
METALURGIA FÍSICA

TECNOLOGIA DA CONFORMAÇÃO PLÁSTICA

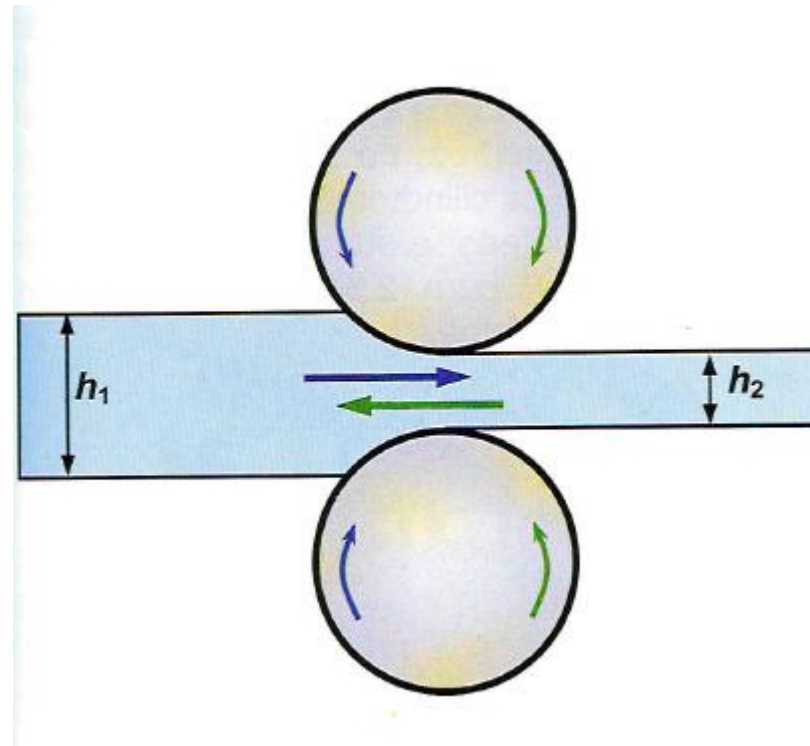
Tecnologia em Materiais

Prof. Luis Fernando Maffeis Martins

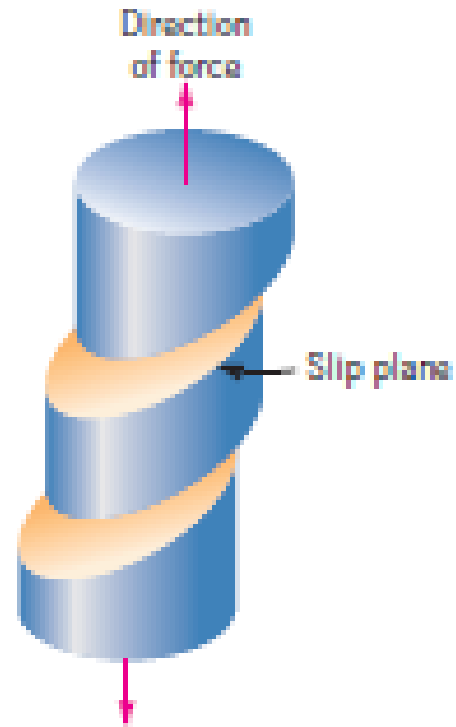
Laminação



Laminação



Deformação plástica



Deformação plástica



Figure 7.9 Slip in a zinc single crystal. (From C. F. Elam, *The Distortion of Metal Crystals*, Oxford University Press, London, 1935.)

Deformação plástica



Figure 7.10 Slip lines on the surface of a polycrystalline specimen of copper that was polished and subsequently deformed. 173 \times . [Photomicrograph courtesy of C. Brady, National Bureau of Standards (now the National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD).]

Encruamento

Alteração nas propriedades mecânicas em função da realização de deformação plástica a frio.

- aumento do limite de escoamento
- aumento do limite de resistência
- redução da ductilidade
- aumento da dureza

Encruamento

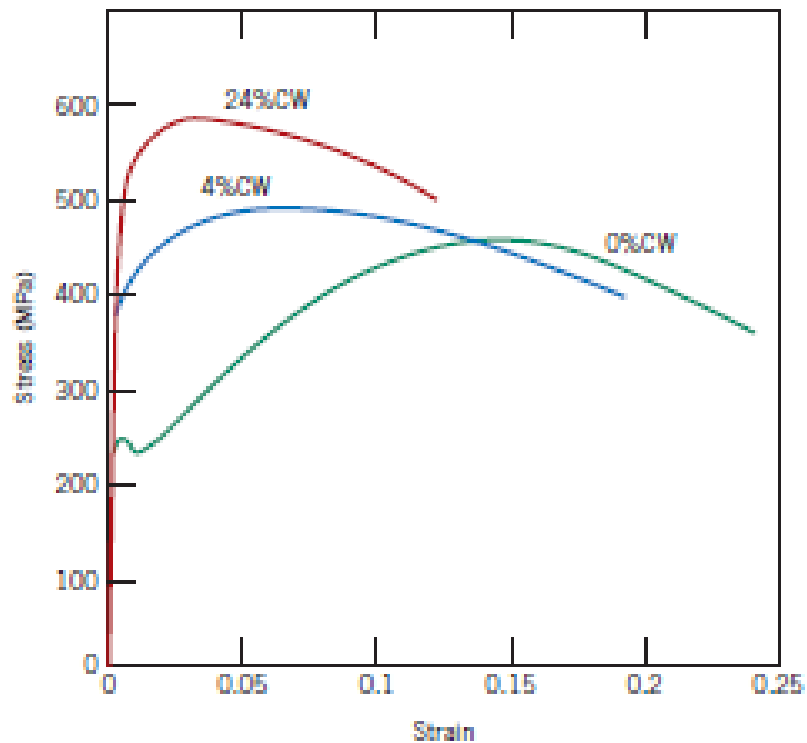


Figure 7.20 The influence of cold work on the stress-strain behavior of a low-carbon steel; curves are shown for 0% CW, 4% CW, and 24% CW.

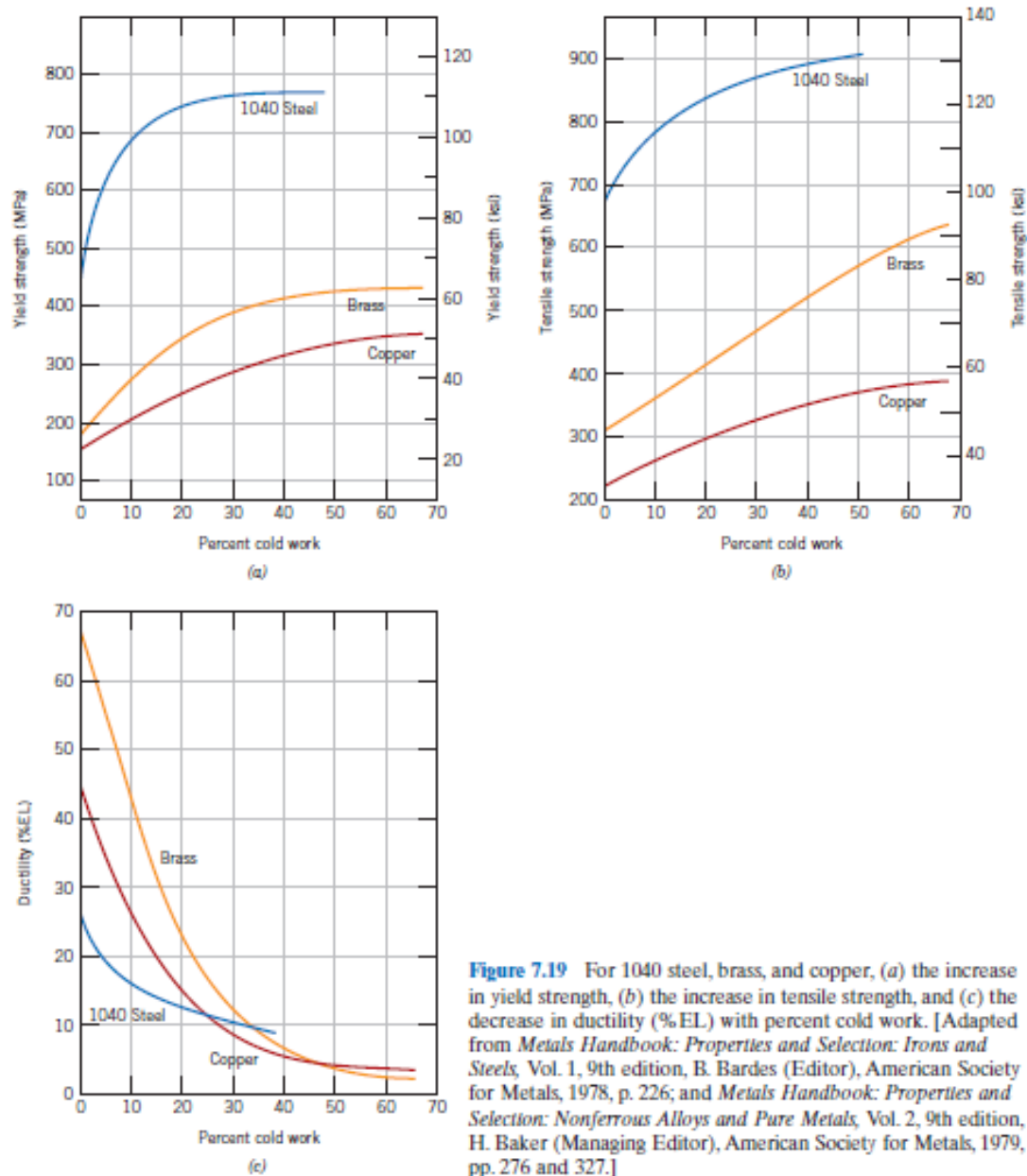
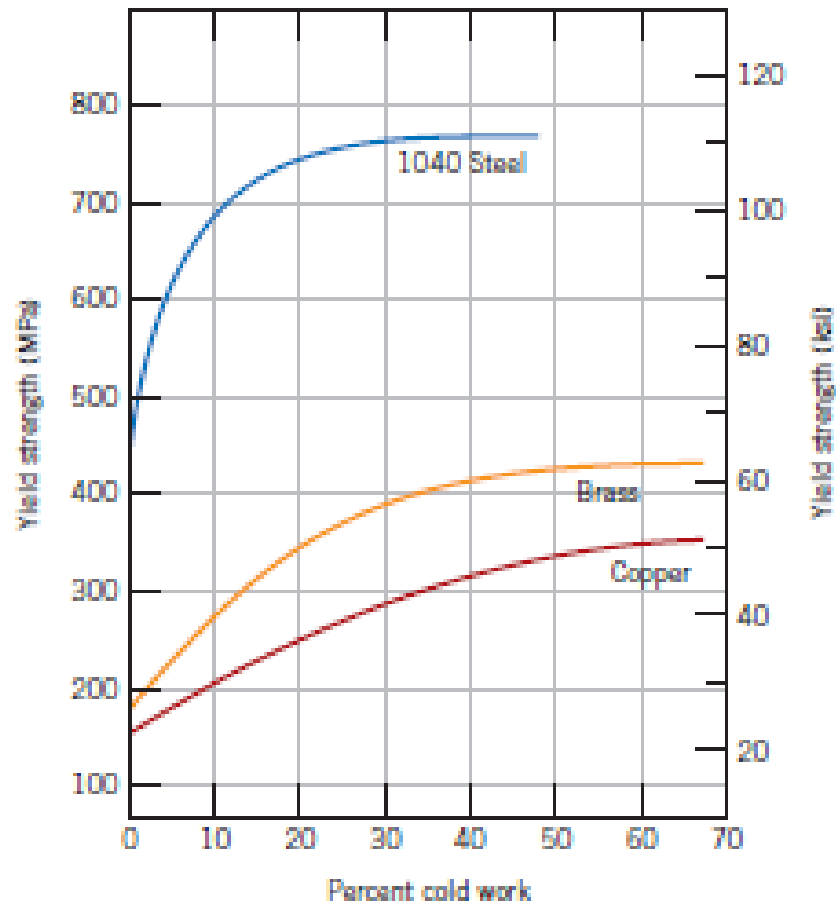


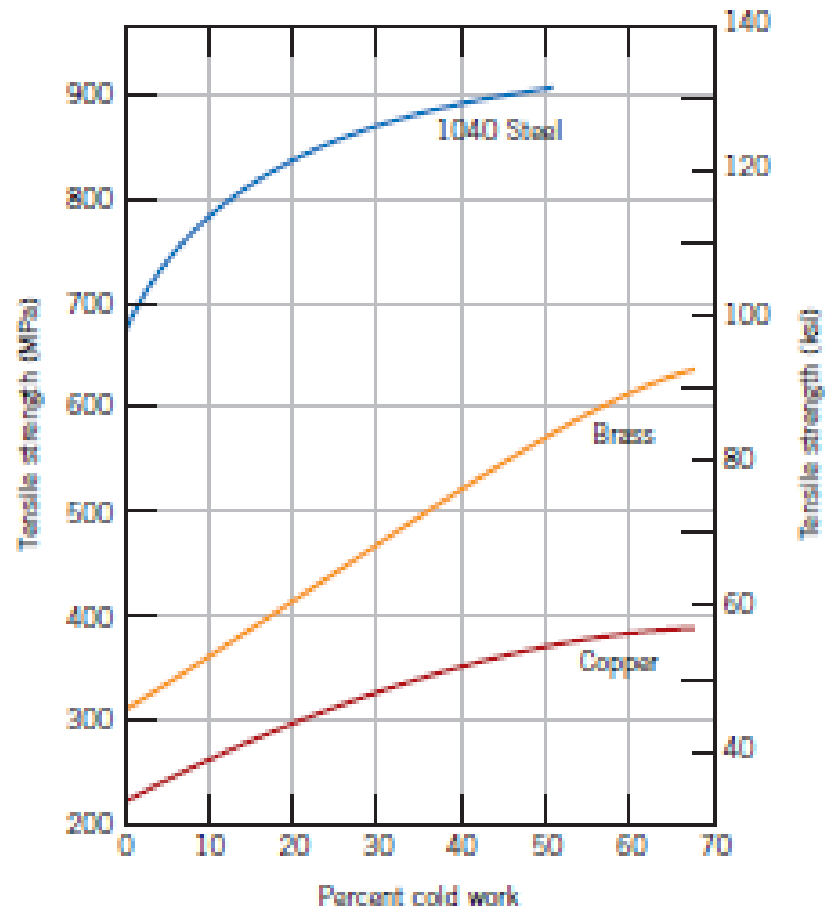
Figure 7.19 For 1040 steel, brass, and copper, (a) the increase in yield strength, (b) the increase in tensile strength, and (c) the decrease in ductility (%EL) with percent cold work. [Adapted from *Metals Handbook: Properties and Selection: Irons and Steels*, Vol. 1, 9th edition, B. Bardes (Editor), American Society for Metals, 1978, p. 226; and *Metals Handbook: Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Pure Metals*, Vol. 2, 9th edition, H. Baker (Managing Editor), American Society for Metals, 1979, pp. 276 and 327.]

Limite de escoamento



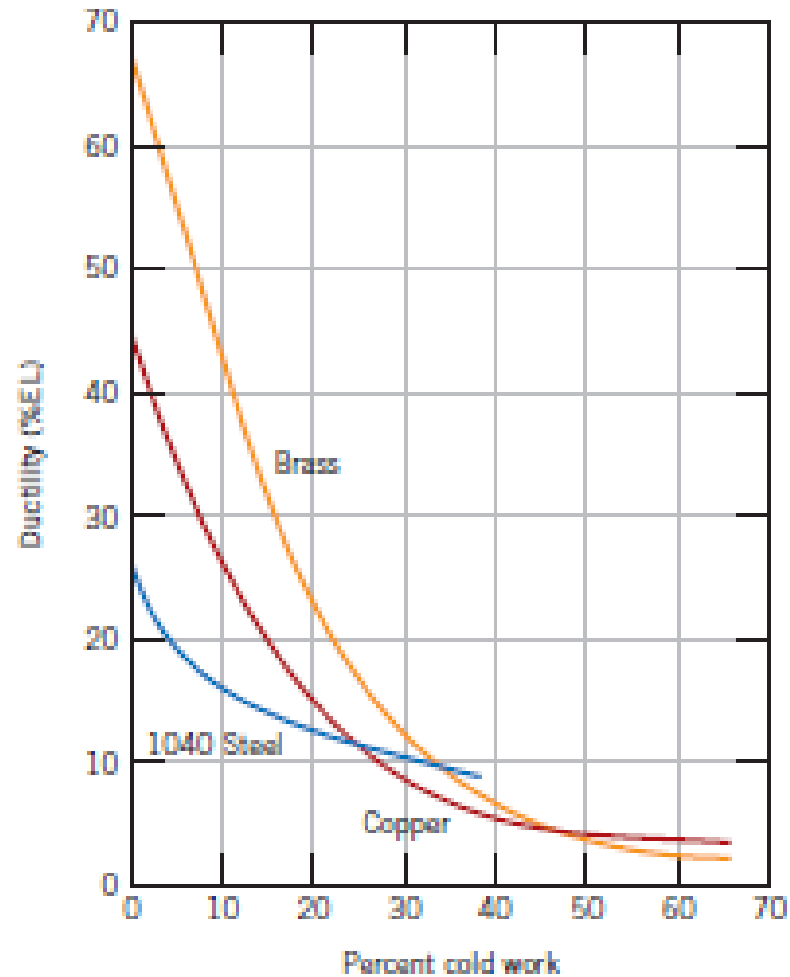
(a)

Limite de resistência



(5)

% alongamento (ductilidade)



Recristalização



(a)



(b)

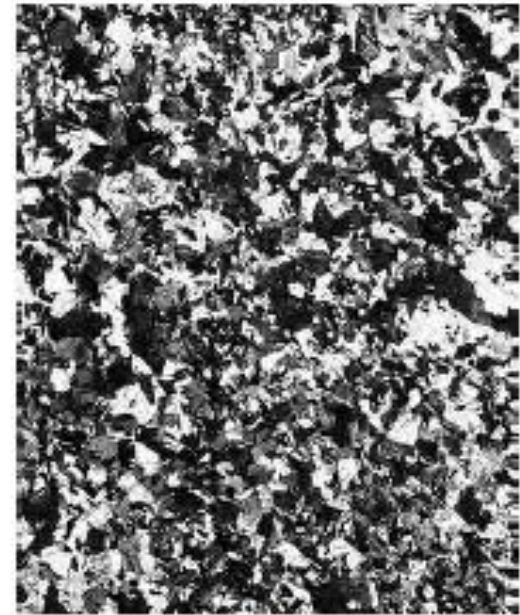
Recristalização



(a)



(c)

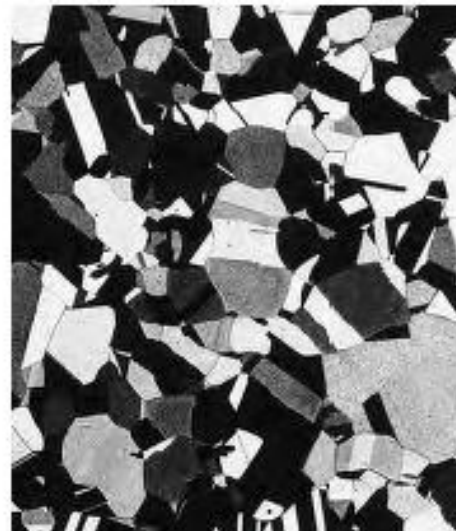
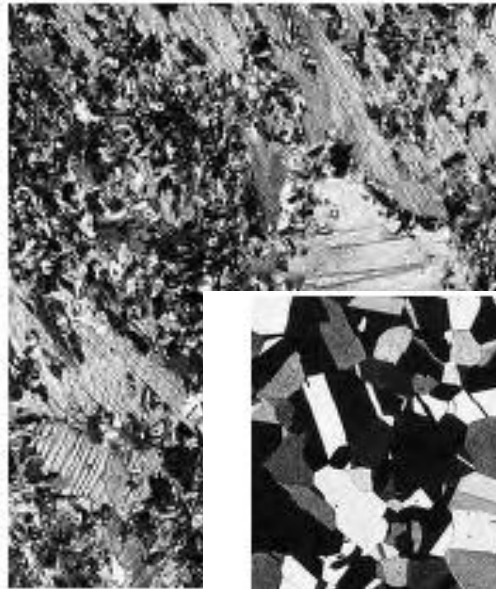


(d)

Recristalização



(a)



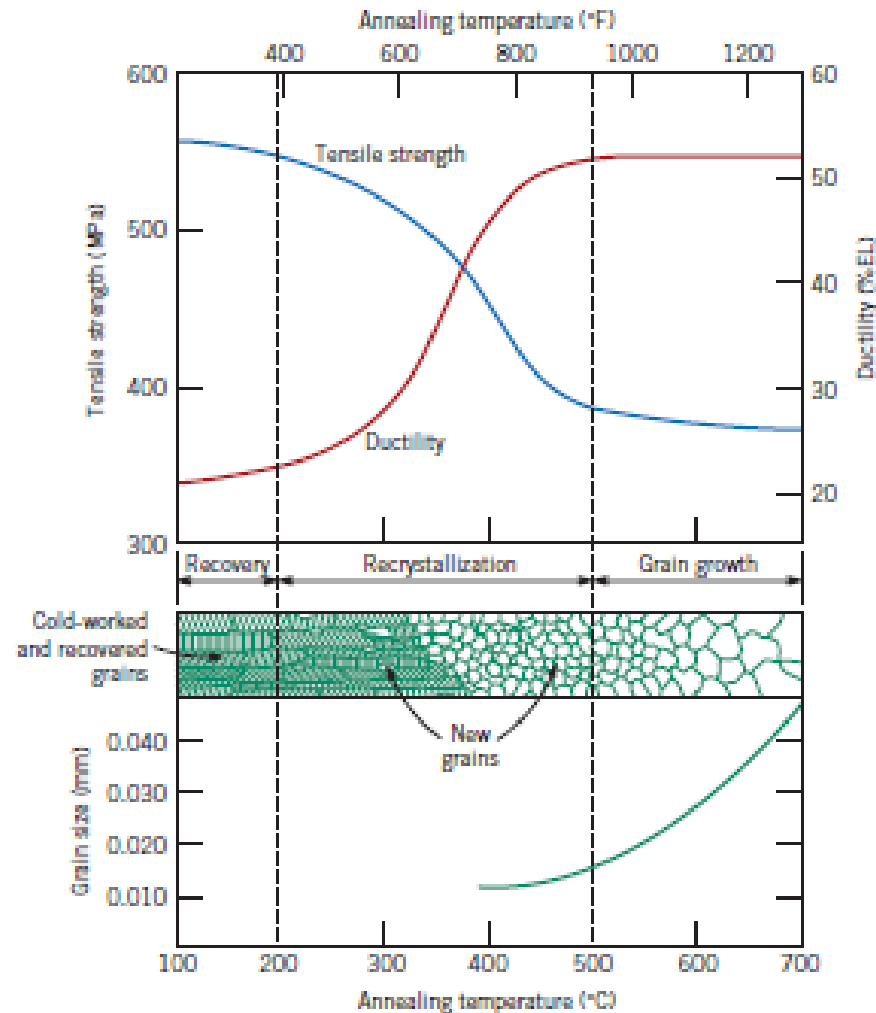
(e)



(f)

Recristalização

Figure 7.22 The influence of annealing temperature (for an annealing time of 1 h) on the tensile strength and ductility of a brass alloy. Grain size as a function of annealing temperature is indicated. Grain structures during recovery, recrystallization, and grain growth stages are shown schematically. (Adapted from G. Sachs and K. R. Van Horn, *Practical Metallurgy, Applied Metallurgy and the Industrial Processing of Ferrous and Nonferrous Metals and Alloys*, American Society for Metals, 1940, p. 139.)



Exercício

1) Calcular as propriedades mecânicas obtidas em uma chapa de aço SAE 1040 com espessura de 1,50 mm que foi laminada a frio a partir de uma bobina laminada a quente com dimensões 2,00 mm x 1200 mm.

Exercício

2) Calcule as propriedades mecânicas de uma bobina de latão que sofreu o seguinte processo de fabricação:

- a) matéria prima: barra retangular laminada a quente com dimensões = 19,05 mm x 127,0 mm
- b) laminação a frio até espessura de 8,00 mm
- c) tratamento térmico de recozimento
- d) laminação a frio até espessura de 4,00 mm
- e) tratamento térmico de recozimento
- f) laminação a frio até espessura de 3,00 mm

Exercício

3) Você trabalha em uma empresa de laminação de aços, e necessita produzir um rolo de aço SAE 1040 de espessura 1,20 mm e com as seguintes propriedades mecânicas:

Limite de escoamento: máx. 750 MPa

Limite de resistência: 800 a 900 MPa

% alongamento: mín. 13%

Para a produção deste material a empresa tem no estoque rolos laminados a quente com espessuras de 1,80 / 2,65 / 3,50 mm.

Sabendo que para o aço SAE 1040 a taxa de redução a frio mínima para recozimento é de 20% e que a redução máxima possível em laminação a frio é de 50 %, defina:

- qual a matéria prima a ser utilizada

- qual o processo de fabricação a ser realizado para se obter as propriedades mecânicas especificadas.