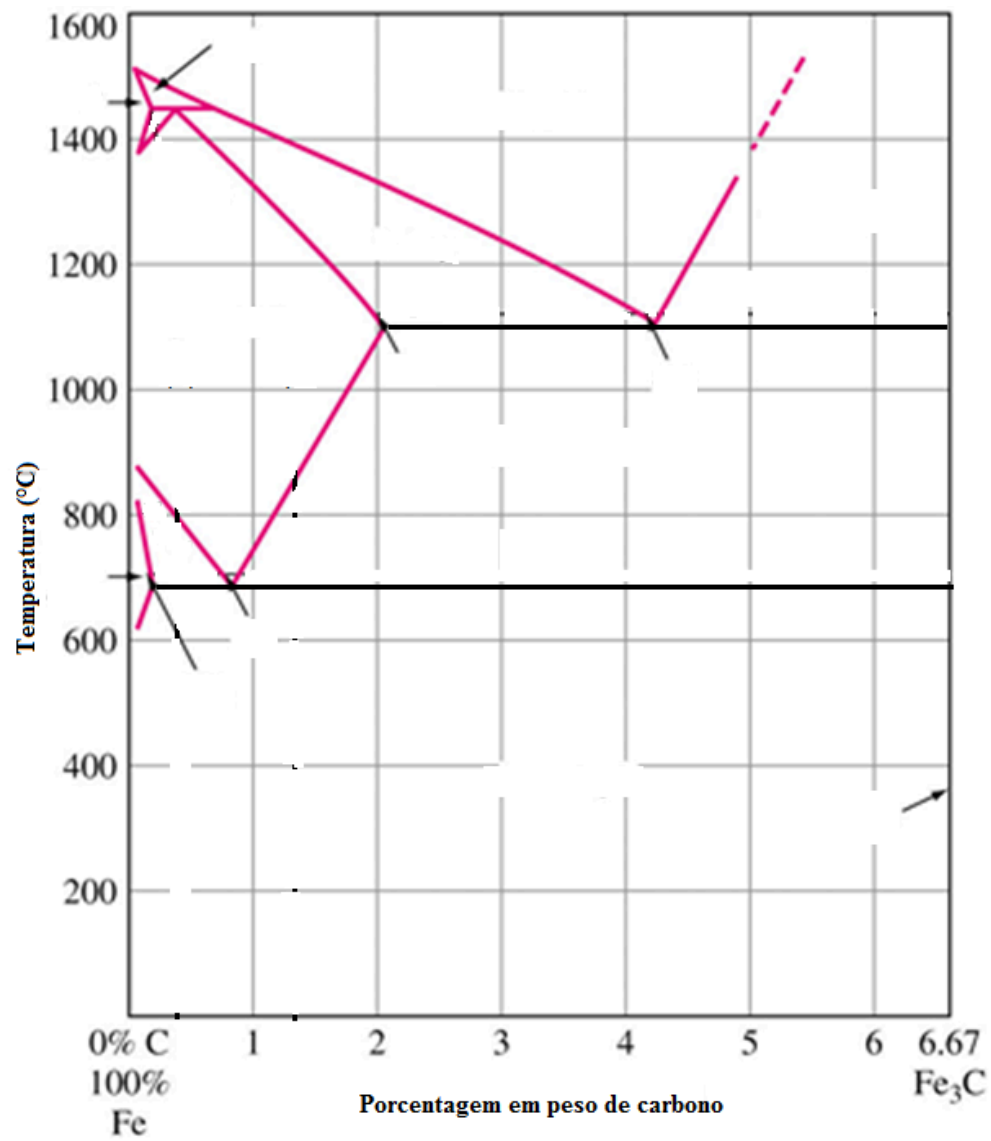


Disciplina: Introdução a Ciência dos Materiais.

Aluno: Kaique Olegar Amaro dos Santos

Tema: Exercícios Diagrama Fe-Fe₃C.



Baseado no diagrama Fe-Fe₃C dado acima, responda as questões para aços e ferros fundidos.

AÇOS

1) Como se classificam os aços e ferros fundidos no diagrama Fe-Fe₃C?

Classificação dos aços no diagrama Fe-Fe₃C:

- **Aços hipoeutetóides:** Aços hipoeutetóides são aqueles que contêm um teor de carbono inferior ao ponto eutetóide no diagrama Fe-Fe₃C, ou seja, inferior a 0,76%.
- **Aços eutetóides:** Aços eutetóides são ligas ferro-carbono que possuem um teor de carbono igual ao ponto eutetóide no diagrama de fases ferro-carbono (Fe-Fe₃C), portanto, teor de carbono de 0,76%.
- **Aços hipereutetóides:** Os aços hipereutetóides são ligas ferro-carbono que possuem um teor de carbono superior ao ponto eutetóide no diagrama de fases ferro-carbono (Fe-Fe₃C), ou seja, superior a 0,76%.

Classificação dos ferros fundidos no diagrama Fe-Fe₃C:

- **Ferros fundidos hipoeutetóides:** São ligas de ferro-carbono que possuem um teor de carbono inferior ao ponto eutetóide no diagrama de fases ferro-carbono, ou seja, inferior a 2,11%.
- **Ferros fundidos eutetóides:** São aqueles que apresentam teor de carbono de 2,11%.
- **Ferros fundidos hipereutetóides:** São ligas de ferro-carbono que possuem um teor de carbono superior ao ponto eutetóide no diagrama de fases ferro-carbono, portanto, teor de carbono superior a 2,11%.

2) Explique as características das fases sólidas ferrita- α , Austenita- γ , Ferrita- δ e Fe₃C.

1. Ferrita- α (α -ferro):

- **Composição:** A ferrita é uma fase sólida de ferro caracterizada por baixos níveis de carbono, geralmente inferiores a 0,022%.
- **Estrutura:** Possui estrutura cristalina cúbica de corpo centrado (CCC).
- **Propriedades:** É relativamente maleável e dúctil, apresenta boa usinabilidade. Possui propriedades magnéticas em temperatura ambiente e é a fase predominante em aços com baixo teor de carbono, especialmente em temperaturas mais baixas no diagrama Fe-Fe₃C.

2. Austenita- γ (γ -ferro):

- **Composição:** A austenita é uma fase sólida de ferro caracterizada por teores mais elevados de carbono, geralmente situados entre 0,022% e 2,11%.
- **Estrutura:** Têm uma estrutura cristalina cúbica de face centrada (CFC).

- **Propriedades:** É uma fase não magnética, mais maleável e menos rígida em comparação com a ferrita. A austenita é prevalente em temperaturas elevadas, especialmente acima de 723°C. Em aços e ferros fundidos, a microestrutura austenítica pode ser alcançada por meio do aquecimento a altas temperaturas seguido por um resfriamento rápido

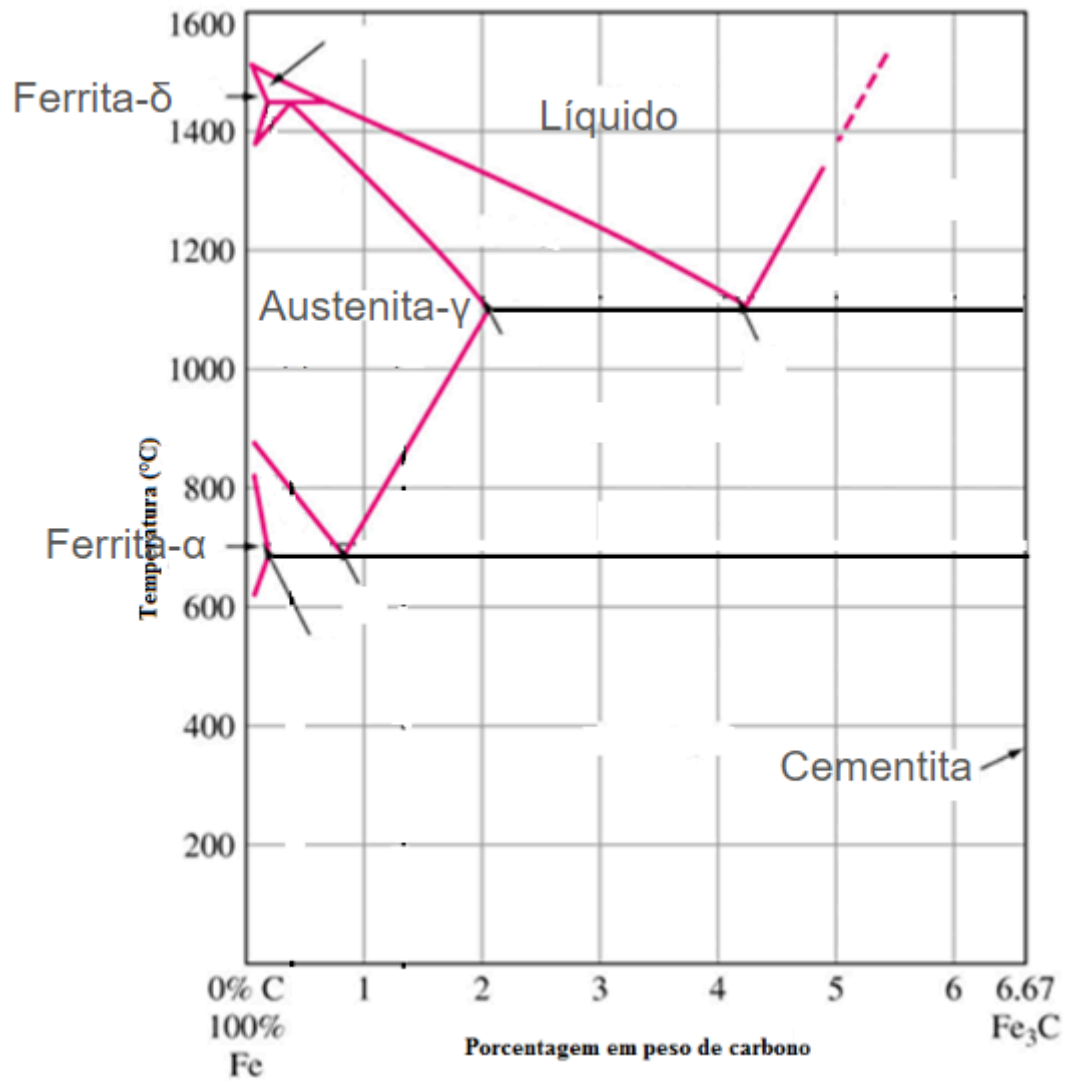
3. Ferrita- δ (δ -ferro):

- **Composição:** A ferrita- δ é uma variante da ferrita que se manifesta em temperaturas extremamente elevadas, superiores a 1394°C
- **Estrutura:** Possui estrutura cristalina cúbica de corpo centrado (CCC).
- **Propriedades:** A ferrita- δ é uma fase de transição observada em ambientes de temperatura extrema, como os encontrados em altos-fornos e processos metalúrgicos de alta temperatura.

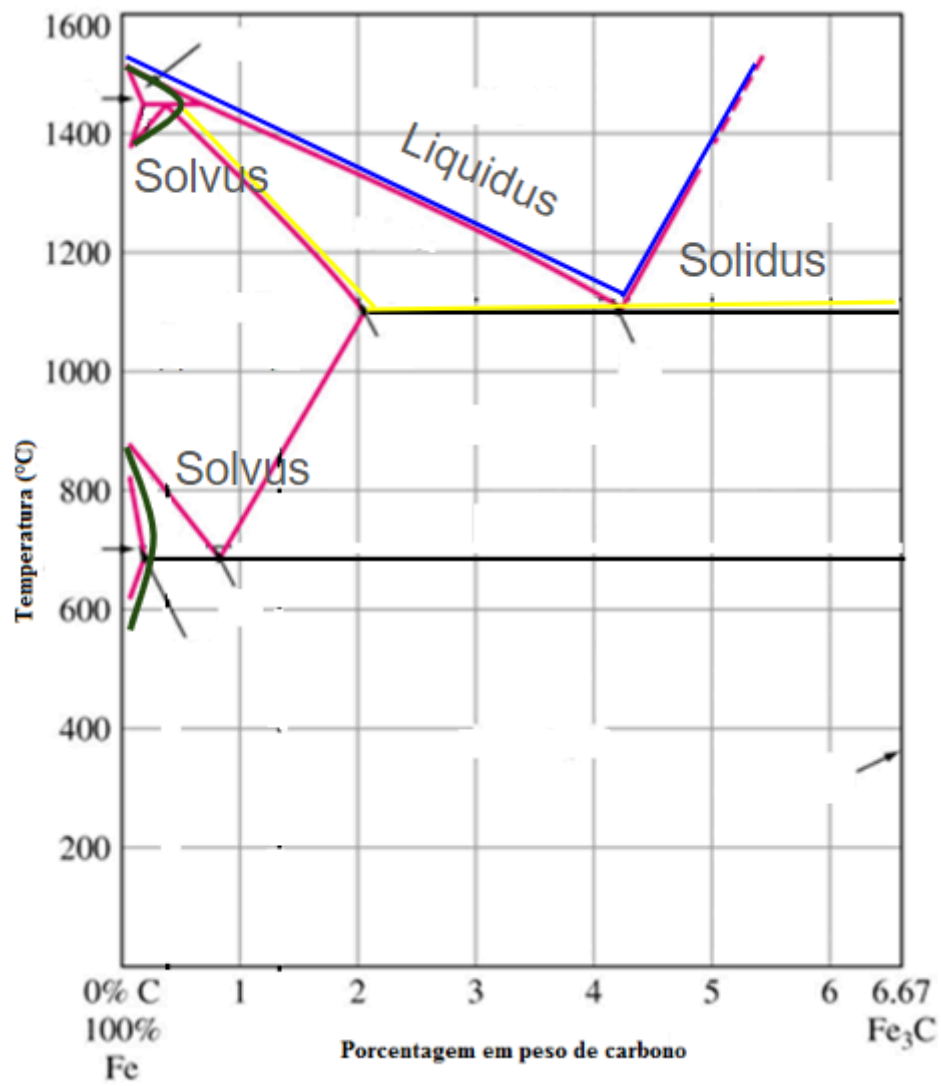
4. Cementita (Fe_3C):

- **Composição:** A cementita contém aproximadamente 6,7% de carbono, e é uma fase composta de ferro e carbono, com uma fórmula química Fe_3C .
- **Estrutura:** A cementita possui uma estrutura cristalina ortorrômica.
- **Propriedades:** É uma fase considerada rígida e frágil. A cementita é frequentemente vista como uma fase de fortalecimento na microestrutura, e sua presença em excesso pode comprometer as propriedades mecânicas dos materiais. Em aços e ferros fundidos, a cementita é comumente observada como parte da microestrutura, especialmente em ligas com teores mais elevados de carbono.

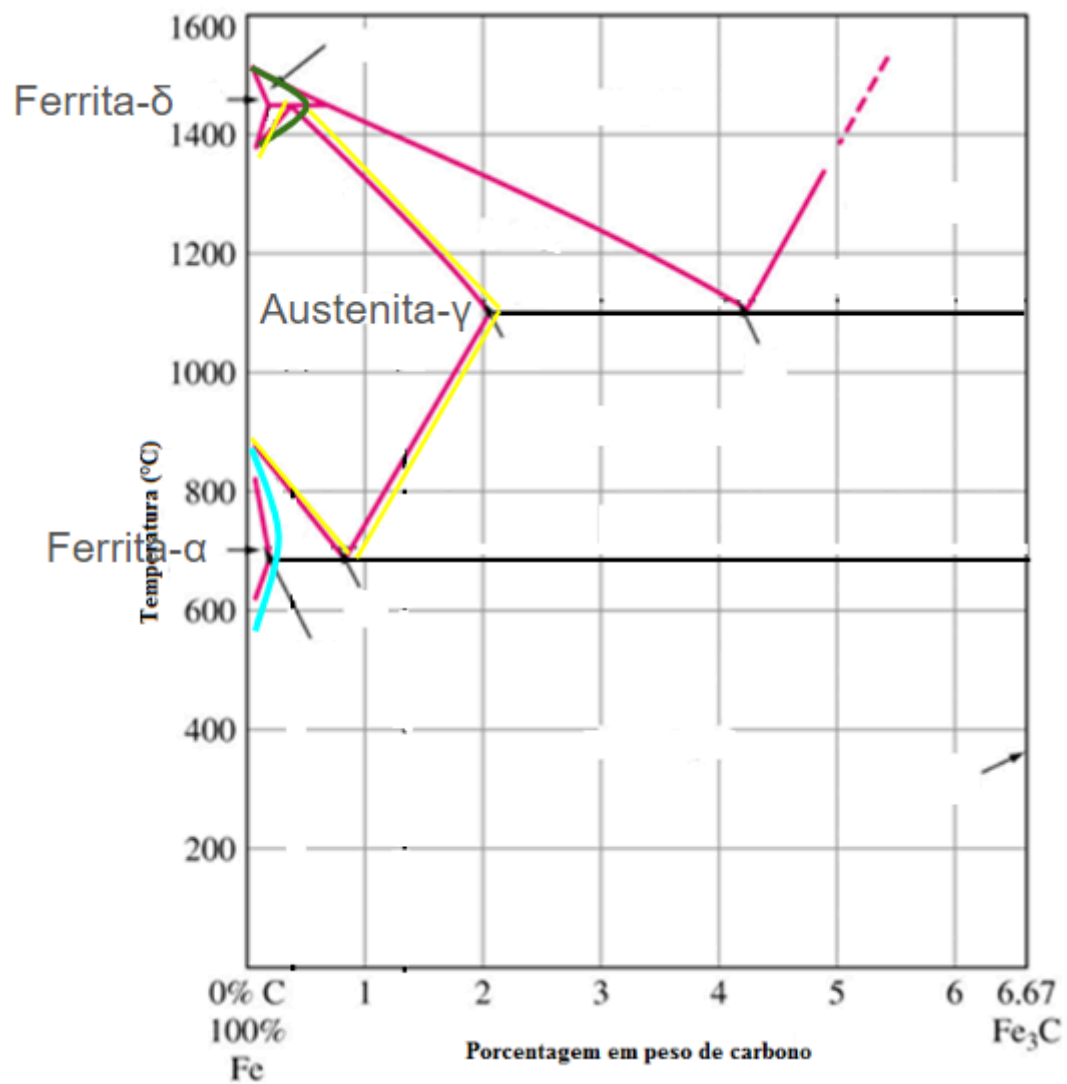
3) Identifique no diagrama dado Fe-Fe₃C as regiões monofásicas e bifásicas contendo fases Ferrita- α , Austenita- γ , Ferrita- δ , Cementita e Líquido.



4) Identifique as linhas *liquidus*, *solidus* e *solvus* no diagrama Fe-Fe₃C.



5) Identifique no diagrama Fe-Fe₃C os limites máximos de solubilidade das fases ferrita- α , Austenita- γ , Ferrita- δ .



6) Explique as características das reações eutética, eutetóide e peritética.

1. Reação eutéticas:

- A reação eutetóide ocorre durante o resfriamento de uma única fase sólida, geralmente austenita, transformando-a em duas fases sólidas distintas.
- A mistura líquida inicial se transforma simultaneamente em duas fases sólidas (geralmente, austenita e cementita em aços).
- A microestrutura final é composta por essas duas fases em proporções específicas.
- Acontece a uma temperatura constante.

2. Reação eutetóide:

- A reação eutetóide ocorre durante o resfriamento de uma única fase sólida, geralmente austenita, transformando-a em duas fases sólidas distintas.
- A austenita se transforma em duas fases sólidas, geralmente ferrita e perlita em aços.
- A microestrutura final é uma mistura de ferrita e perlita.
- Ocorre a uma temperatura constante, chamada de temperatura eutetóide.

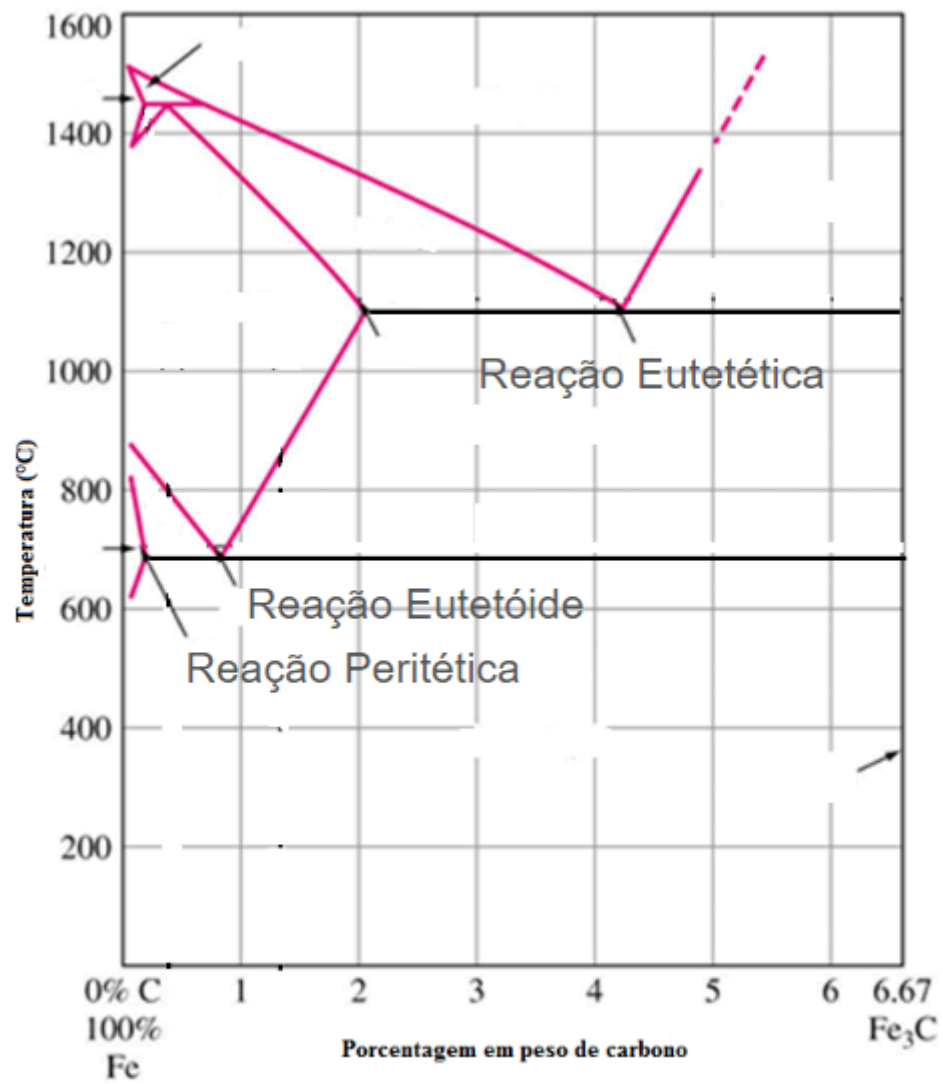
3. Reação peritética:

- A reação peritética ocorre durante o resfriamento de uma única fase sólida, transformando-a em uma fase sólida diferente e uma fase líquida.
- A fase sólida inicial (geralmente austenita) se transforma em uma nova fase sólida e uma fase líquida.
- A microestrutura final é composta pela nova fase sólida e pela fase líquida.
- Acontece a uma temperatura constante, chamada de temperatura peritética.

7) Qual a temperatura eutetóide? E qual a temperatura eutética e peritética?

1. **Temperatura eutetóide:** É a temperatura na qual a austenita (fase gama) se transforma em duas fases sólidas, ferrita e perlita, durante o resfriamento. Nos sistemas ferro-carbono, a reação eutética principal acontece a 727°C.
2. **Temperatura eutética:** É a temperatura na qual a liga líquida se transforma simultaneamente em duas fases sólidas distintas, geralmente austenita e cementita, durante o resfriamento.
3. **Temperatura peritética:** É a temperatura na qual uma fase sólida, geralmente austenita, se transforma em outra fase sólida e uma fase líquida durante o resfriamento. Ocorre a temperaturas abaixo de 727°C.

8) Explique as reações eutética, eutetóide e peritética. Identifique cada uma delas no diagrama.



9 Quais as composições químicas em que as reações eutética, eutetóide e peritetóide ocorrem?

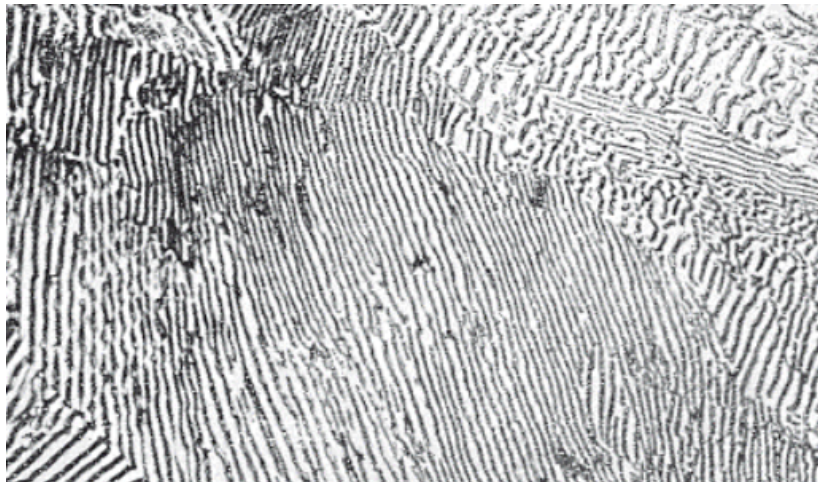
1. **Reação Eutética:**

- Exemplo no Diagrama Fe-Fe₃C: Líquido → (α) Ferrita + (Fe₃C) Cementita
- 2. **Reação Eutetóide:**
 - Exemplo no Diagrama Fe-Fe₃C: (γ) Austenita → (α) Ferrita + (Fe₃C) Cementita
- 3. **Reação Peritética:**
 - Exemplo no Diagrama Fe-Fe₃C: (α) Ferrita → Líquido + (Fe₃C) Cementita

10) Defina aços a) Eutetóide b) Hipoeutetóide c) Hipereutetóide. Desenhe a microestrutura de cada um. Qual a fase pró-eutetóide de um aço hipoeutetóide? E a fase pró-eutetóide de um aço hipereutetóide?

1. Aço Eutetóide:

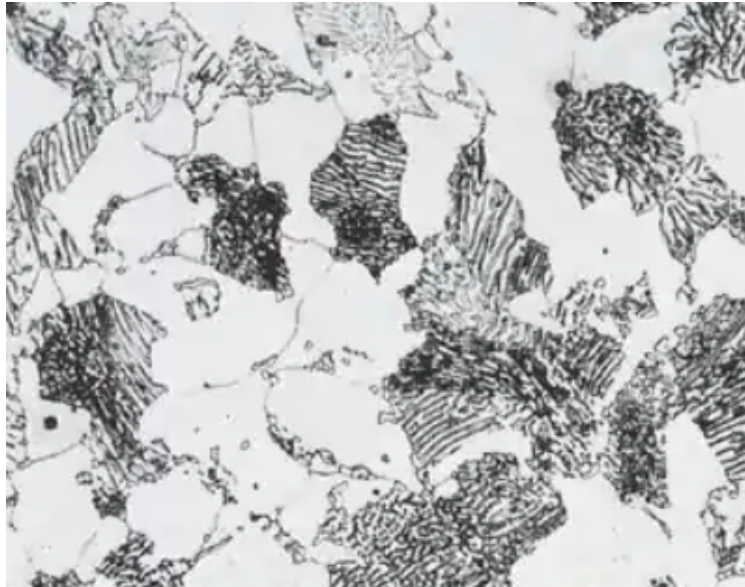
- Composição: Um aço eutetóide possui um teor de carbono de 0,76%.
- Transformação Eutetóide: Durante o processo de resfriamento, a austenita (γ) passa por uma transformação na temperatura eutetóide (727°C no diagrama Fe-Fe₃C), resultando em uma microestrutura composta principalmente por perlita, uma mistura lamelar de ferrita (α) e cementita (Fe₃C).
- Microestrutura Resultante: A microestrutura resultante é dominada pela presença da perlita, que é uma combinação estratificada de ferrita e cementita.



2. Aço Hipoeutetóide:

- Composição: Um aço hipoeutetóide possui um teor de carbono inferior a 0,76%.

- Transformação Eutetóide: Durante o processo de resfriamento, a austenita (γ) sofre uma transformação na temperatura eutetóide, resultando na formação de ferrita (α) e cementita (Fe_3C).
- Microestrutura Resultante: A microestrutura predominante é constituída principalmente por ferrita, enquanto a perlita se forma nas regiões onde a austenita foi transformada durante o resfriamento.



3. Aço Hipereutetóide:

- Composição: Um aço hipereutetóide possui um teor de carbono superior a 0,76%.
- Transformação Eutetóide: Durante o processo de resfriamento, a austenita (γ) sofre uma transformação na temperatura eutetóide, resultando na formação de ferrita (α) e cementita (Fe_3C).
- Microestrutura Resultante: A microestrutura é predominantemente composta por cementita, enquanto a perlita se forma nas regiões onde a austenita foi transformada durante o resfriamento.

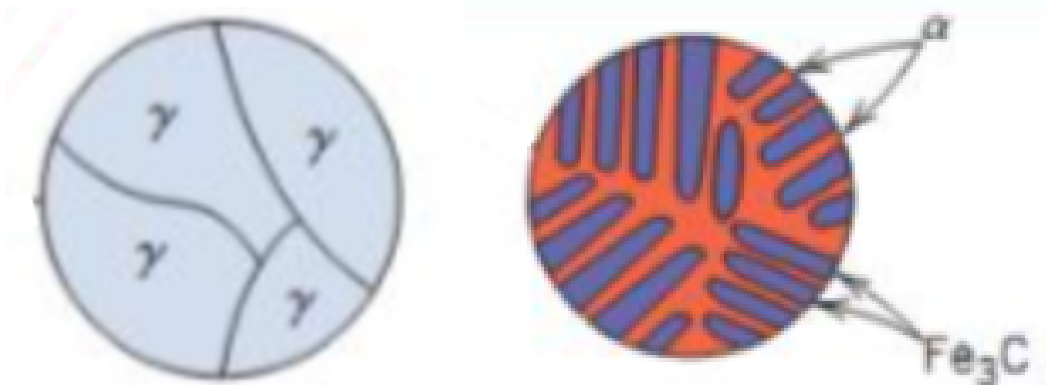


Fases Pró-Eutetóides:

- Fase Pró-Eutetóide de um Aço Hipoeutetóide: Na transformação eutetóide de um aço hipoeutetóide, a fase pró-eutetóide é a austenita (γ). Antes da formação da microestrutura final, composta por ferrita e perlita, a austenita é a fase presente.
- Fase Pró-Eutetóide de um Aço Hipereutetóide: A fase pró-eutetóide de um aço hipereutetóide é a austenita (γ). Antes da formação da microestrutura final, que consiste em cementita e perlita durante a transformação eutetóide, a austenita é a fase presente.

11) Um aço **eutetóide** é resfriado lentamente de 800°C até uma temperatura **imediatamente abaixo** de 727°C. Admitindo que se a austenita transforma-se completamente em perlita ($\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$):

- Calcule a proporção de ferrita-eutetóide:
Ferrita = 0.02% C
- Calcule a proporção de cementita-eutetóide:
Cementita = 6.67% C
- Desenhe as microestruturas a 800°C e na temperatura ambiente.



12) Um aço hipoeutetóide 0,40% de carbono é resfriado lentamente desde 940°C até uma temperatura **imediatamente acima** de 727°C:

- Calcule a proporção de austenita presente no aço;
Austenita = 0.76% C
- Calcule a proporção de ferrita-eutetóide presente no aço;
Ferrita = 0.02% C

- Desenhe as microestruturas nas temperaturas 940°C e ligeiramente acima de 727°C.

