplicado na indústria automobilística e forjados.

Composição Química Média (%)

C:0,20 Mn:0,45 P:0,030 S:0,050

AÇO SAE 1045: Empregado na fabricação de peças para indústria automobilística, como eixos, por exemplo.

Composição Química Média (%)

C:0,46 Mn:0,75 P:0,030 S:0,050

AÇO SAE 8640: É utilizado na fabricação de virabrequins, eixos, etc.

Composição Química Média (%)

C:0,40 Mn:0,87 P:0,030 S:0,040 Si:0,25 Ni:0,55
Cr:0,50 Mo:0,20

AÇO SAE 4340: Utilizado na fabricação de virabrequins para aviões, tratores e veículos em geral. Engrenagens, componentes com boas propriedades mecânicas e eixos muito solicitados.

Composição Química Média (%)

C:0,40 Mn:0,70 P:0,030 S:0,040 Si:0,25 Ni:1,82
Cr:0,80 Mo:0,25

MATERIAIS METÁLICOS

Semi-metais

Não-metais

Gases nobres

Hidrogênio

Metais

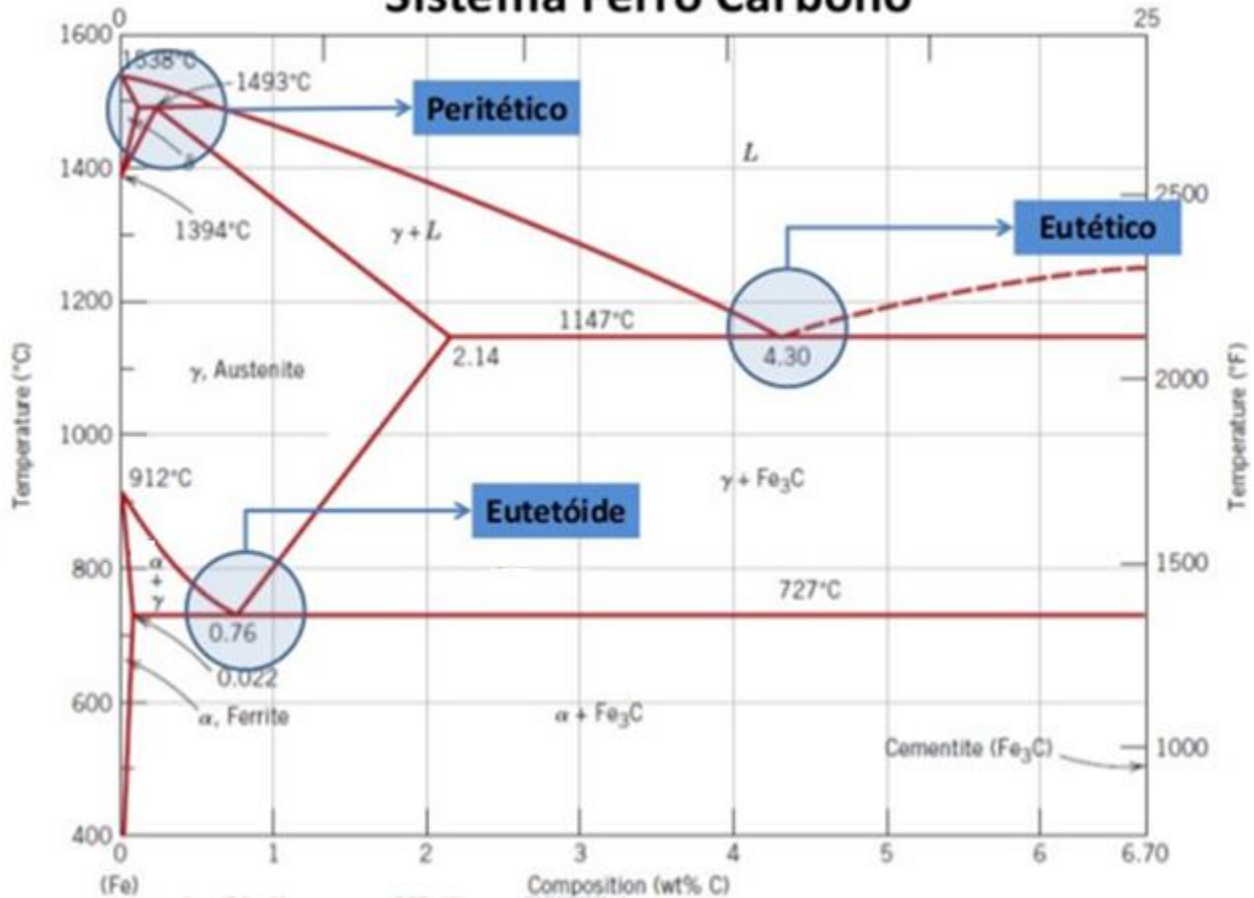
1 1007,94 H Hidrogênio																	2 4,002602 He Hélio				
3 6,941 Li Lítio	4 9,012182 Be Berílio															5 10,81 B Boro	6 12,0107 C Carbono	7 14,00674 N Nitrogênio	8 15,9994 O Oxigênio	9 18,998403 F Flúor	10 20,1797 Ne Neônio
11 22,989770 Na Sódio	12 24,3050 Mg Magnésio															13 26,981538 Al Alumínio	14 28,0855 Si Silício	15 30,97376 P Fósforo	16 32,06 S Enxofre	17 35,4527 Cl Cloro	18 39,948 Ar Argônio
19 39,0983 K Potássio	20 40,078 Ca Cálcio	21 44,9559 Sc Escândio	22 47,867 Ti Titânio	23 50,9415 V Vanádio	24 51,9961 Cr Cromo	25 54,938 Mn Manganês	26 55,845 Fe Ferro	27 58,9332 Co Cobalto	28 58,6934 Ni Níquel	29 63,546 Cu Cobre	30 65,39 Zn Zinco	31 69,723 Ga Gálio	32 72,61 Ge Germanio	33 74,9216 As Arsênio	34 78,96 Se Selênio	35 79,904 Br Bromo	36 83,8 Kr Criptônio				
37 85,4678 Rb Rubídio	38 87,62 Sr Estrôncio	39 88,905 Y Ítrio	40 91,224 Zr Zircônio	41 92,906 Nb Níbio	42 95,94 Mo Molibdênio	43 96,049 Tc Técncio	44 101,07 Ru Ródio	45 102,9055 Rh Ródio	46 106,42 Pd Paládio	47 107,8682 Ag Prata	48 112,411 Cd Cádmio	49 114,818 In Índio	50 118,71 Sn Estanho	51 121,75 Sb Antimônio	52 127,6 Te Telúrio	53 126,9044 I Iodo	54 131,29 Xe Xenônio				
55 132,90545 Cs Césio	56 137,327 Ba Bário	57 * Lantânio	71 178,49 Hf Háfio	72 180,947 Ta Tântalo	73 183,84 W Tungstênio	74 186,207 Re Rênio	75 186,207 Os Ósmio	76 190,23 Ir Írídio	77 192,225 Pt Platina	78 195,078 Au Ouro	79 196,9665 Hg Mercúrio	80 200,59 Tl Tálio	81 204,3833 Pb Chumbo	82 207,2 Bi Bismuto	83 208,98038 Po Polônio	84 210 At Astato	85 210 Rn Radônio				
87 223,0197 Fr Frâncio	88 226,0254 Ra Rádio	89 ** Actínio	103 261,101 Rf Rúfio	104 262,103 Db Dubnio	105 263,102 Sg Seabórgio	106 263,102 Bh Bóhrio	107 263,102 Hs Hássio	108 263,102 Mt Meitnério	109 263,102 Uun Unúncio	110 263,102 Uuu Unúncio	111 263,102 Uub Unúncio										

*	57 138,9055 La Lantânio	58 140,116 Ce Cério	59 140,9076 Pr Praseodímio	60 144,24 Nd Néodímio	61 145,7 Pm Pmécio	62 150,36 Sm Samarco	63 151,964 Eu Európio	64 157,25 Gd Gadolínio	65 158,9253 Tb Térbio	66 162,50 Dy Díspcio	67 164,9303 Ho Hólmio	68 167,26 Er Érbio	69 168,9342 Tm Térmio	70 173,04 Yb Íterbio	71 174,967 Lu Lutécio
**	89 227 Ac Actínio	90 232,0377 Th Tório	91 231,03688 Pa Protactínio	92 238,02891 U Urânio	93 237 Np Netúnio	94 244 Pu Plutônio	95 243 Am Americio	96 243 Cm Cúrio	97 247 Bk Berquélio	98 251 Cf Califórnio	99 252 Es Einsteinio	100 257 Fm Férmio	101 258 Md Mendelevio	102 259 No Nóblio	103 262 Lr Laurêncio

Dos 116 elementos conhecidos hoje, 81 são metálicos

MATERIAIS METÁLICOS

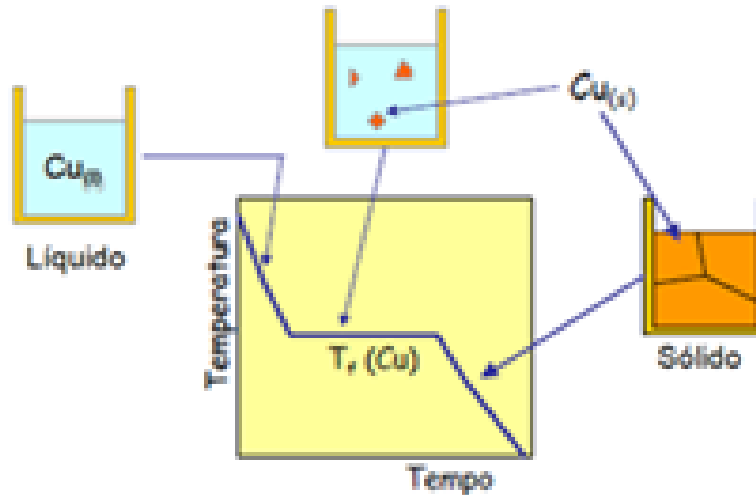
Sistema Ferro Carbono



DIAGRAMAS DE FASES

- Prever a microestrutura de um material,
- Definir e controlar parâmetros de tratamentos térmicos,
- Entender o efeito do processo de fabricação em sua microestrutura e conseqüentemente em suas propriedades mecânicas

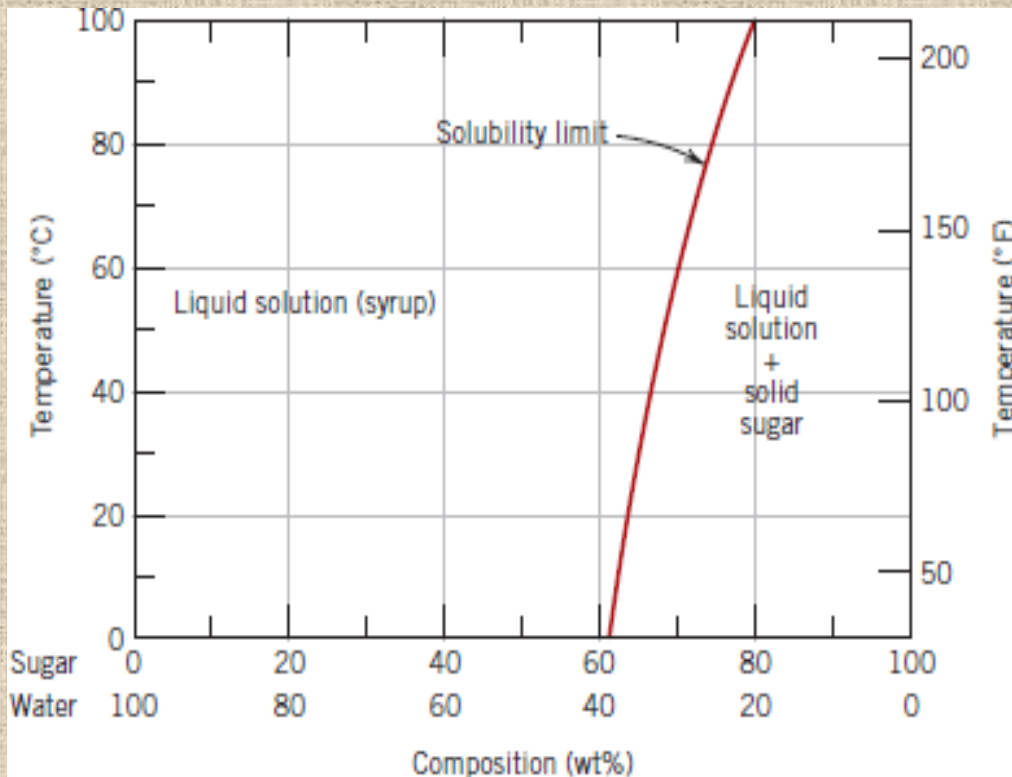
Análise Térmica: Cu ($T_f = 1083^\circ\text{C}$)



DIAGRAMAS DE FASES

LIMITE DE SOLUBILIDADE

Limite de solubilidade do açúcar na água



Limite de solubilidade

- Na mistura, o limite de solubilidade indica o limite que um elemento pode dissolver o outro sob determinadas condições de ambientais, temperatura e pressão.
- Quando o limite de solubilidade é atingido dizemos que a solução ficou saturada. Não consegue mais dissolver.
- Fase líquida – água
- Fase sólida - açúcar

FASES

- Uma fase pode ser definida como uma porção homogênea de um sistema que tem características química e físicas uniformes.
- Todo material puro é considerado como sendo uma fase, assim é também toda solução sólida, solução líquida e solução gasosa
- Se mais de uma fase estiver presente num dado sistema, cada uma terá suas propriedades distintas e existirá um limite separando as fases, através do qual haverá uma mudança descontínua e abrupta nas características físicas e/ou químicas.

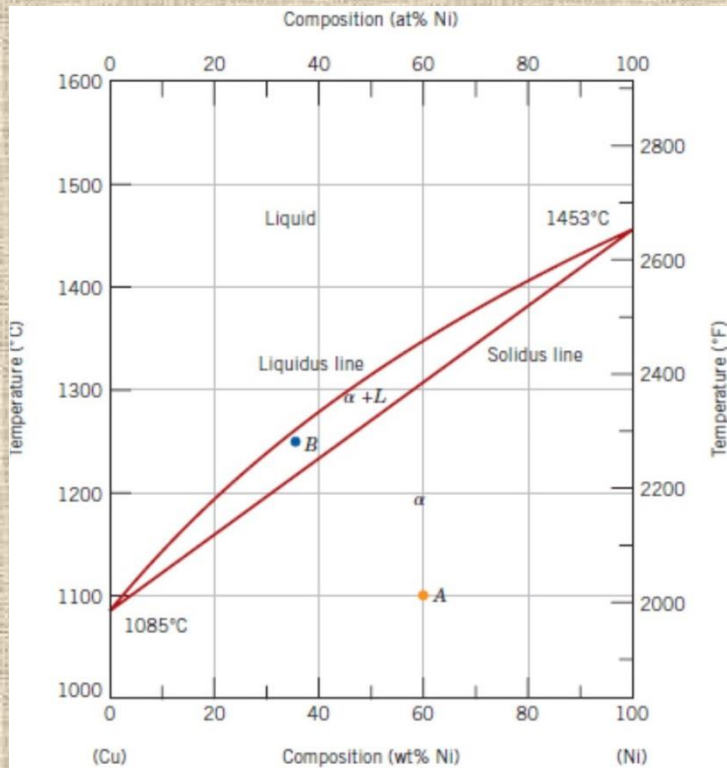
FASES

- Um sistema monofásico é também denominado homogêneo.
- Sistemas compostos de duas ou mais fases são denominados misturas ou sistemas heterogêneos.
- EQUILÍBRIO DE FASES
- Equilíbrio é descrito em termos de uma quantidade termodinâmica chamada energia Livre,
- A energia livre é uma função da energia interna de um sistema e também da desordem dos átomos ou moléculas (também chamada de entropia).

EQUILÍBRIO DAS FASES

- Um sistema se encontra em equilíbrio se sua energia livre estiver em um estado mínimo sob determinada temperatura, pressão e composição.
- Em um sentido macroscópico, isto significa que as características do sistema não mudam com o tempo, mas sim persistem indefinidamente (sistema é estável).
- **DIAGRAMAS DE FASES DE EQUILÍBRIO**
- Informações sobre o controle da microestrutura ou estrutura de fase de um sistema em particular é convenientemente e concisamente exposto em um diagrama de fases, também denominado diagrama de equilíbrio ou diagrama constitucional.

DIAGRAMA ISOMORFO



Os **diagramas isomorfos** são sistemas cujos componentes têm a mesma estrutura cristalina e são totalmente solúveis um no outro, em qualquer composição

Solubilidade total de um elemento no reticulado cristalino do outro.

Solução sólida substitucional.

(Ocorre quando o soluto ocupa os mesmos sítios que o solvente no reticulado cristalino)

Elementos têm mesma estrutura atômica (ex. Cu e Ni são CFC).

DIAGRAMA ISOMORFO

Fusão da liga não ocorre em uma temperatura fixa, mas em uma faixa de temperaturas.

Fases sólidas: denominadas com letras gregas minúsculas- alfa, beta, gama ou delta

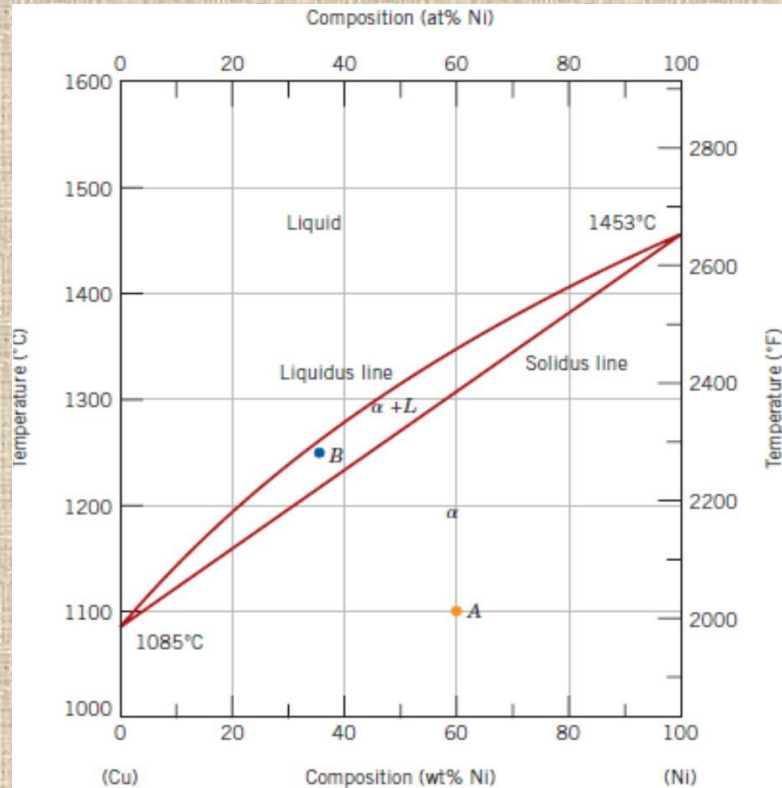


DIAGRAMA ISOMORFO

Campo de cada fase (líquido e α) é separado por um campo de mistura de fases ($L + \alpha$)

Linha solidus: máxima temperatura em que a liga está totalmente sólida.

Linha liquidus: mínima temperatura em que a liga está totalmente líquida

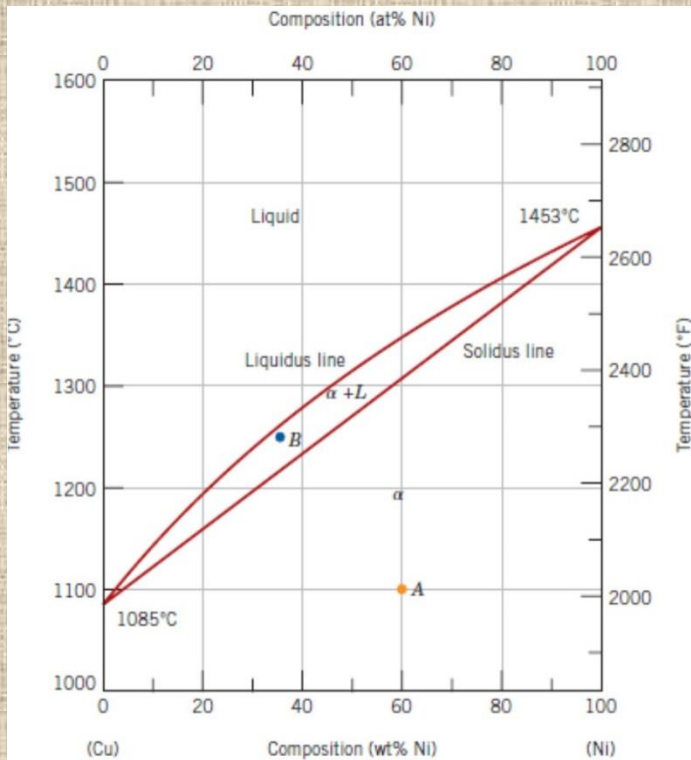


DIAGRAMA ISOMORFO

Nos campos em que há a presença de duas fases, a composição química de cada fase é diferente, e é dada pela composição química encontrada, em uma dada temperatura, pelas composições químicas das linhas “solidus” e “liquidus”.

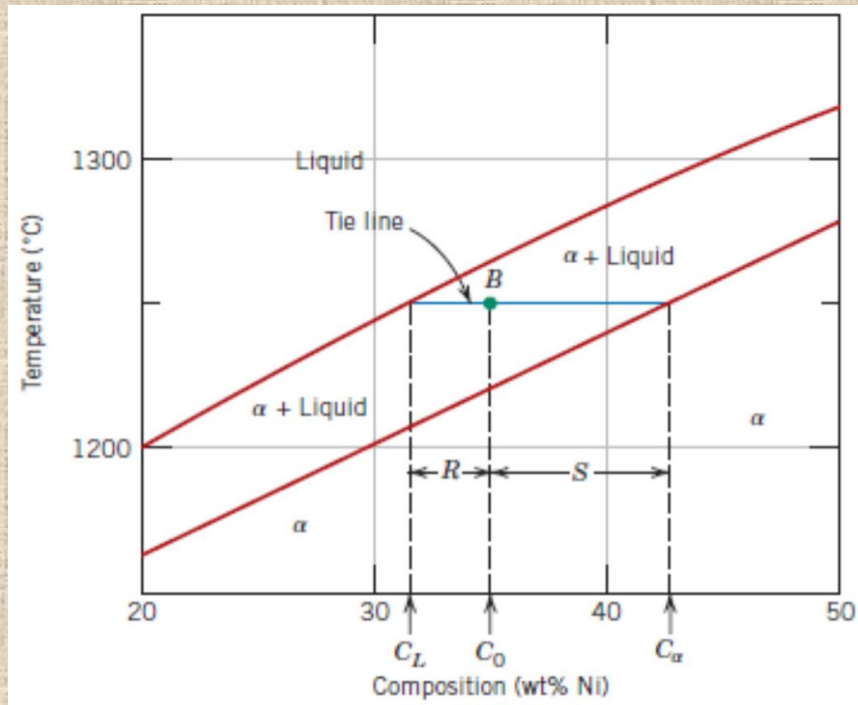
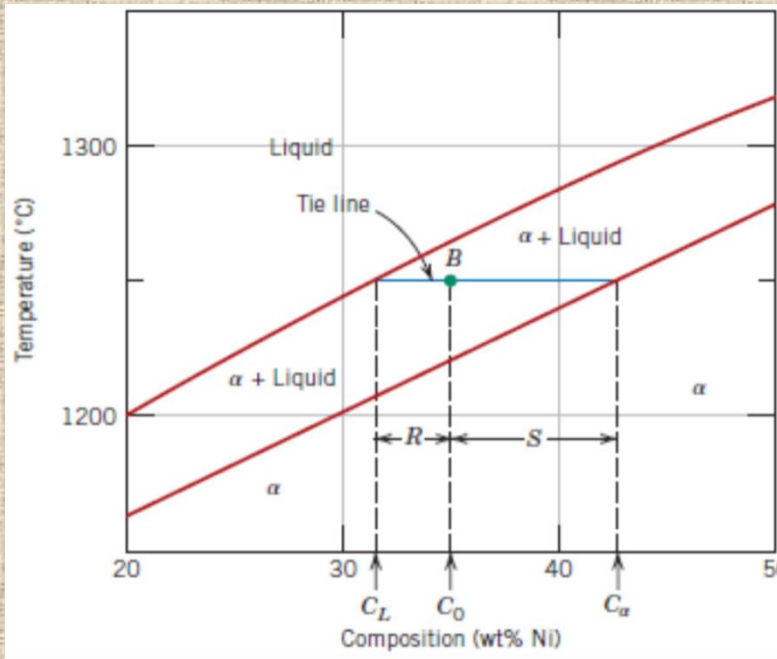


DIAGRAMA ISOMORFO



Fração volumétrica de cada fase é dada pela Regra da Alavanca:

$$\begin{aligned} \% \text{Líqu.} &= S / (S + R) \\ &= (C_{\alpha} - C_0) / (C_{\alpha} - C_L) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \alpha &= R / (S + R) \\ &= (C_0 - C_L) / (C_{\alpha} - C_L) \end{aligned}$$

DIAGRAMA ISOMORFO

Microestrutura

