

# O QUE É O AÇO - DIAGRAMA DE EQUILÍBRIO

**Metalurgista Industrial**

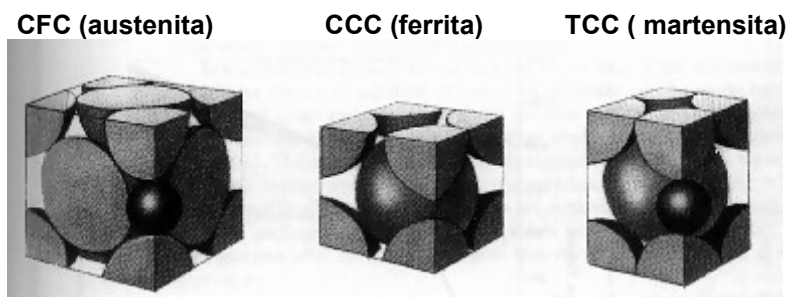
maio 2019

[www.metalurgistaindustrial.com.br](http://www.metalurgistaindustrial.com.br)

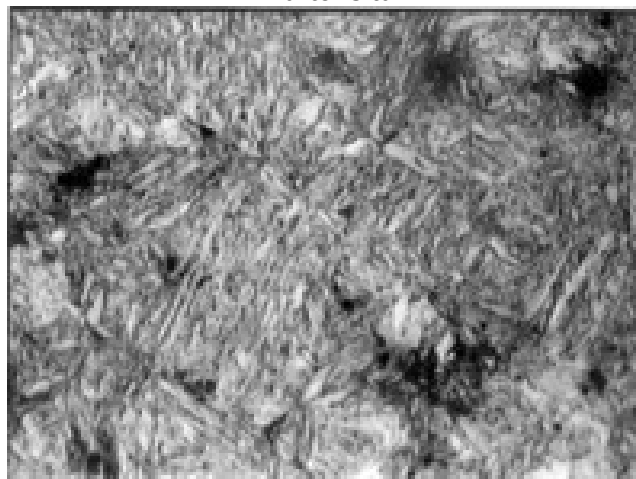
Entre os diagramas binários de equilíbrio de fases, o das ligas Fe-C é dos mais complexos devido à alotropia do ferro CFC-CCC. Como em todo diagrama de equilíbrio, sua leitura inicia-se no estado líquido e a liga metálica é considerada sofrendo um resfriamento lento até à temperatura ambiente. Lento para permitir suficiente tempo para os processos de difusão atômica no estado sólido, que são, por natureza, lentíssimos.

Tomemos o exemplo da decomposição da austenita  $\gamma$  (0,76% em peso C)  $\rightarrow$  ferrita  $\delta$  (0,022% em peso C) +  $\text{Fe}_3\text{C}$  – cementita (6,7% em peso C), a reação eutetóide de formação da perlita. Esse é um mecanismo que envolve a rejeição de carbono pela ferrita e sua incorporação à cementita por difusão. Se o resfriamento da austenita for acelerado, não há tempo necessário para a difusão do carbono, e uma nova fase emerge com outra morfologia, a martensita. A martensita é uma forma de ferrita supersaturada com carbono de elevada dureza (pode alcançar 700 Brinell, enquanto que um aço perlítico não ultrapassa 400).

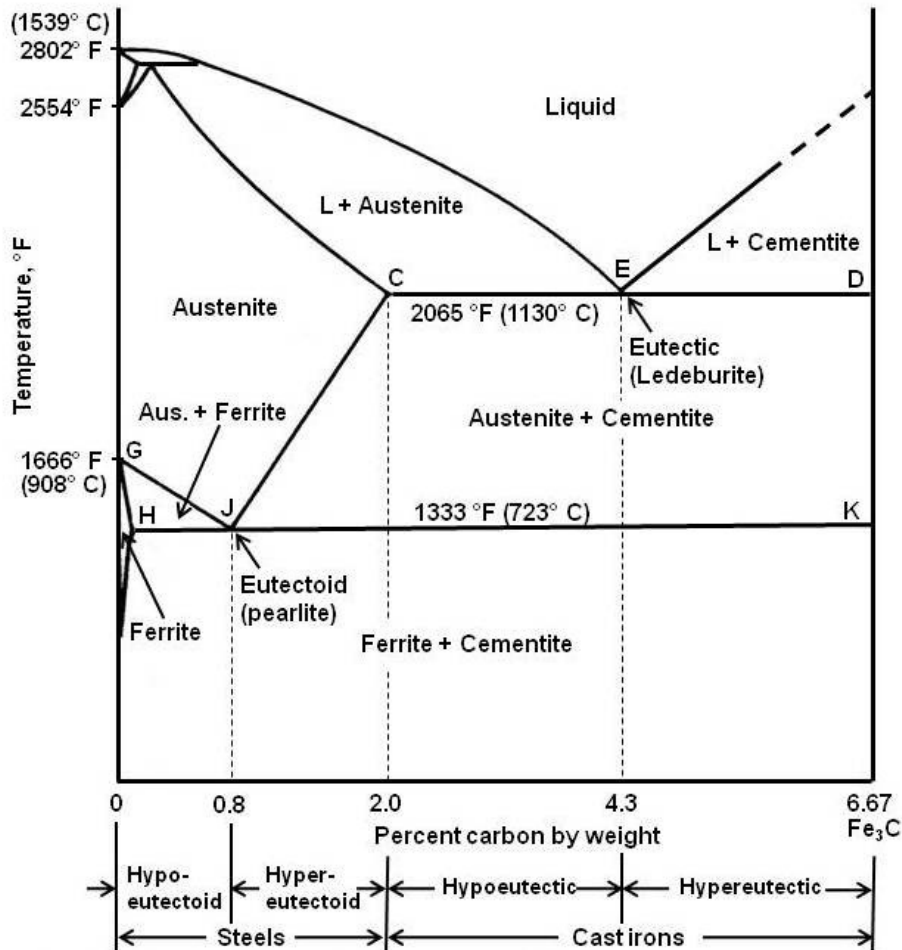
Diferentemente das outras fases, a martensita se forma por uma reação sem difusão. Esse processo de resfriamento rápido é denominado têmpera. A estrutura da martensita é tetragonal de corpo centrado (TCC), que pode ser vista como uma rede cúbica CCC da ferrita distorcida por átomos de carbono aprisionados. Na figura abaixo, as pequenas esferas mais escuras representam os átomos de carbono na austenita e na martensita, respectivamente:



**Martensita**

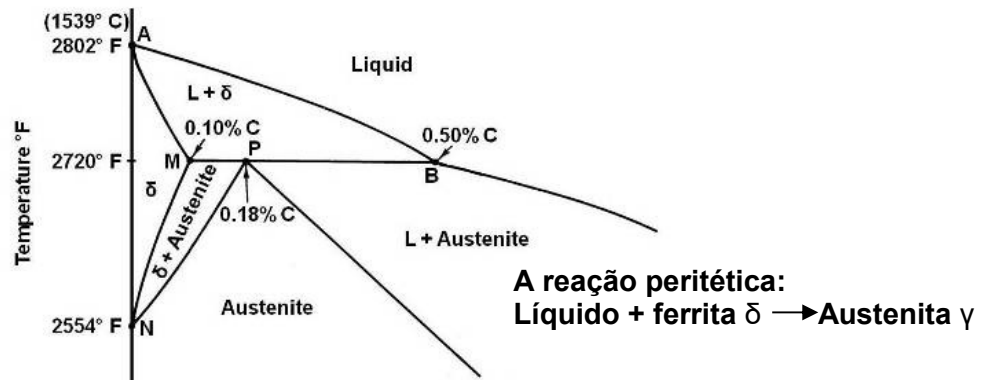


O diagrama de equilíbrio Fe-Fe<sub>3</sub>C é apresentado a seguir, que complementa o exposto na Resenha Técnica O que é o Aço - Fundamentos, com identificação das fases que se fazem presentes. A denominada ledeburita é uma composição eutética em ferro fundido. Uma composição eutética é uma mistura de compostos ou elementos químicos como em uma liga metálica em uma proporção tal que o ponto de fusão é o mais baixo possível, a temperatura eutética.  $(0\text{ }^{\circ}\text{C} \times 9/5) + 32 = 32\text{ }^{\circ}\text{F}$ :



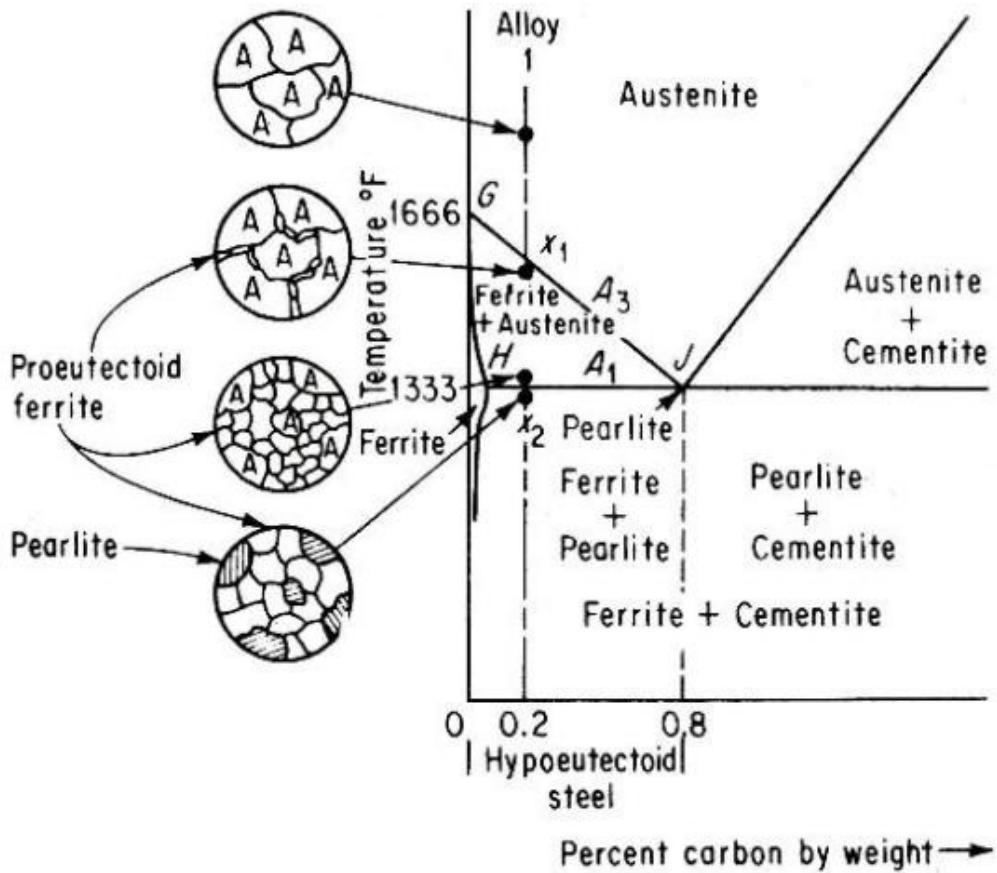
The iron-iron carbide equilibrium diagram labeled with common names

Uma visão ampliada da região ao alto à esquerda do diagrama é mostrada a seguir. Nessa ocorre também a formação de ferrita, a chamada ferrita δ (delta) e a reação peritética. A resenha de caso Ocorrência de Trincas Superficiais em Barras Laminadas a Quente expõe um desvio de qualidade devido a essa reação.



The delta region of the iron-iron carbide diagram

### Aços hipoeutetóides



### Aços hipereutetóides

