

**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

Prof. Doutor Alexandre Kourbatov

**MATERIAIS DIDÁCTICAS
DA DISCIPLINA “MATERIAIS II”**

Maputo - 2007

Introdução

Este manual destina-se aos estudantes do segundo ano do Departamento de Engenharia Mecânica que frequentam a disciplina “Materiais II” e é útil para os engenheiros mecânicos que trabalham com materiais. O manual contém a informação mais importante da disciplina apresentada de maneira ilustrativa, em forma dos esquemas, diagramas, figuras, etc. Por meio destas ilustrações faz-se tentativa de facilitar a apresentação, percepção e memorização do material da disciplina, a informação mais importante que deve ser memorizada destaca-se de maneira mais comprimida.

No manual descreve-se a teoria e métodos de tratamento térmico, químico-térmico e mecânico-térmico dos aços, seus regimes e campo de uso, apresentam-se os diagramas que permitem determinar as propriedades dos aços depois de diferentes métodos de tratamento térmico. Na segunda parte do manual apresentam-se os materiais metálicos não ferrosos e não metálicos, as regras da sua designação segundo ISO e GOST, o nível das suas propriedades, campo e exemplos de uso.

Minha proposta de Negócio na Internet!

Eu procuro os parceiros com quem vamos fazer o Negócio na Internet. Precisa o acesso a internet, 3-4 h/dia e um investimento financeiro.

Vou ensinar tudo o que seja necessário. O negócio na Internet tem grande perspectiva, permite ficar financeiramente independente dentro dum tempo.

Vejam o clipe <http://b21v.ru/pt/?p=39> e contactam comigo pelo Skype alexandre.kourbatov

Noções gerais

Existem centenas e milhares materiais que se usam para fabricação das peças que se diferenciam pela sua composição química, sua designação, estrutura, suas propriedades, seu campo de uso, preço, etc.

É muito importante saber as regras da designação dos materiais e os materiais próprios de que pode ser feita uma peça. A designação do material, baseada na sua composição química, é mais usada. Existem diferentes sistemas da designação dos materiais: ISO, GOST, DIN, etc. Há de saber alguns sistemas da designação para uso quotidiano na engenharia!

Uma peça tem que ser fabricada do material que tem propriedades mecânicas, físicas, químicas suficientes para garantir seu funcionamento seguro, para suportar todas as condições do seu funcionamento e propriedades tecnológicas e económicas suficientes para garantir sua fabricação efectiva!

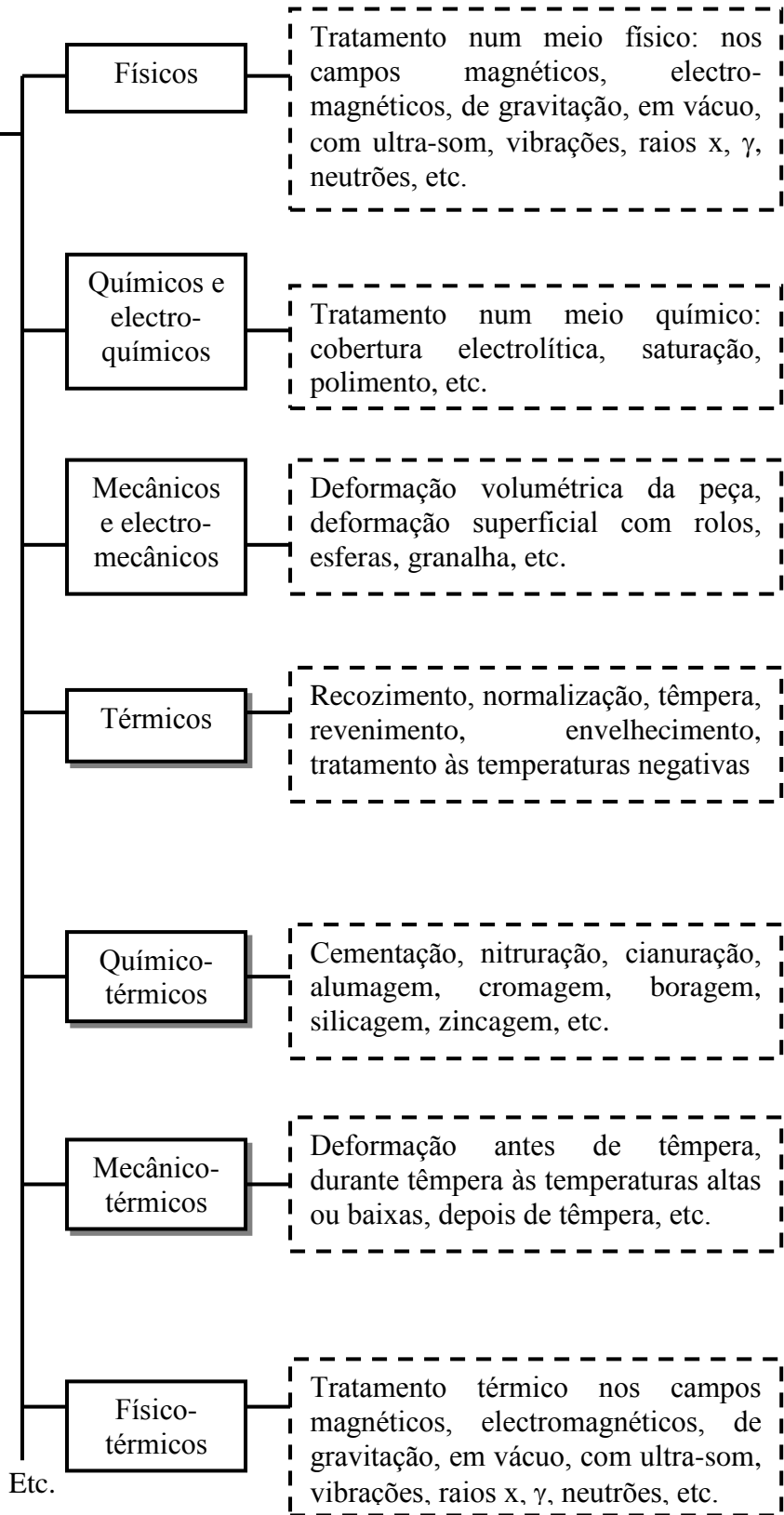
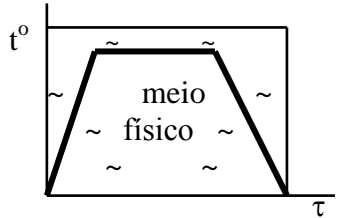
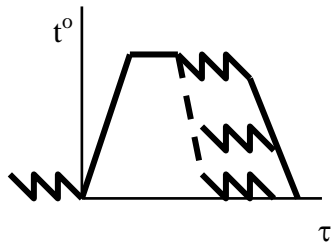
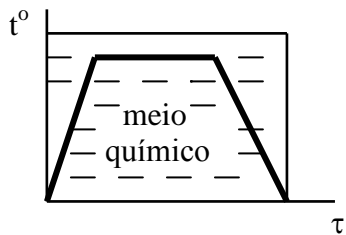
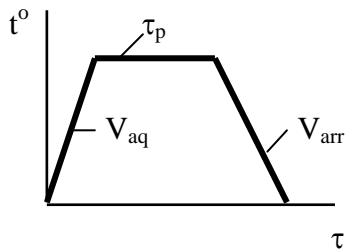
As propriedades dum material dependem da sua composição química, sua estrutura atômica, cristalina, microestrutura e macroestrutura.

Um mesmo material, o material da mesma composição química pode ter diferentes estruturas, diferentes propriedades em função dos métodos e condições do seu tratamento!

Por variação da estrutura dum material, realização dos métodos diferentes do seu tratamento pode-se alterar suas propriedades, equilibrar seu estado, melhorar funcionamento da peça, facilitar sua fabricação!

É muito importante saber as principais propriedades mecânicas, físicas, químicas, tecnológicas e económicas que pode ter um material depois de diferentes métodos de tratamento, escolher os métodos e condições de tratamento que garantem as propriedades pretendidas duma peça!

Métodos de tratamento, de alteração das propriedades dum material

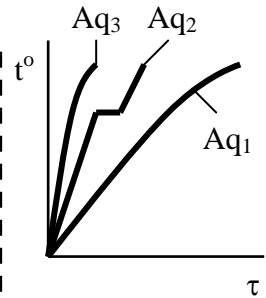


Teoria de TT (Tratamento Térmico)

Etapas principais e regimes de TT

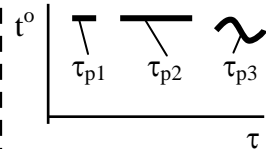
Aquecimento

$t_{aq}^o = 60^{\circ}\text{C} \div 1300^{\circ}\text{C};$
 $V_{aq} = 60^{\circ}/\text{h} \div 900^{\circ}/\text{h}$
 (1000°/s);
 $\tau_{aq} = X \text{ s} \div X \text{ dias};$
 Tipo de aquecimento:
 1) lento; 2) com
 pausa; 3) rápido



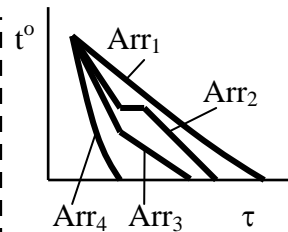
Pausa

$\tau_p = X \text{ s} \div X \text{ dias};$
 Tipo da pausa:
 1) curta; 2) longa;
 3) com variação da
 temperatura



Arrefecimento

$V_{arr} = 10^{\circ}/\text{h} \div 1200^{\circ}/\text{s};$
 $\tau_{arr} = X \text{ s} \div X \text{ dias};$
 Tipo de arrefecimento:
 1) lento; 2) com
 pausa; 3) em dois
 meios; 4) rápido



$$t_{aq}^o = f(\dots)$$

Método de tratamento térmico

Recozimento, normalização, têmpera, revenimento, etc.

Composição química do material

$$V_{aq/arr} = f(\dots)$$

Método de tratamento térmico

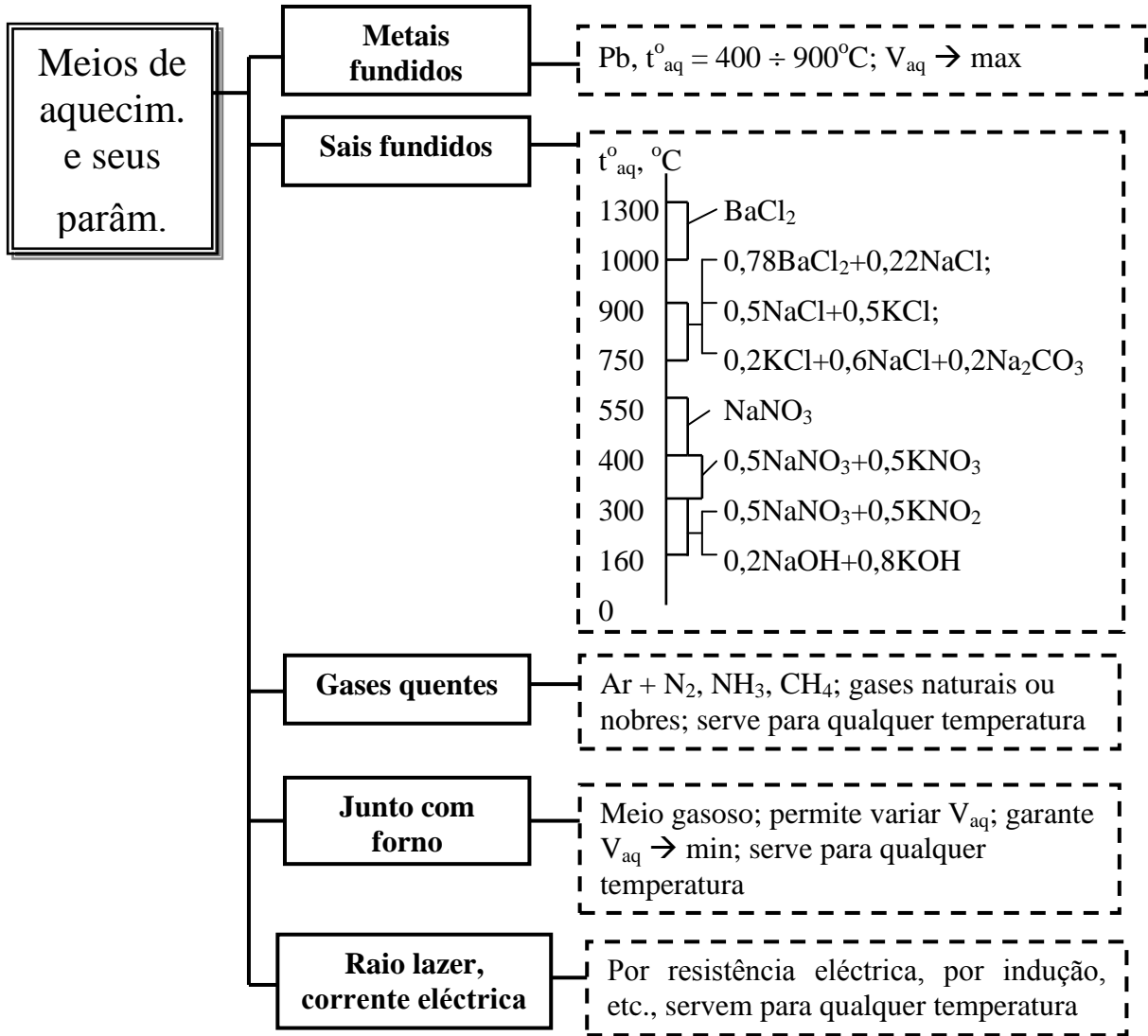
Recozimento, normalização, têmpera, revenimento, etc.

Parâmetros da peça

Massa, forma, dimensões, disposição no forno, composição do material

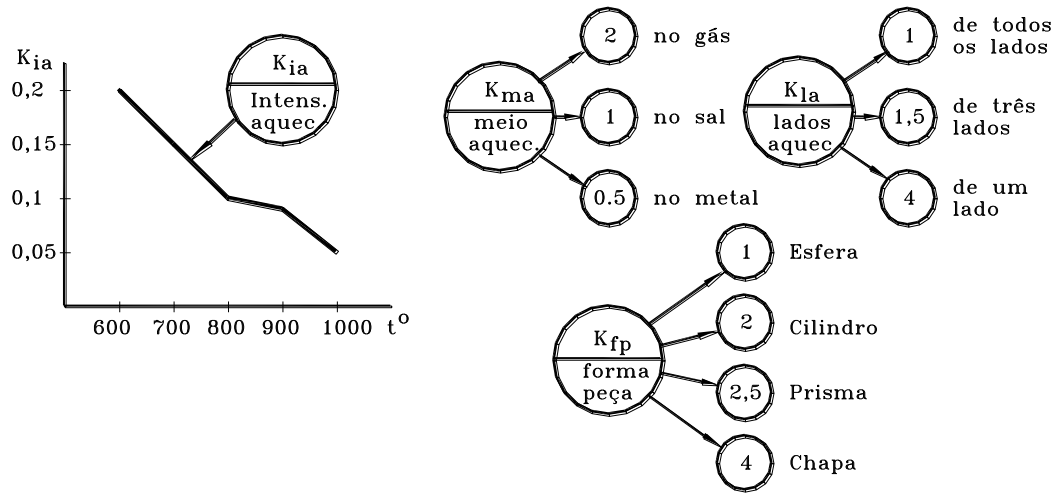
Parâmetros do forno, meio de aquecimento / arrefecimento

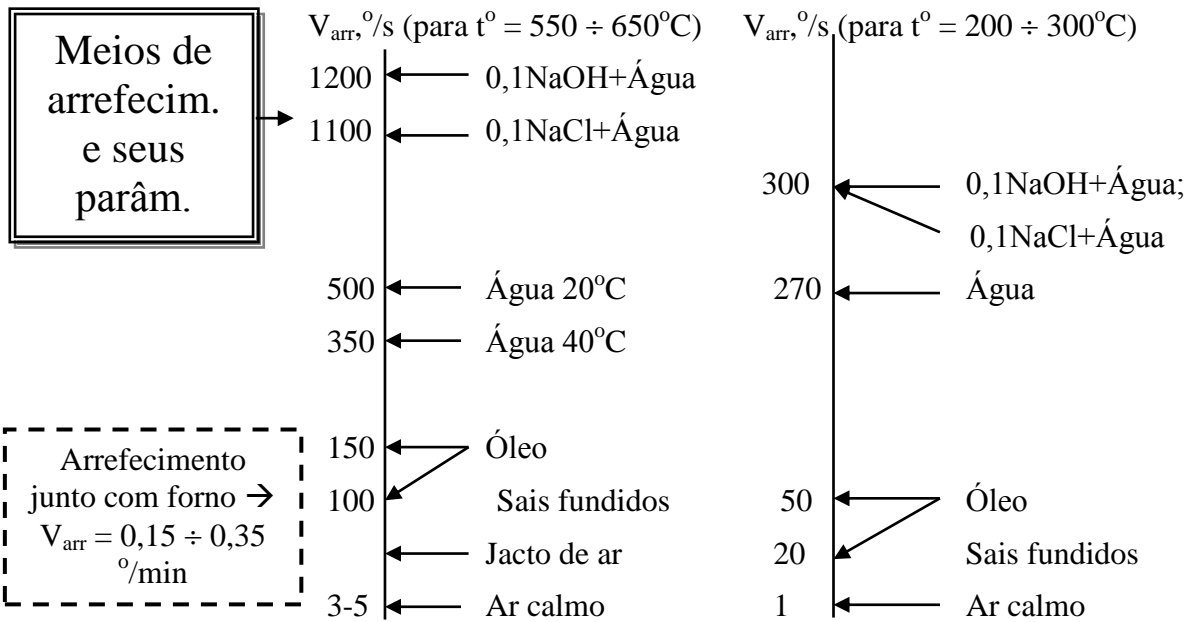
Volume, potência do forno, meio ambiente



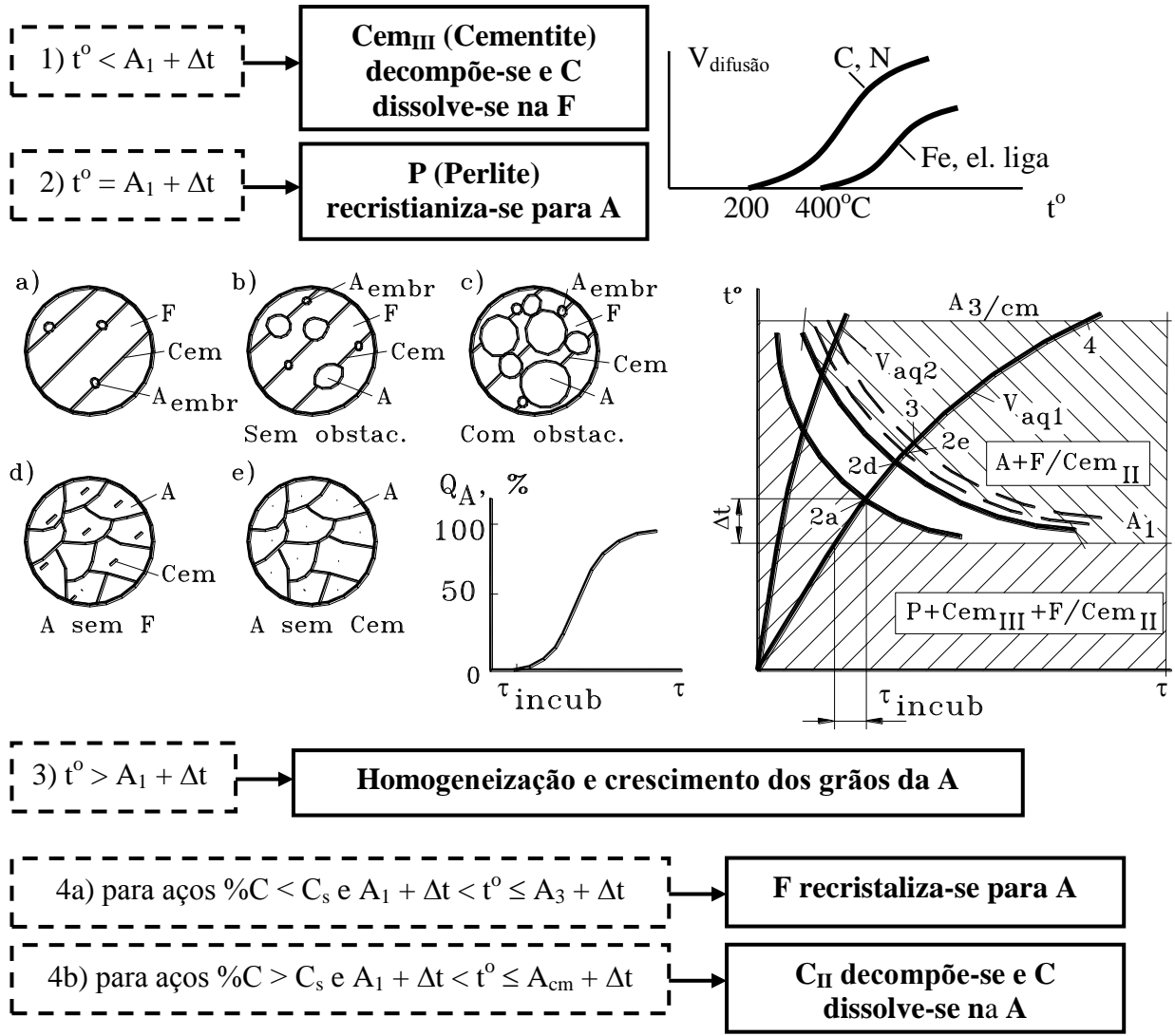
$$\tau_{aq} = t_{aq}^{\circ} / V_{aq}; \quad \tau_{arr} = t_{arr}^{\circ} / V_{arr};$$

$$\tau_{aq} = D_{\text{max}}^{\text{min}} \cdot K_{ia} \cdot K_{ma} \cdot K_{fp} \cdot K_{la}, [^{\circ}/\text{min}]$$

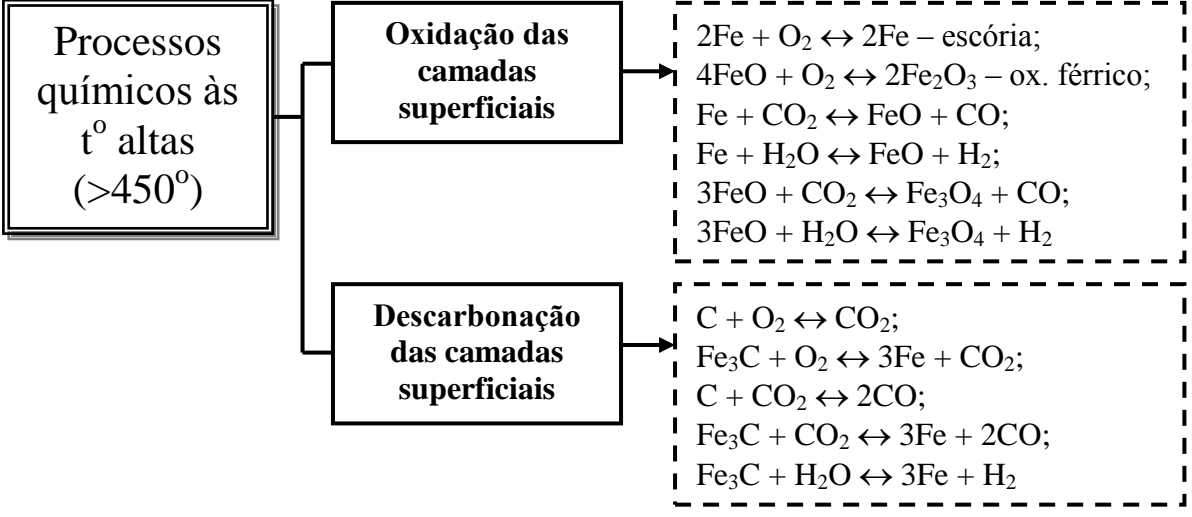
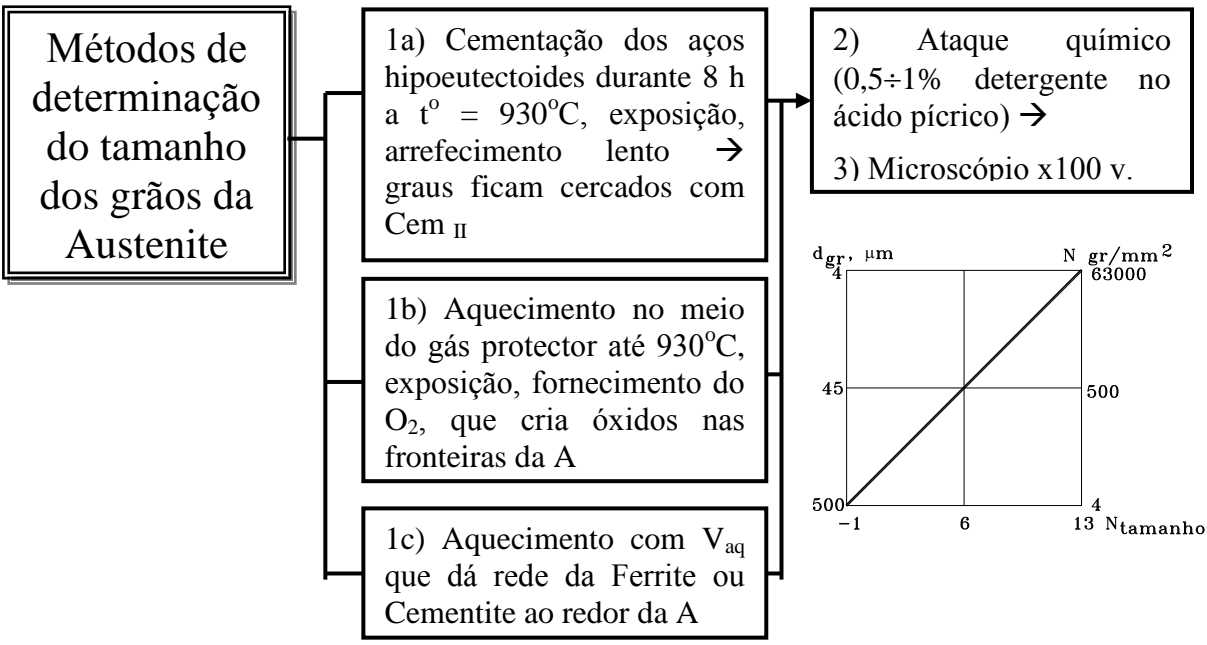
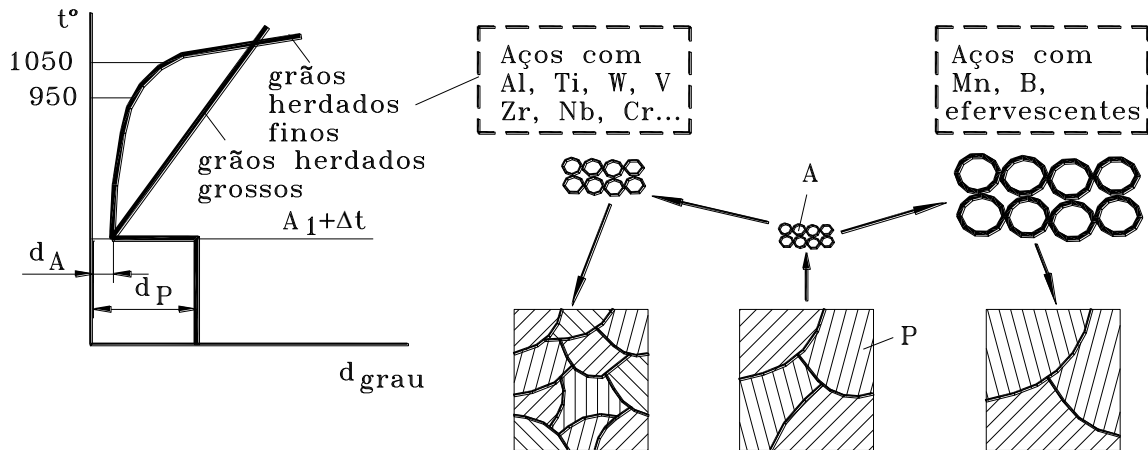




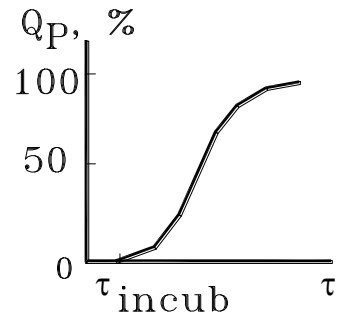
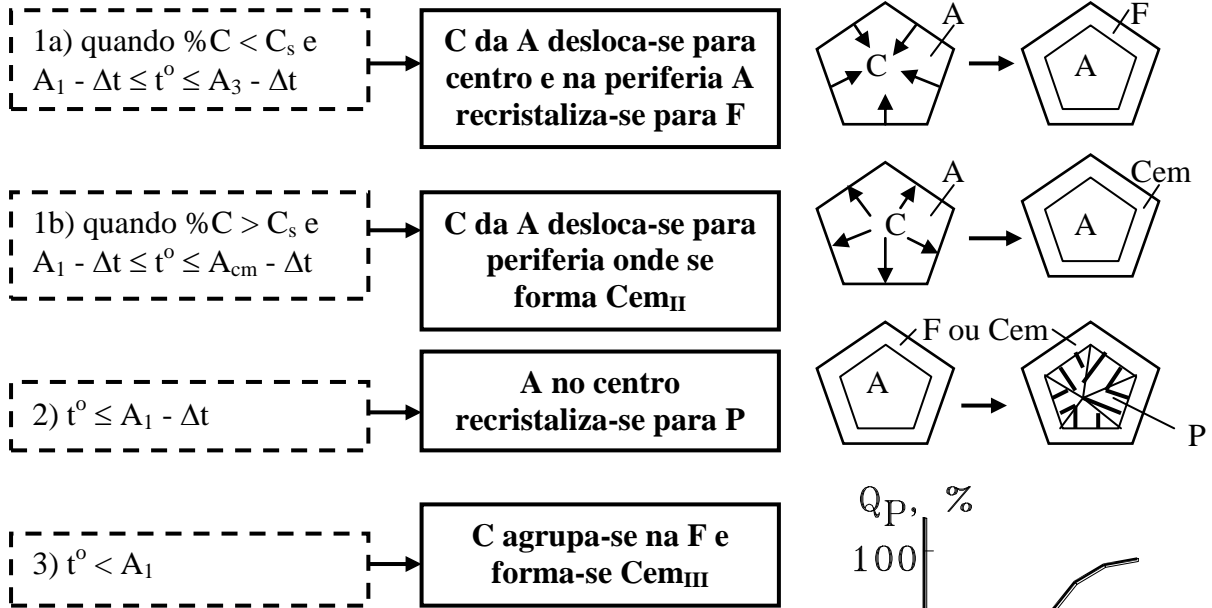
Transformações nos aços durante aquecimento



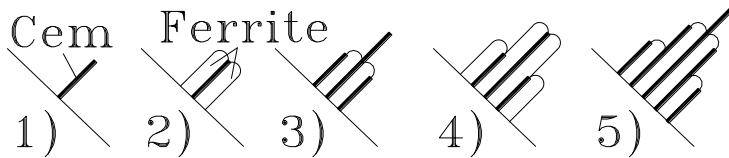
Crescimento dos grãos da Austenite



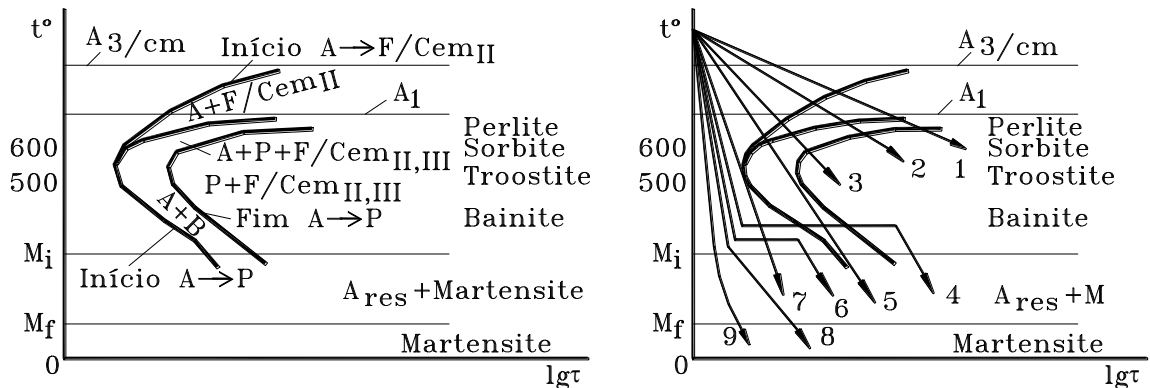
Transformações nos aços durante arrefecimento



Etapas de recristalização da Austenite para Perlite



Diagramas de transformação durante arrefecimento



Da Austenite homogéneo forma-se Perlite lamelar, da Austenite heterogéneo forma-se Perlite granular

Dependência das propriedades da peça temperada

$$V_{cr} = f$$

Composição química

Co ↗, outros elementos ↘

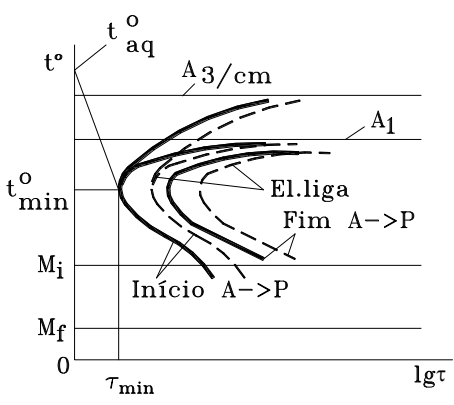
Dimensão da A

Fino ↗, grosso ↘

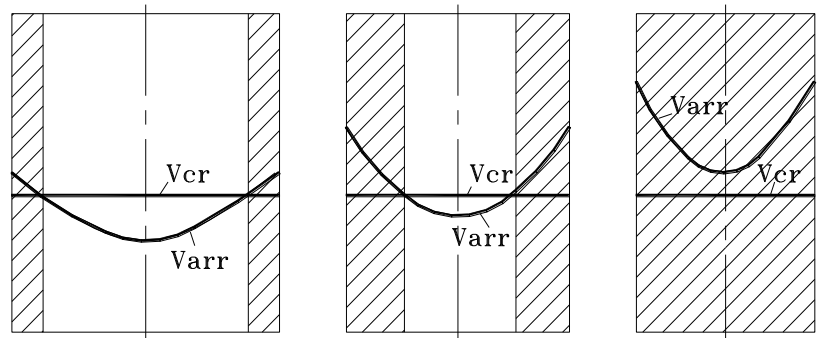
Inclusões não dissolvidas em A

↗ V_{cr} : carbonetos, óxidos, não metais, metalóides

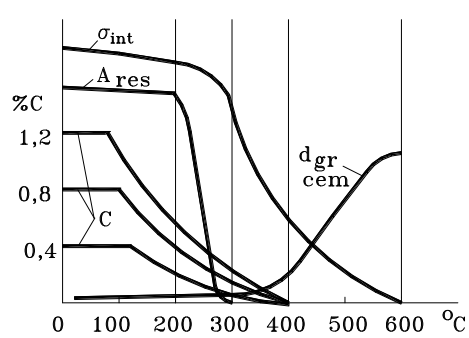
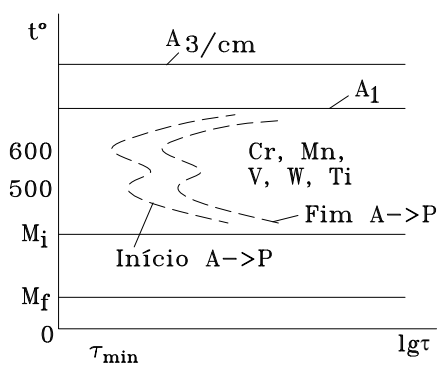
$$V_{cr} = (t_{aq}^0 - t_{min}^0) / 1,5\tau_{min}$$



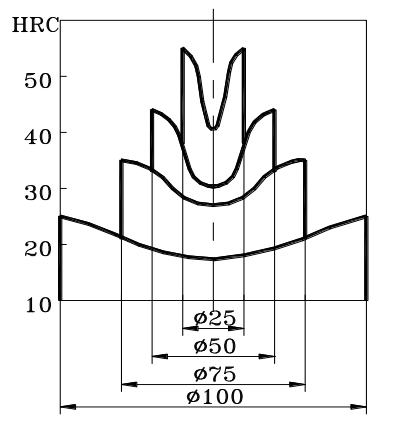
Influência dos elementos de liga



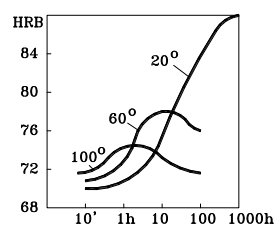
Dependência da espessura temperada do diâmetro da peça



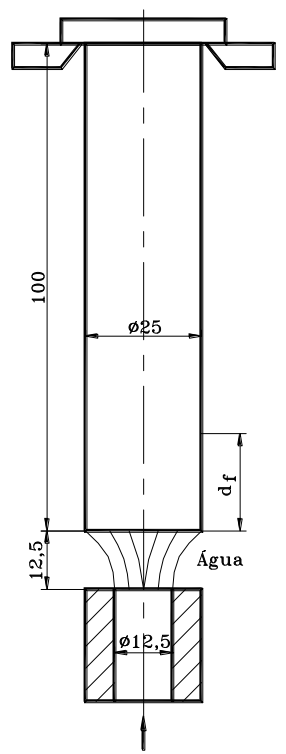
Transformações durante aquecimento depois da têmpera



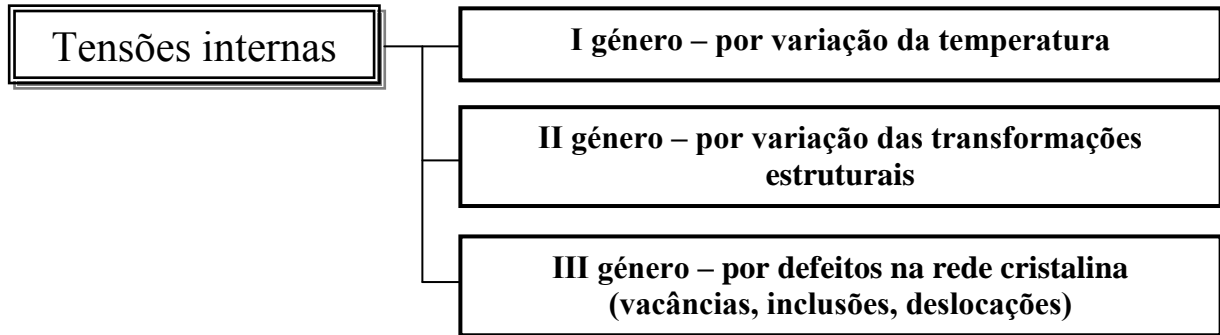
Variação da dureza do aço 45 em função do diâmetro da peça



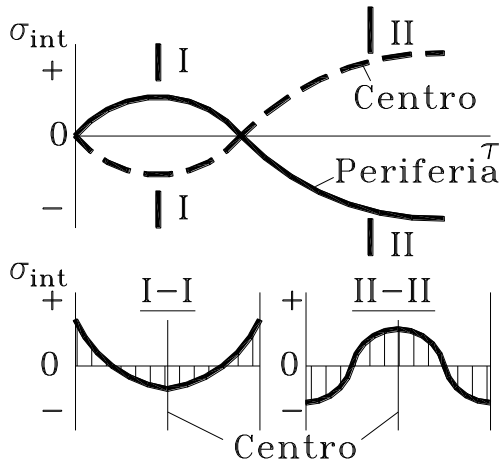
Influência do envelhecimento. Aço 06 depois de têmpera



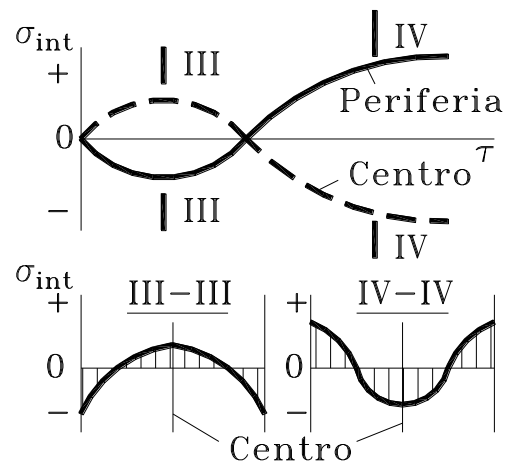
Esquema de ensaio do diâmetro crítico



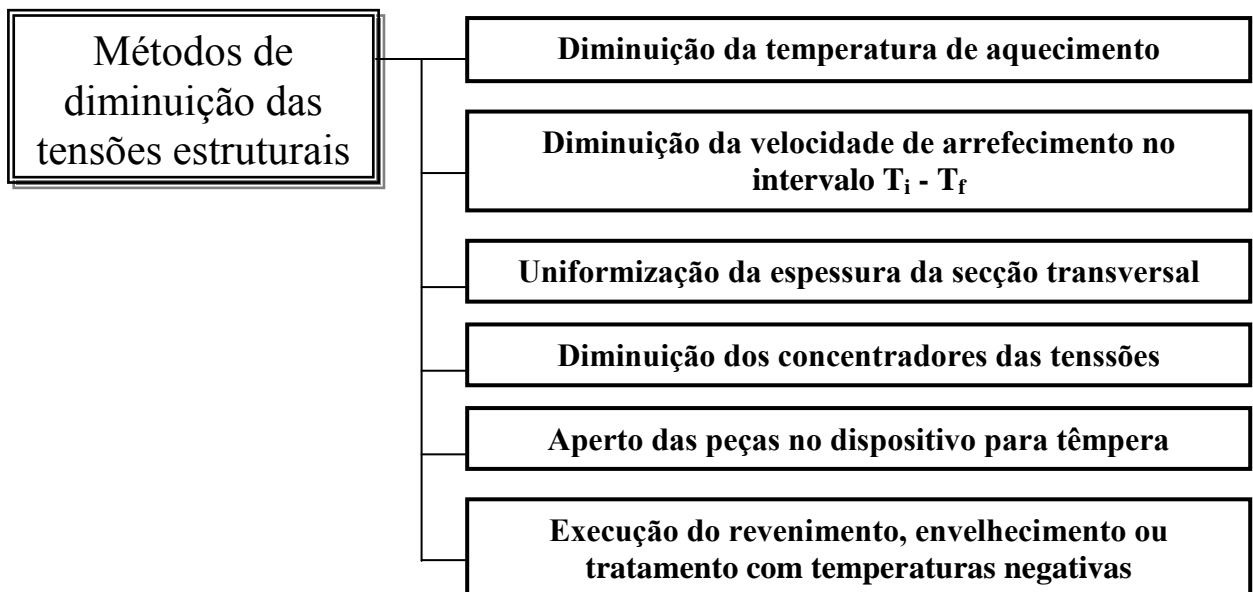
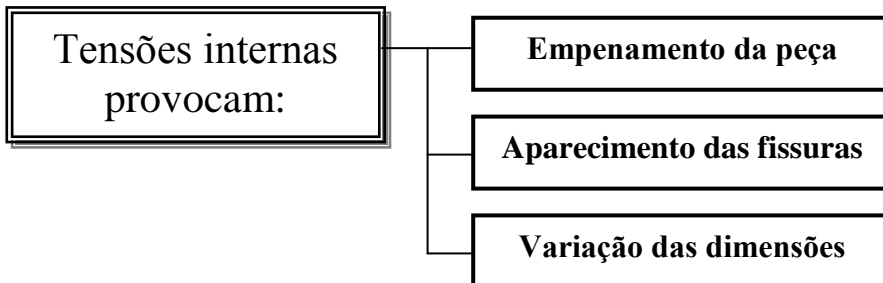
Variação das tensões térmicas

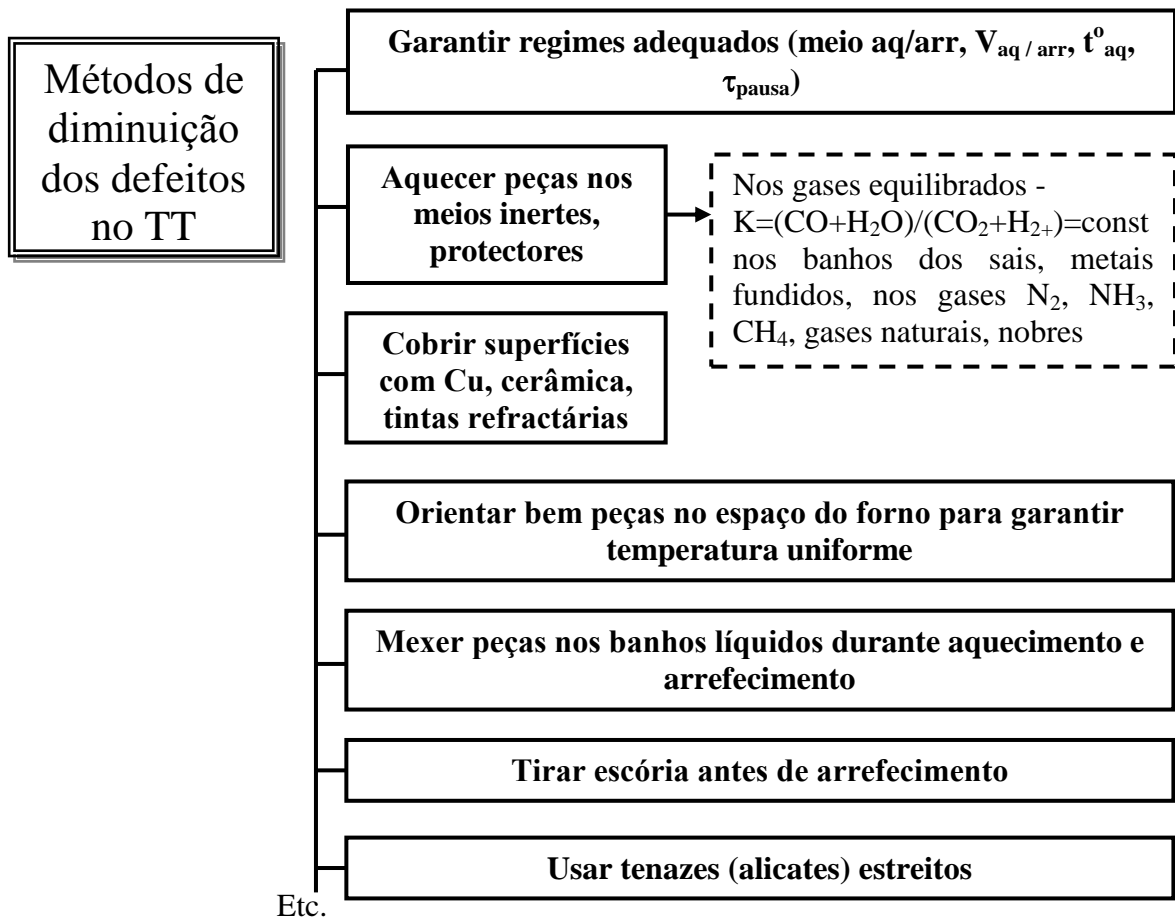
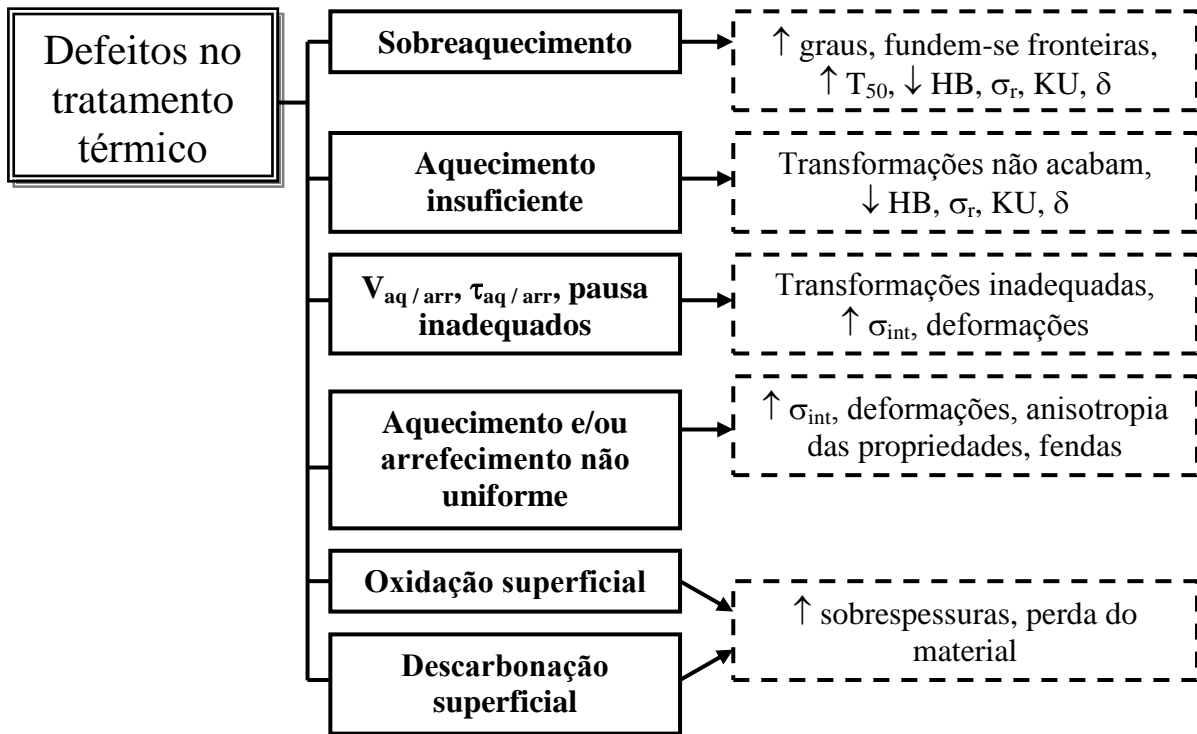


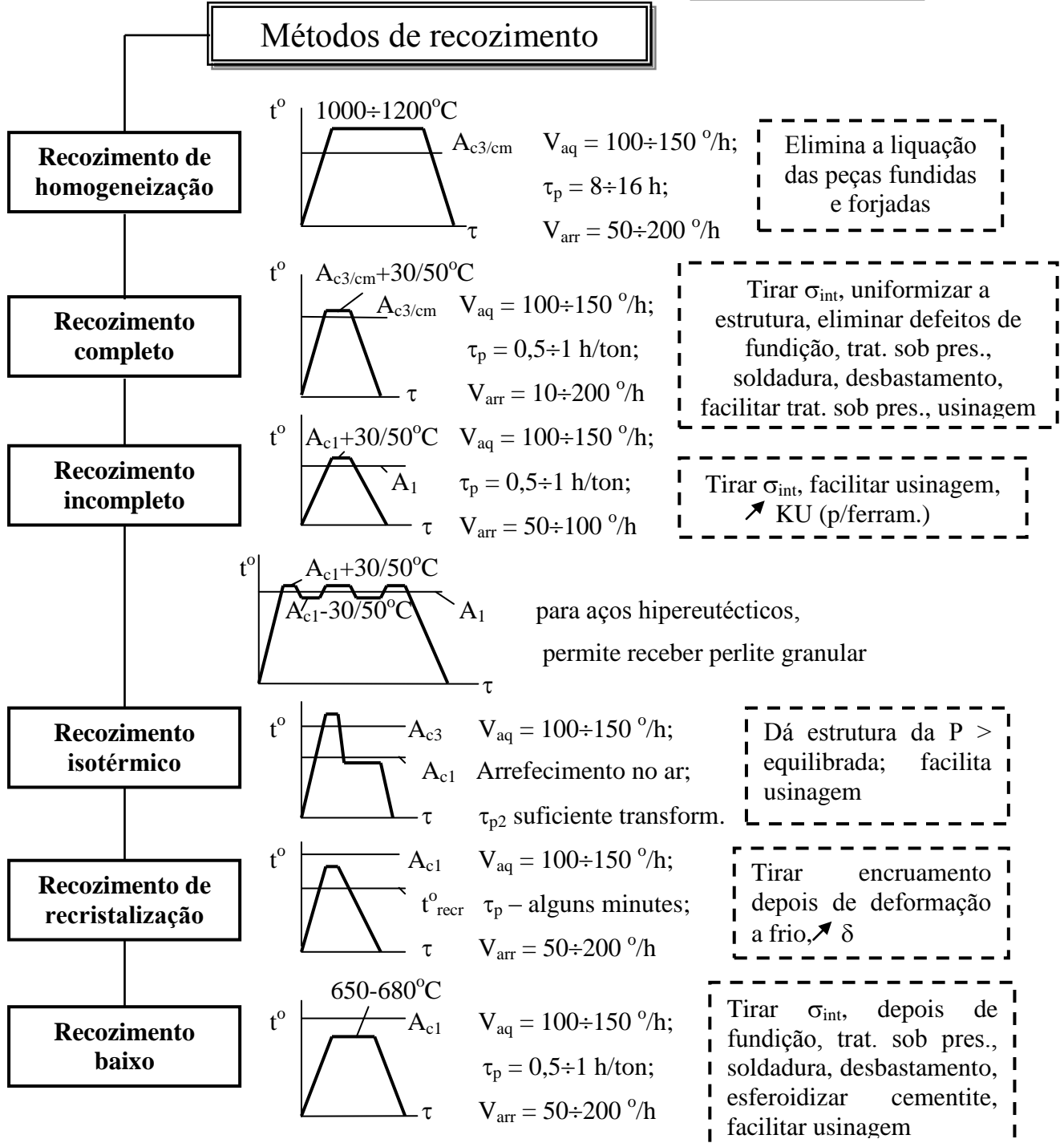
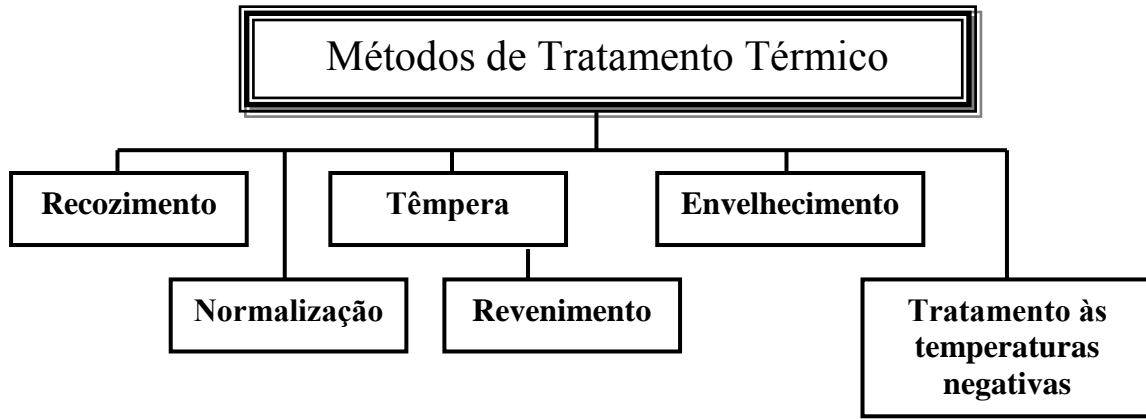
Variação das tensões estruturais



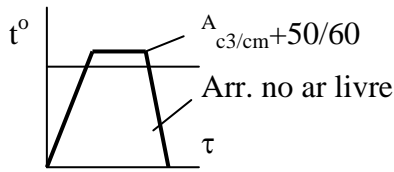
As tensões positivas na periferia levam a diminuição da resistência ao desgaste e à fadiga







Normalização



$V_{aq} = 100 \div 150 \text{ } ^\circ\text{h}$

ou no forno quente;

$\tau_p = 0,5 \div 1 \text{ h}; V_{arr} = 1/3 \text{ } ^\circ\text{h}$ (no ar livre)

$C < C_s \ t_{aq} = A_{c3} + 30/50 \text{ } ^\circ\text{C};$

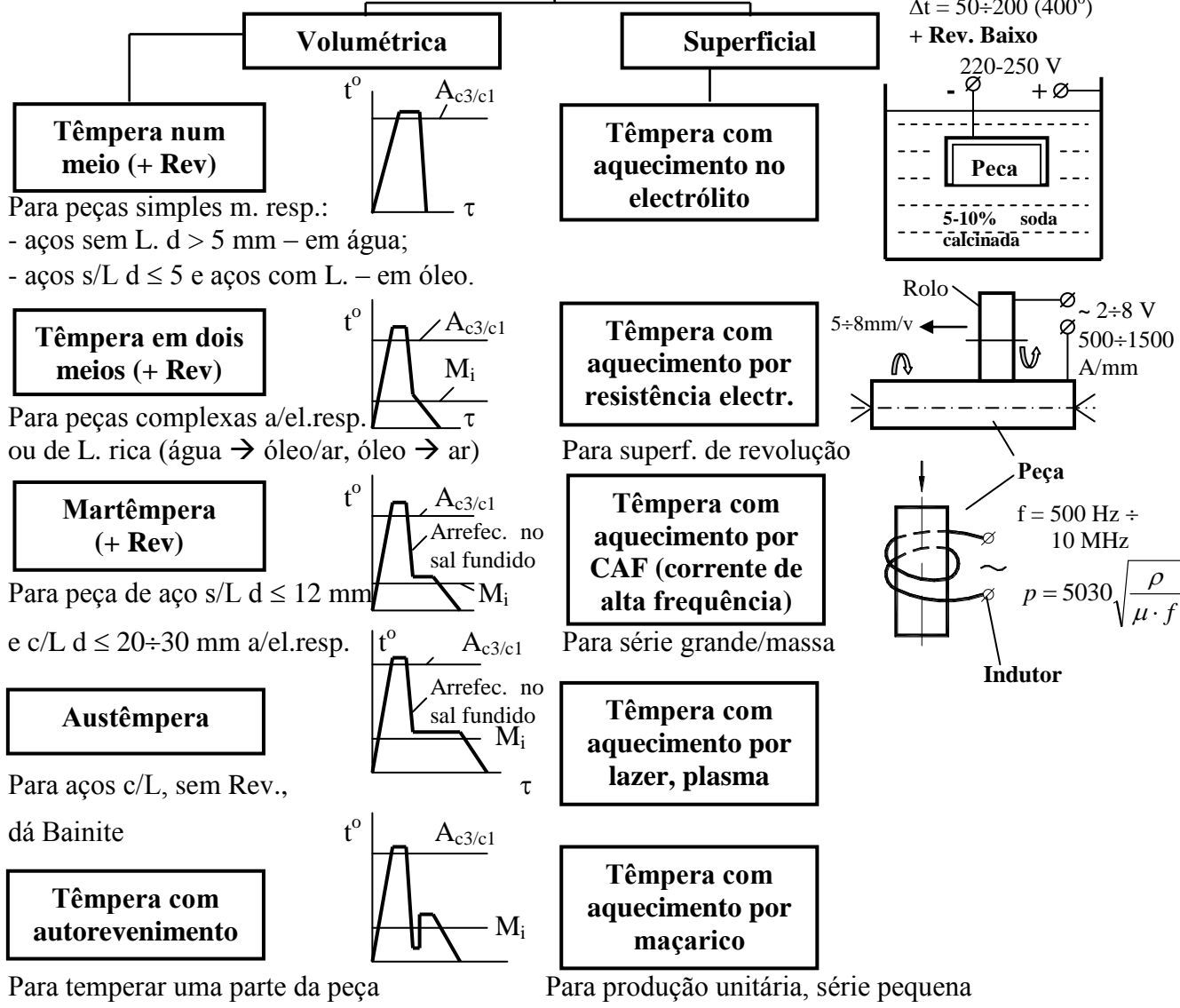
$C \geq C_s \ t_{aq} = A_{c1} + 50/70 \text{ } ^\circ\text{C};$

Aqec. ráp.; $\tau_p = 0,2 \tau_{aq}; V_{arr} > V_{cr}$

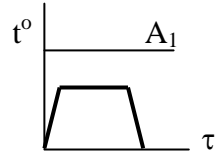
↘ dimensões dos graus, σ_{int} depois de fundição, forjadura, estampagem a quente, ↗ usinabilidade, para aços de M/A %C dá sorbite.
 Para aços de B%C – em vez de recozimento (> rápido, > barato)
 Para aços M%C – em vez de têmpera e Rev. Alto - (> rápido, > barato mas dá sorbite de < HB, δ e KU).
 Para aços hipereutectóides – dá Cem II granular, > KU (import. para ferram.)

Métodos de Têmpera

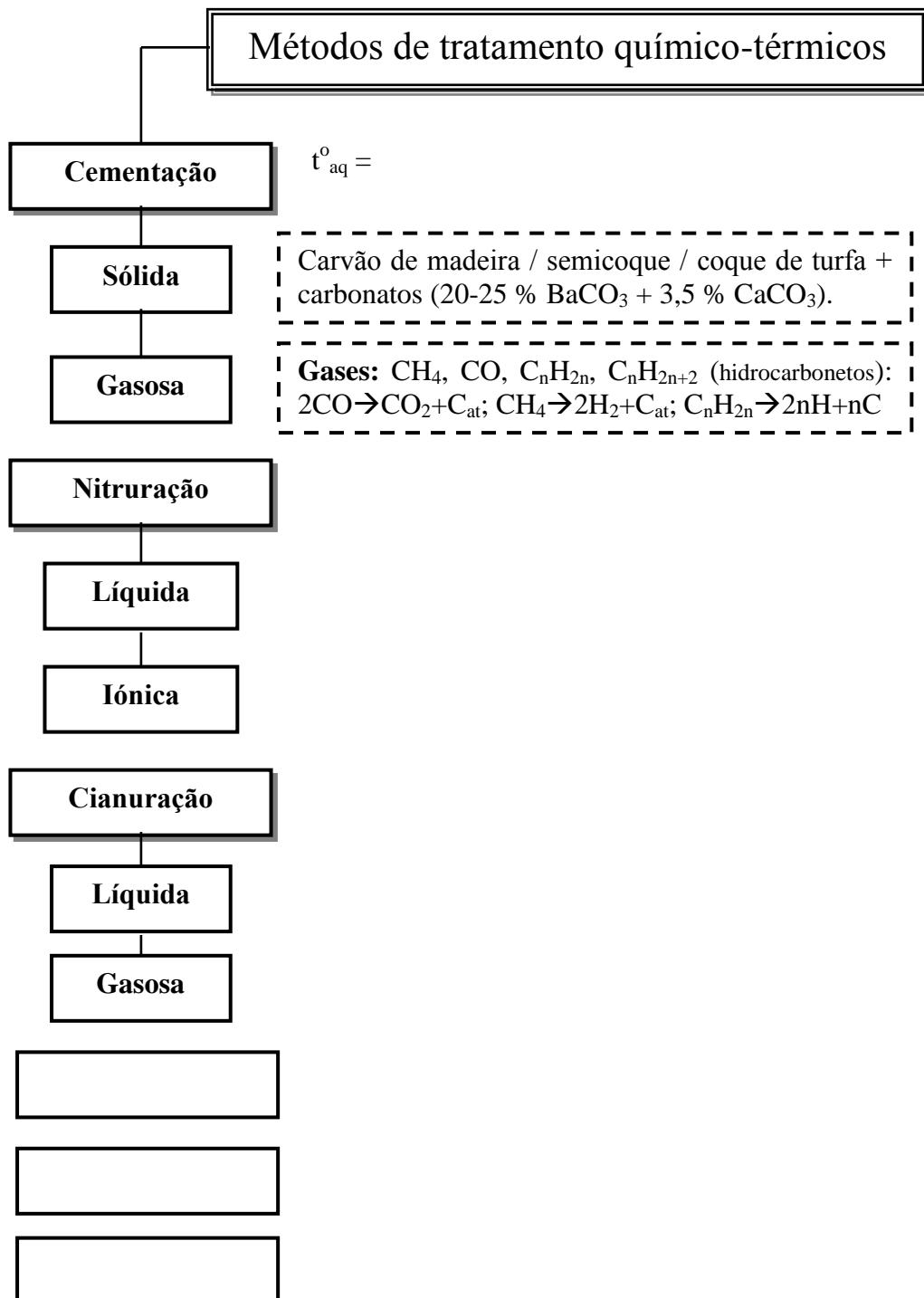
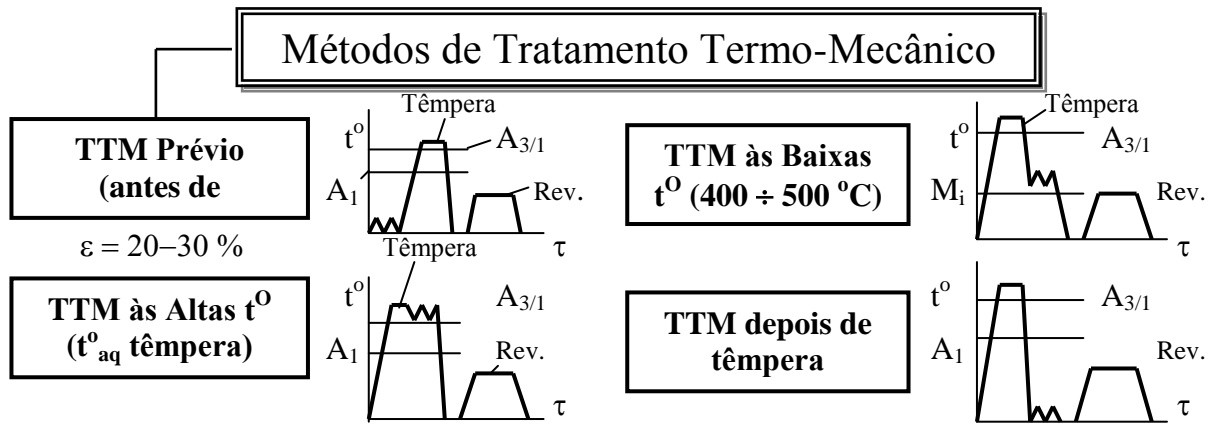
Para ↗ HB e σ_r

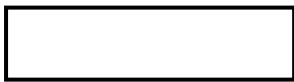
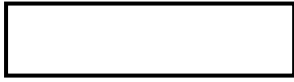


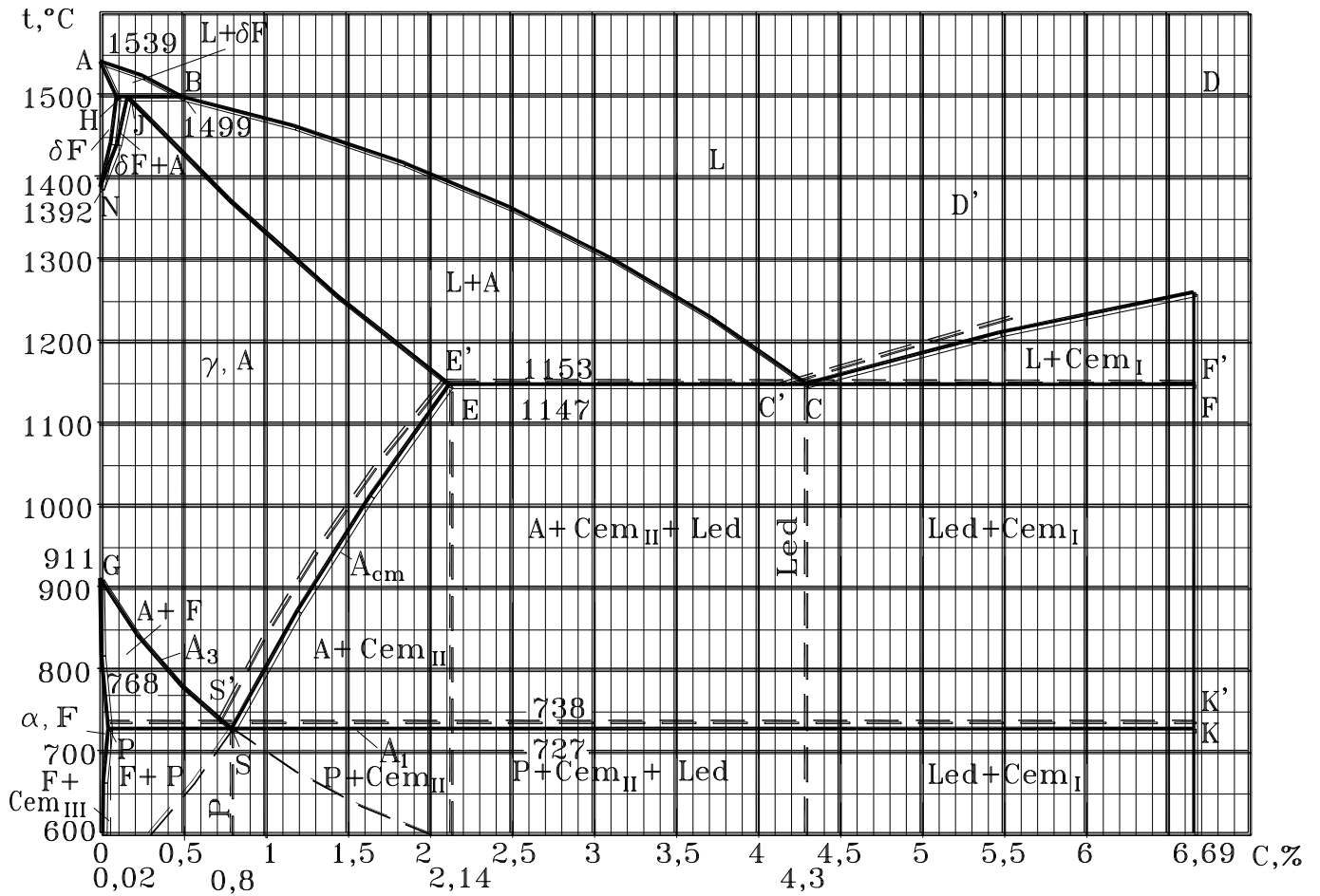
Revenimento



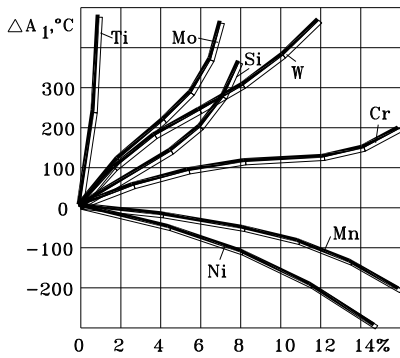
- Rev. Alto:** $t_{aq} = 550-650 \text{ } ^\circ\text{C}$, $\tau_p = 2-3 \text{ h}$ → Sorbite
- Rev. Médio:** $t_{aq} = 400-500 \text{ } ^\circ\text{C}$, $\tau_p = 1-2 \text{ h}$ → Troostite
- Rev. Baixo:** $t_{aq} = 80-200 \text{ } ^\circ\text{C}$, $\tau_p = 0,2-1 \text{ h}$ → Martensite



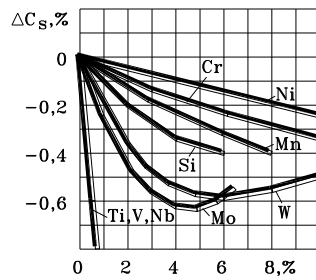




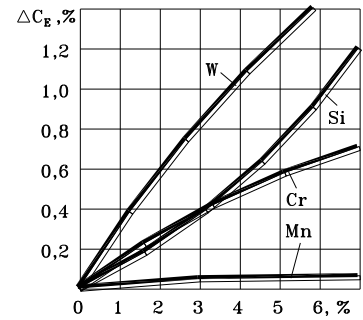
Diagramas Fe-Fe₃C e Fe-C



Variação da temperatura A₁ em função do teor dos elementos de liga

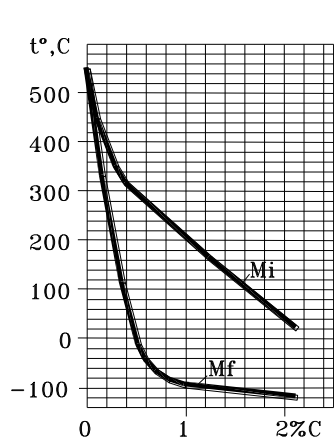


Variação do teor de carbono na eutectóide em função do teor dos elementos de liga

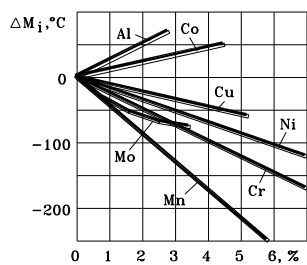


Variação do teor de carbono do ponto E do diagrama Fe-Fe₃C em função do teor dos elementos de liga

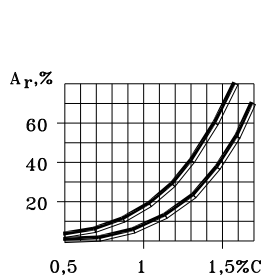
$$\begin{aligned}
 A_{1L} &= 727 + \sum \Delta A_{1i} & C_{SL} &= 0,8 + \sum \Delta C_{Si} \\
 A_{3L} &= A_3 + \sum \Delta A_{1i} + 230 \sum \Delta C_{Si} \\
 A_{cmL} &= A_{cm} + \sum \Delta A_{1i} - 314 \sum \Delta C_{Si} \quad - \text{para } C_L > 0,8 \\
 A_{cmL} &= A_{1L} + 314(C_L - C_{SL}) \quad - \text{para } C_{SL} < C_L < 0,8
 \end{aligned}$$



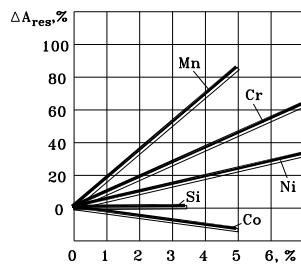
Início Mi e fim Mf da transformação martensítica do aço carbono



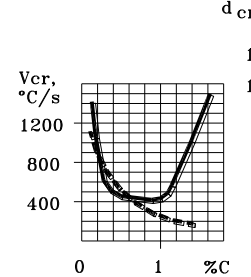
Varição da temperatura do início de transformação martensítica Mi em função do teor dos elementos de liga



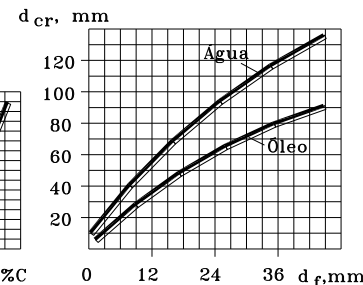
Austenite residual para aço carbono



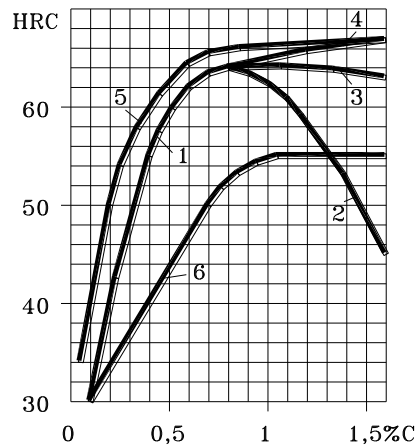
Varição da quantidade da austenite resíduo em função do teor dos elementos de liga



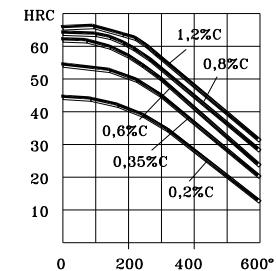
Velocidade crítica da têmpera do aço carbono



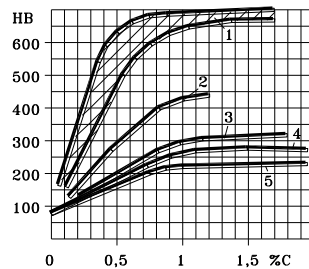
Determinação do diâmetro crítico d_{cr} da têmpera em função da distância da face d_f da amostra



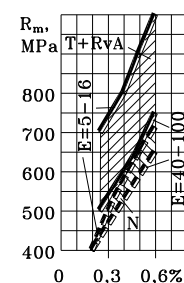
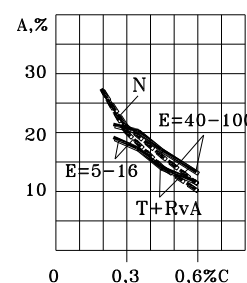
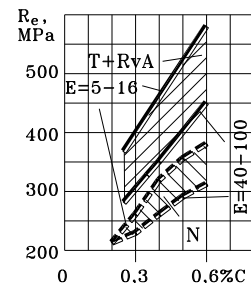
Dureza depois de têmpera:
1 - da $t^* > Ac_3$;
2 - da $t^* > Ac_m$;
3 - da $t^* > Ac_1$;
4 - da martensite;
5 - máxima;
6 - da semimartensite



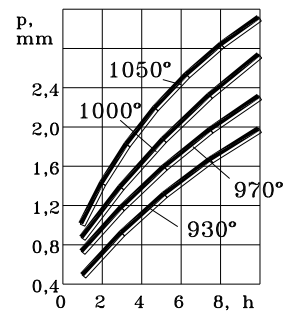
Dureza em função da temperatura de revenimento e do teor de carbono



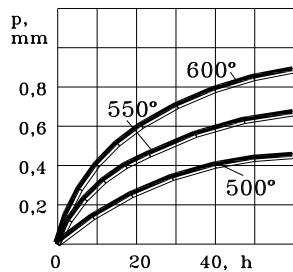
Dureza em função do %C e diferentes tratamentos térmicos:
1 - têmpera em água;
2 - têmpera em óleo;
3 - normalização;
4 - recozimento completo;
5 - recozimento incompleto



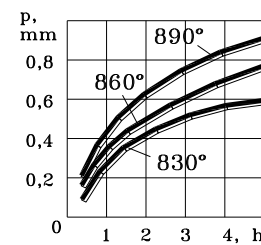
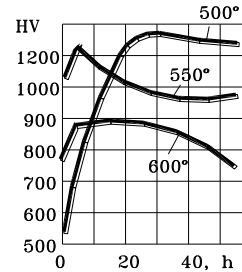
Propriedades mecânicas depois de normalização N (tracejado), têmpera e revenimento alto T+RvA (linhas cheias) para diferentes espessuras E da peça



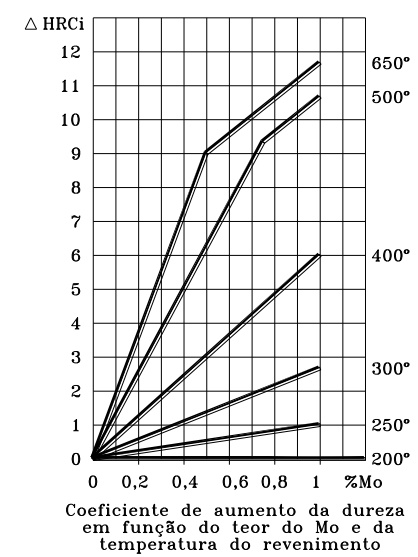
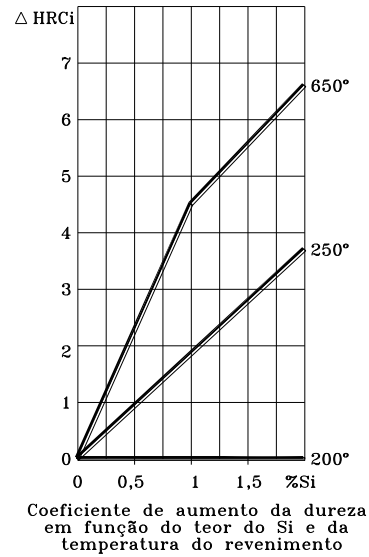
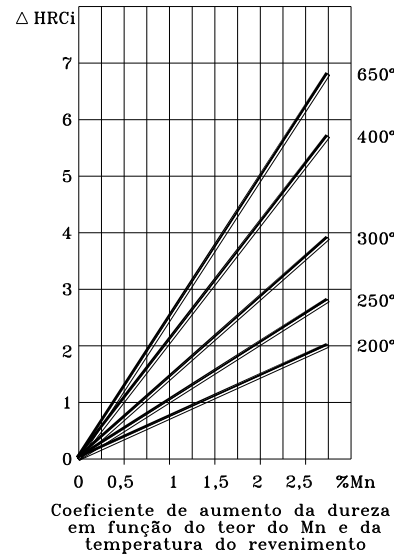
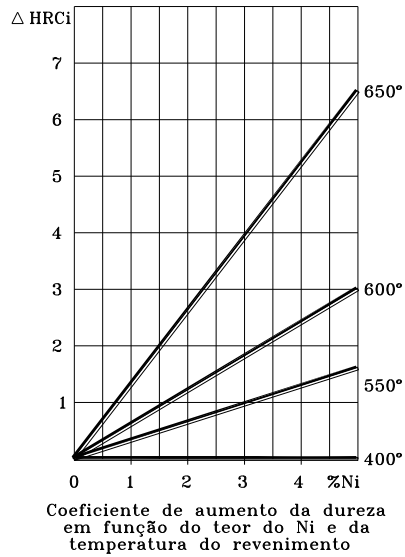
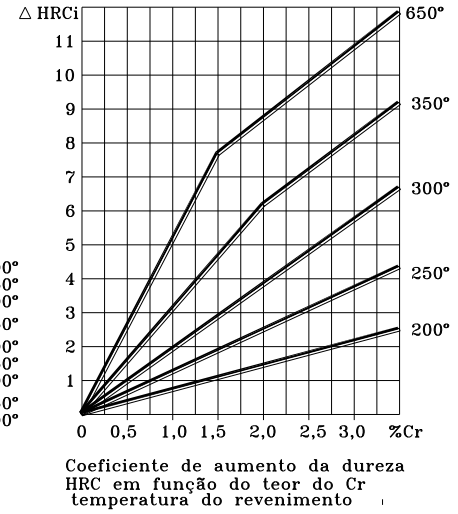
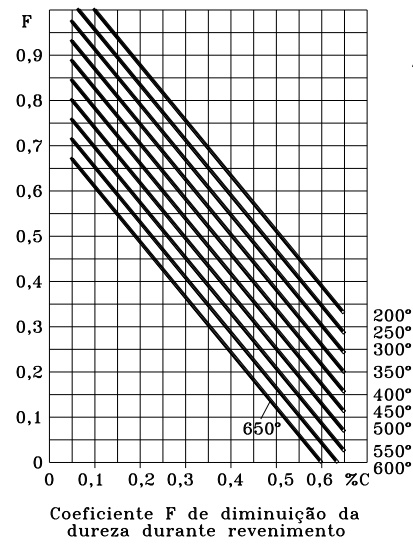
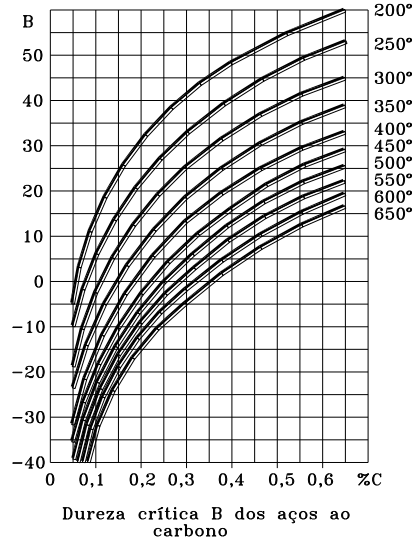
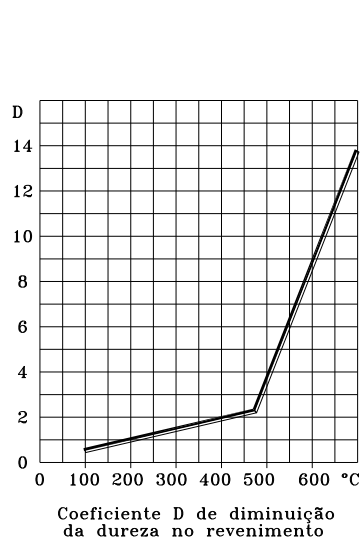
Profundidade da camada cementada em função do tempo e da temperatura de saturação



Profundidade da camada nitrada e sua dureza em função do tempo e da temperatura de saturação



Profundidade da camada cianurada em função do tempo e da temperatura de saturação



Perguntas de Materiais 2

Perguntas para Teste 1

1. De que dependem as propriedades mecânicas, físicas, químicas, tecnológicas dum material?
2. Que propriedades mecânicas, físicas, químicas, tecnológicas tem que ter um material de que se pretende fabricar uma peça?
3. Descrever a metodologia de avaliação do nível / e determinação do valor aproximado das propriedades mecânicas dos aços (R_m , $R_{p0.2}$, HB, A, KU) depois de diferentes métodos de tratamento térmico.
4. Descrever a metodologia de determinação das tensões admissíveis dos aços: a tracção, compressão, flexão, torção, cisalhamento, de fadiga a tracção, flexão, torção.
5. Determinar as propriedades mecânicas (R_m , $R_{p0.2}$, HB, A, KU) / tensões admissíveis (a tracção, compressão, flexão, torção, cisalhamento, de fadiga a tracção, flexão, torção) que pode ter aço / ferro fundido _____ depois de laminagem a quente / recozimento / normalização / cementação / têmpera e revenimento baixo / médio / alto.
6. Descrever a metodologia de avaliação do nível das propriedades tecnológicas dos materiais diversos: de fundição / tratamento sob pressão / soldadura / usinagem / tratamento térmico.
7. Que propriedades de fundição / tratamento sob pressão / soldadura / usinagem / tratamento térmico tem aço / ferro fundido _____ e por que ?
8. Que tipos dos materiais ferrosos / aços / ferros fundidos têm maus / satisfatórias / boas propriedades de fundição / tratamento sob pressão / soldadura / usinagem / tratamento térmico e por que ?
9. Indicar a designação GOST e/ou ISO de um material de que pode ser feito(a):
 - corpo de paredes finos (recipiente de água / produtos de petróleo / gás comprimido / gás líquido / de industria alimentícia / química / corpo de mobília / fogão / frigorífico / forno / navio / carroçaria dum automóvel / camião / vagão / aparelho eléctrico / electrónico / loiça / caldeira a vapor / conduto de ar / cobertura de telhado);
 - estrutura metálica (carcaça) (de mecanismo / máquina / guindaste / telhado dum edificio pequeno / grande / armação do betão dum edificio de poucos / muitos andares);
 - tubos / condutos (de ar comprimido / água / gás natural / produtos de petróleo / evaporador / condensador / caldeiro / turbina a gás / a vapor/ ar quente dum alto-forno);
 - corpo de paredes grossas (bomba de água / redutor / caixa de velocidades / de avanço / cabeçote fixo dum torno / motor de combustão interna / eléctrico) / peça maciça (base / barramento duma máquina / carro / mesa duma máquina-ferramenta de potência pequena / média / grande);
 - peça de revolução (veio duma máquina-ferramenta / turbina / bucha / engrenagem / roda estrelada / polia / tambor / rolamento / porca / parafuso / pino / anilha / rebite / prego) / peça maciça (chaveta / mola / alavanca / biela / manivela / acoplamento / suporte);
 - medidor (régua /esquadro / escantilhão / calibre macho / fêmea /paquímetro / suta / micrómetro) / lima / serra / escopro / martelo / faca / broca / alargador / mandril / macho / caçonete / fresa / matriz e punção para estampagem a frio / a quente / molde metálica;

de responsabilidade baixa / média / alta de espessura / diâmetro de _____ mm / quando a massa tem / não tem grande influência no seu funcionamento e que trabalha:

- com tensões a tração / compressão / flexão / torção / cisalhamento pequenas / médias / grandes / de valor _____;
- sem / com choques pequenas / médias / grandes;
- sem / com atrito pequeno / médio / grande;
- no meio ambiente de agressividade pequena / média / grande;
- com temperaturas normais / altas / negativas de _____ °C.

10. Transformar a designação GOST / ISO do aço ao carbono / com liga pobre / rica / para fundição / de corte fácil / ao carbono para ferramentas / aço rápido / ferro fundido cinzento / maleável / esferoidal _____ para designação ISO / GOST e indicar a sua composição química e os exemplos / as condições do seu uso (responsabilidade da peça, espessura das suas paredes, tipo e valor das tensões admissíveis, nível dos choques, do desgaste, meio ambiente, faixa das temperaturas).

11. Quais são os métodos de variação das propriedades dum material?

12. O que representam os métodos de tratamento mecânicos / físicos / químicos / térmicos / mecânico-térmicos / químico-térmicos / físico-térmicos (apresentar o esquema e dar explicação) e por causa de que fenómenos se variam as propriedades dos materiais?

13. Quais são as etapas principais dum processo térmico e que tipos eles podem ter (apresentar os esquemas e dar explicação)?

14. Quais são os parâmetros (regimes) caracterizam o processo de aquecimento / exposição / arrefecimento ?

15. De que dependem os regimes de aquecimento / exposição / arrefecimento, como se determinam e que nível eles têm?

16. Que meios de aquecimento / arrefecimento se usam e que características eles têm?

17. Apresentar as fórmulas de cálculo do tempo de aquecimento e dar sua explicação.

18. Apresentar os diagramas de variação da temperatura no meio da peça durante aquecimento e arrefecimento e dar explicação.

19. Que transformações acontecem durante aquecimento dos aços (sem pormenores) e em que temperaturas?

20. Quais são etapas de transformação da perlite para austenite durante aquecimento (apresentar os esquemas e dar explicação)?

21. Apresentar o diagrama / a curva cinética de transformação da perlite para austenite durante aquecimento e dar sua explicação.

22. Apresentar o esquema de crescimento dos grãos herdados finos e grossos da austenite dar sua explicação.

23. Que materiais têm grãos herdados finos e grossos da austenite?

24. Como a estrutura do material depende das dimensões dos grãos depois de arrefecimento (apresentar os esquemas e dar explicação)?

25. Como as propriedades mecânicas do material dependem das dimensões dos grãos da austenite e do tipo da herança?

26. Descrever os métodos de determinação dos tamanhos dos grãos da austenite.
27. Descrever os processos químicos que se realizam com materiais ferrosos nas temperaturas altas.
28. Que transformações acontecem durante o arrefecimento dos aços (sem pormenores) e em que temperaturas?
29. Quais são as etapas de transformação da austenite para ferrite / perlite / extracção da cementite da austenite durante arrefecimento (apresentar os esquemas e dar explicação)?
30. Apresentar o diagrama termo-cinética / a curva cinética de transformação da austenite durante arrefecimento e dar sua explicação com indicação das estruturas que se recebem com diferentes velocidades de arrefecimento dos aços.
31. O que é sorbite / troostite / bainite / martencite que microestrutura, seus parâmetros, estrutura cristalina, dureza ela tem e quando aparece.
32. Que relação existe entre a densidade ou o volume das estruturas de austenite, sorbite, troostite, bainite e martencite?
33. Apresentar uma parte inferior do diagrama de estado Fe-Fe₃C com curvas de início e fim de transformação martencítica, indicar as zonas de transformações diferentes.
34. Apresentar a fórmula, determinar a velocidade crítica de arrefecimento do aço _____ pelo diagrama e escolher o meio de arrefecimento para receber a estrutura martencítica.
35. Como a espessura da camada endurecida / dureza depende das dimensões da peça temperada (apresentar os esquemas e dar explicação)?
36. O que é o diâmetro crítico e como ele se determina (apresentar o esquema e um exemplo dos resultados de ensaio, descrever a sequência da sua determinação)?
37. Determinar o diâmetro crítico do material segundo os dados apresentados de ensaio.
38. Que tipos das tensões internas aparecem durante arrefecimento rápido, qual é a sua razão e o que eles podem provocar?
39. Como as tensões internas térmicas / estruturais variam durante o arrefecimento (apresentar os esquemas e dar explicação)?
40. Que tensões internas podem aparecer na camada superficial da peça depois de arrefecimento, por que e como isso influi nas propriedades mecânicas do material?
41. Como se pode diminuir as tensões internas estruturais e para que se faz isso?
42. Quais são as transformações que aparecem durante o aquecimento dum material temperado e em que temperaturas elas se realizam (apresentar os diagramas de transformação e dar explicação)?
43. Como as propriedades mecânicas dum material variam da temperatura de revenimento (apresentar um exemplo do diagrama de variação das propriedades e dar explicação)?
44. O que é a fragilidade de I género, por que e quando ela aparece e como se pode evita-la?
45. Determinar as propriedades mecânicas do aço _____ depois de têmpera e revenimento com temperatura _____ °C.
46. Quais são as transformações que aparecem nas temperaturas baixas (do meio ambiente até +100 °C) do material temperado ou deformado a frio, por que elas aparecem e como influem nas propriedades mecânicas do material (apresentar o diagrama e dar explicação)?

47. Quais são as transformações que aparecem nas temperaturas negativas do material temperado, para que e quando se realiza o tratamento com temperaturas negativas?
48. Que tipos de defeitos podem aparecer durante tratamento térmico, qual é a sua razão e o que eles provocam?
49. Quais são os métodos de diminuição dos defeitos de tratamento térmico?

Perguntas para Teste 2

50. Enumerar os métodos de recozimento.
51. Apresentar o esquema, os regimes, os objectivos (para que) e o campo de uso (em que momento e para que tipo de materiais, peças) do recozimento de homogeneização / completo / incompleto / isotérmico / de recristalização / baixo.
52. Enumerar os métodos de têmpera volumétrica / superficial.
53. Apresentar o esquema, os regimes, os objectivos (para que) e o campo de uso (em que momento e para que tipo de materiais, peças) da normalização / têmpera volumétrica em um meio / dois meios / martêmpera / austêmpera / têmpera com autorevenimento.
54. Apresentar o esquema, os regimes, os objectivos (para que) e o campo de uso (em que momento e para que tipo de materiais, peças) da têmpera superficial com aquecimento no electrólito / por resistência eléctrica / por maçarico / com corrente de alta frequência / com laser.
55. Apresentar o esquema, os regimes, os objectivos (para que) e o campo de uso (em que momento e para que tipo de materiais, peças) do revenimento baixo / médio / alto / do envelhecimento.
56. Escolher os métodos de tratamento térmico de _____ (nome da peça, algumas condições do seu funcionamento) do aço / ferro fundido _____ depois de laminagem a quente / fundição / forjadura / estampagem a quente / estampagem a frio / soldadura / usinagem de desbastamento e semiacabamento / usinagem de acabamento.
57. Apresentar o esquema e os regimes de recozimento de homogeneização / completo / incompleto / isotérmico / de recristalização / baixo / normalização / têmpera volumétrica em um meio / dois meios / martêmpera / austêmpera / têmpera com autorevenimento / têmpera superficial com aquecimento no electrólito / por resistência eléctrica / por maçarico / com corrente de alta frequência / com laser / revenimento baixo / médio / alto / do envelhecimento do aço / ferro fundido _____.
58. Indicar as propriedades mecânicas principais (HRC, HB, R_m , $R_{p0.2}$, A) do aço / ferro fundido _____ depois de recozimento / normalização / têmpera e revenimento baixo / médio / alto / com temperatura ____ °C / cementação com têmpera e revenimento baixo.
59. Enumerar os métodos do tratamento mecânico-térmico / químico-térmico.
60. Apresentar o esquema, os regimes, os objectivos (para que) e o campo de uso (em que momento e para que tipo de materiais, peças) do tratamento mecânico-térmico com deformação prévia / as altas / baixas temperaturas / depois de têmpera.
61. Apresentar o esquema, os meios químicos, os regimes, os objectivos (para que) e o campo de uso (em que momento e para que tipo de materiais, peças) da cementação / nitruração / cianuração / aluminagem / cromagem / boragem / silicagem sólida / líquida / gasosa.

Perguntas para Teste 3

62. Descrever as etapas principais de produção do alumínio / cobre / magnésio / titânio.

63. Apresentar o nível das propriedades principais (HB, R_m , A, resistência a corrosão, condutibilidade térmica, eléctrica, propriedades de fundição, tratamento sob pressão, de soldadura, usinagem, tratamento térmico) do alumínio / cobre / magnésio / titânio puro.
64. Apresentar as condições de uso (nível de cargas, tensões, choques, desgaste, temperatura e meio de trabalho) / os exemplos de uso (tipo de peças) do alumínio / cobre / magnésio / titânio puro.
65. Apresentar os elementos de liga principais e sua influência nas propriedades mecânicas e tecnológicas das ligas de alumínio / cobre / magnésio / titânio.
66. Apresentar a composição química e o nível das propriedades principais (HB, R_m , A, resistência a corrosão, condutibilidade térmica, eléctrica, propriedades de fundição, tratamento sob pressão, de soldadura, usinagem, tratamento térmico):
- da liga de alumínio _____ (deformável não temperável / temperável de elevada plasticidade / de construção / de alta resistência / maleável / termoresistente / de fundição - silumínio / silumínio de baixo teor de silício / magnálio / termoresistente / silumínio de zinco);
 - do latão _____ (simples / deformável / de fundição);
 - da bronze _____ (de estanho / alumínio / chumbo / silício / berílio deformável / de fundição);
 - da liga de magnésio _____ (deformável / de fundição);
 - da liga de titânio _____ (do tipo α , $\alpha+\beta$, β).
67. Apresentar as condições de uso (nível de cargas, tensões, choques, desgaste, temperatura e meio de trabalho) / os exemplos de uso (tipo de peças):
- da liga de alumínio _____ (deformável não temperável / temperável de elevada plasticidade / de construção / de alta resistência / maleável / termoresistente / de fundição - silumínio / silumínio de baixo teor de silício / magnálio / termoresistente / silumínio de zinco);
 - do latão _____ (simples / deformável / de fundição);
 - da bronze _____ (de estanho / alumínio / chumbo / silício / berílio deformável / de fundição);
 - da liga de magnésio _____ (deformável / de fundição);
 - da liga de titânio _____ (do tipo α , $\alpha+\beta$, β).
68. Apresentar os objectivos (para que), o campo de uso (em que momento e para que tipo de materiais, peças), o esquema e os regimes (meio, método, velocidade, temperatura de aquecimento, exposição, meio, método, velocidade, temperatura de arrefecimento) de recozimento de homogeneização / recristalização / incompleto / simples / isotérmico / duplo / baixo / têmpera / envelhecimento:
- da liga de alumínio _____ (deformável não temperável / temperável de elevada plasticidade / de construção / de alta resistência / maleável / termoresistente / de fundição - silumínio / silumínio de baixo teor de silício / magnálio / termoresistente / silumínio de zinco);
 - do latão _____ (simples / deformável / de fundição);

- da bronze _____ (de estanho / alumínio / chumbo / silício / berílio deformável / de fundição);
 - da liga de magnésio _____ (deformável / de fundição);
 - da liga de titânio _____ (do tipo α , $\alpha+\beta$, β).
69. Apresentar a composição química, o nível de coeficiente de atrito, as condições de uso (nível de velocidades, cargas) / os exemplos de uso (tipo de peças) do material de antifricção _____ (babbit de estanho / de chumbo / com base de cobre / zinco / ferro fundido / ferro em pó).
70. Apresentar a composição química, o nível das propriedades principais (HRC , R_{rubro} , R_f), as condições de uso (nível de choques, tipos do material a trabalhar, tipo de tratamento, V_c) / os exemplos de uso (exemplos de ferramentas) do material não ferroso para ferramentas _____ (liga dura do tipo WC / WC+TiC / WC+TiC+TaC / cerâmica mineral / material abrasivo).
71. Descrever as etapas principais da tecnologia de pó.
72. Apresentar os componentes principais e o nível das propriedades principais (R_m , A , R_{rubro} , propriedades de fundição, tratamento sob pressão, de soldadura, usinagem, tratamento térmico) / as condições de uso (nível de cargas, tensões, choques, desgaste, temperatura e meio de trabalho) / os exemplos de uso (tipo de peças) do compósito _____ (com pó de ferro / grafite / aço / Al / Al_2O_3 / Cu / Ni / W / Ti / Mo / ThO_2 com fibras de vidro / SiO_2 / Al_2O_3 / ZrO_2 / grafite / SiC / W / Mo / aço / Be / com camadas de Al / Ti / Cu ...).
73. Escolher o material dum tipo indicado de que pode ser feita uma peça / ferramenta indicada que trabalha em condições indicadas.

Perguntas da última parte da disciplina

74. O que é um polímero e que estruturas eles podem ter (apresentar exemplos e esquemas)?
75. De que se fabricam os materiais polímeros - plásticos?
76. Quais são os métodos de criação dos polímeros e o que eles representam?
77. Que estruturas têm os polímeros lineares / ramificadas / espaciais?
78. O que é reactoplástico / termoplástico / e que estruturas eles podem ter?
79. Como variam as propriedades dos termo- e reactoplásticos com aumento da temperatura?
80. Em que formas pode ser um polímero da estrutura cristalina?
81. Em que estado podem ser os polímeros da estrutura amorfa com diferentes temperaturas e que propriedades eles têm nestes estados?
82. Em que faixa de temperaturas pode ser feita a formação das peças de termo- e reactoplásticos e quando eles se solidificam?
83. Até que temperaturas podem trabalhar peças de termo- e reactoplásticos?
84. Como se pode variar as propriedades dos termo- e reactoplásticos?
85. O que é a relaxação das tensões internas dos polímeros e de que depende o tempo de relaxação?
86. Que tipo de deformações podem ter polímeros da estrutura linear, ramificada e espacial?
87. O que é o envelhecimento dos polímeros e como variam suas propriedades?

88. Por que acontece o envelhecimento dos polímeros e como diminuí-lo?
89. Enumerar os componentes dos plásticos.
90. Dar os exemplos de cargas: de pó / fibras / lamelares / gasosas / de plastificadores / materiais corantes / inibidores / estabilizadores / endurecedores / aceleradores / solventes.
91. Apresentar a designação, os componentes principais e o nível das propriedades principais (R_m , A, resistência a interação química, condutibilidade térmica, eléctrica, propriedades de fundição, tratamento sob pressão, de soldadura, usinagem) / as condições de uso (nível de cargas, tensões, choques, desgaste, temperatura e meio de trabalho), os exemplos de uso (tipo de peças) de termoplásticos: polietileno / polipropileno / polistireno / poliacetato / poliacrilato / acrilonitrilobutadienostireno / politetrafluoretileno / politetrafluorcloroetileno / policloreto do vinilo / poliamido / poliuretano.
92. Apresentar os componentes principais e o nível das propriedades principais (R_m , A, resistência a interação química, condutibilidade térmica, eléctrica, propriedades de fundição, tratamento sob pressão, de soldadura, usinagem) / as condições de uso (nível de cargas, tensões, choques, desgaste, temperatura e meio de trabalho), os exemplos de uso (tipo de peças) de reactoplásticos: com carga de pó / fibras (asbofibrolite, vidrofibrolite, micarta) / tecido (textolite, textolite de asbesto / vidro, laminado de madeira) / gasosa (espuma, esponja, alveolar).
93. Apresentar os componentes principais e o nível das propriedades principais (R_m , A, resistência a interação química, condutibilidade térmica, eléctrica, propriedades de fundição, tratamento sob pressão, de soldadura, usinagem) / as condições de uso (nível de cargas, tensões, choques, desgaste, temperatura e meio de trabalho), os exemplos de uso (tipo de peças) de elastómeros: caucho natural / artificial, borracha elástica / dura / especial / ebonite.
94. Apresentar os componentes principais e o nível das propriedades principais (HV, R_m , A, resistência a interação química, condutibilidade térmica, eléctrica, propriedades de fundição, tratamento sob pressão, de soldadura, usinagem, tratamento térmico) / as condições de uso (nível de cargas, tensões, choques, desgaste, temperatura e meio de trabalho), os exemplos de uso (tipo de peças) de vidro: orgânico / inorgânico (silícico, alumosilícico, alumoborosilícico / alcalino / não alcalino / quárcico / com B, Be, Li, ...).

Minha proposta de Negócio na Internet!

Eu procuro os parceiros com quem vamos fazer o Negócio na Internet. Precisa o acesso a internet, 3-4 h/dia e um investimento financeiro.

Vou ensinar tudo o que seja necessário. O negócio na Internet tem grande perspectiva, permite ficar financeiramente independente dentro dum tempo.

Vejam o clipe <http://b21v.ru/pt/?p=39> e contactam comigo pelo Skype alexandre.kourbatov