

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS - Demar**

Disciplina LOM3011 – Ensaios Mecânicos

Professor Associado: Cassius Olívio Figueiredo Terra Ruchert ([cassiusterra@usp.br](mailto:cassiusterra@usp.br))

**PARTE I – MECÂNICA DA FRATURA**

1) Observe a figura 1 (considere  $F=1$ ):

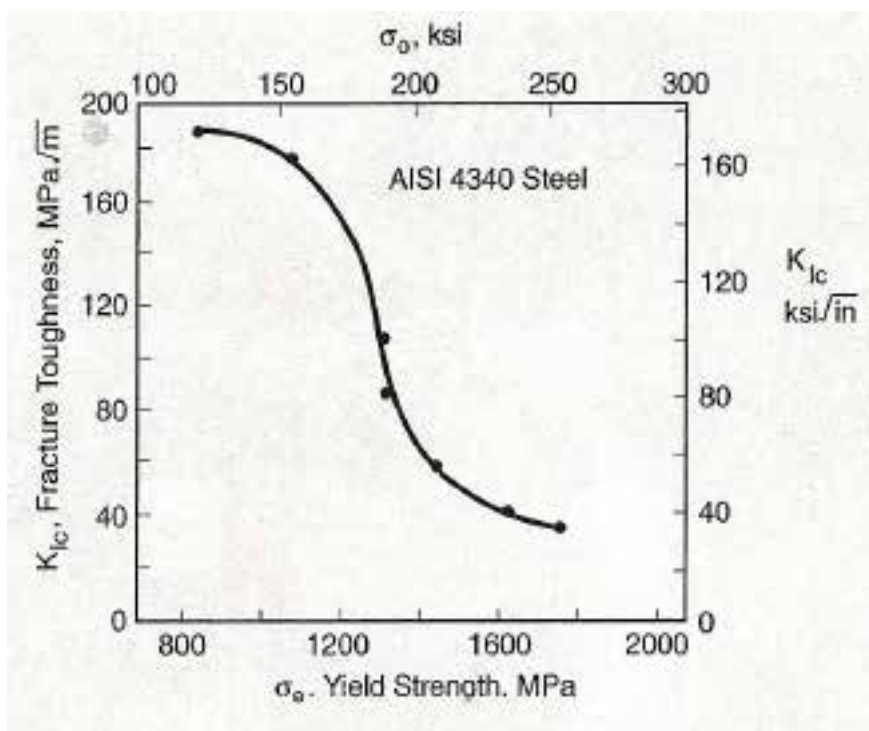


Figura 1 – Tenacidade a fratura versus tensão de escoamento.

- Obtenha valores aproximados de tenacidade à fratura  $K_{Ic}$  para o aço AISI 4340, tratado termicamente para as tensões de escoamento 800MPa e 1600MPa.
- Para cada uma das tensões de escoamento, determinar o tamanho de trinca  $a$ , e comente os valores.

2) Observe a figura 2 (considere  $F=1$ ):

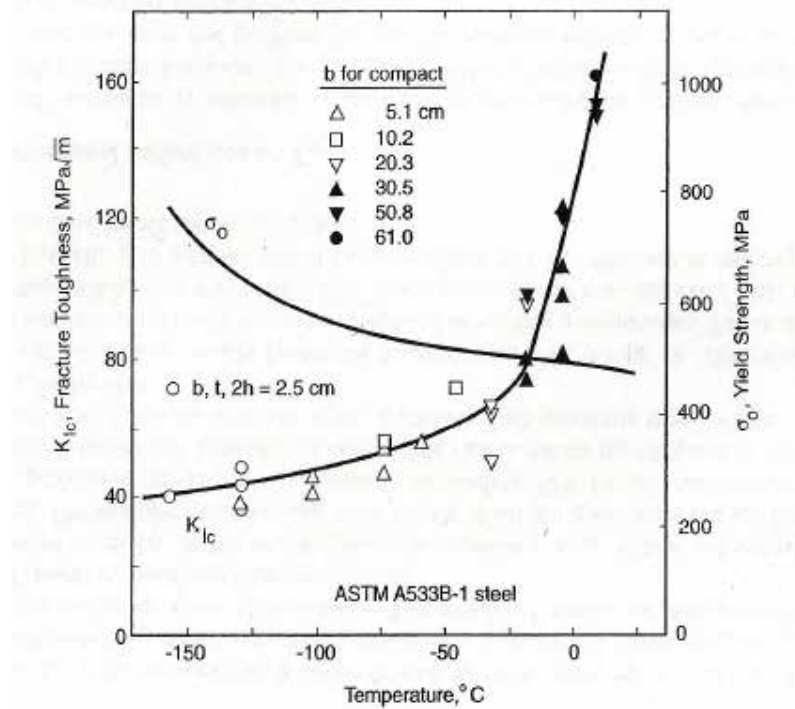
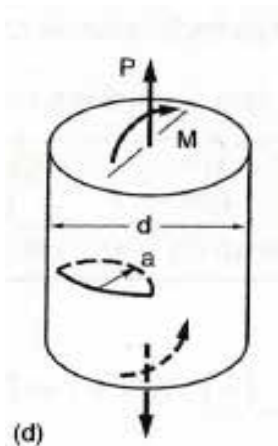


Figura 2 – Tenacidade à fratura versus temperatura.

- Obtenha valores aproximados de  $K_{Ic}$  e tensão de escoamento para o aço ASTM A533B à temperaturas de  $-150$  °C e  $+10$  °C.
  - Para cada temperatura, faça um gráfico de tensão versus comprimento de trinca e mostre os limites impostos para a fratura frágil e escoamento.
- 3) Um sólido circular de 50mm de diâmetro é fabricado a partir do aço 300M e está sujeito ao momento fletor de 80kN.m. O eixo possui uma trinca superficial como mostra a figura 3. Qual o tamanho crítico de trinca  $a_c$  para causar fratura frágil.



Case	$S_t$	$S_b$	$F$ for small $a$	Limits for $\pm 10\%$ on $F$
(a)	$\frac{P}{4bt}$	—	$\frac{2}{\pi} = 0.637$	$\frac{a}{t}, \frac{a}{b} < 0.5$
(b)	$\frac{P}{2bt}$	$\frac{3M}{bt^2}$	0.728	$\frac{a}{t} < 0.4, \frac{a}{b} < 0.3$
(c)	$\frac{P}{bt}$	$\frac{6M}{bt^2}$	0.722	$\frac{a}{t} < 0.35, \frac{a}{b} < 0.2$
(d)	$\frac{4P}{\pi d^2}$	$\frac{32M}{\pi d^3}$	0.728	$\frac{a}{d} < 0.2$ or $0.35^1$

Figura 3

## PARTE II – MÉTODO S-N

- 4) Determine pela equação de Goodman, a tensão alternada permitida ( $s_a$ ) se um componente é submetido a uma tensão média de 50ksi e estará em serviço no mínimo 1000 ciclos. Considere  $S_u=158$  ksi.
- 5) Os valores mostrados abaixo correspondem ao ensaio de fadiga de alto ( $>10^7$  ciclos) para um aço. Determinar a tensão média para cada ensaio. Utilizando Goodman, Gerber e Morrow. Dado  $S_u=123$  kSi,  $s_f= 173$ ksi, e  $S_e=61,5$ ksi.

$s_{max}$ (ksi)	60	68	66	83	96	100	101
$s_{min}$ (ksi)	-60	-54	-44	-33	0	29	51

- 6) Um corpo de prova de aço laminado a quente AISI 1045 é ensaiado com tensão média igual a zero e a curva S-N possui os seguintes dados. Calcule os valores das constantes A e B usando os mínimos quadrados (Lembrar que  $s_a=AN^B$ ):

<b>s (MPa)</b>	<b>Nf</b>
524	257
459	1494
410	6749
352	19090
315	36930
270	321500
241	2451000

## PARTE III – MÉTODO da/dN

- 7) Considere uma chapa plana fabricada a partir de liga de titânio, a qual deve ser exposta a ciclos alternados de tração e compressão com amplitude de tensão de 100MPa. Se no início o comprimento da maior trinca nesta amostra é de 0,30mm e a tenacidade a fratura da liga em deformação plana é de  $55\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ , enquanto os valores de m e C são respectivamente 3 e  $2 \times 10^{-11}(\text{mm}/\text{ciclo})/(\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2})^m$ , estime a vida em fadiga nesta chapa. Assuma  $F=1,45$ .
- 8) Considere um componente metálico que se encontra exposto a tensões cíclicas de tração e compressão, para qual a tensão média é de 25MPa. Se os comprimentos de trinca superficiais inicial e crítico forem de 0,15 e 4,5mm, respectivamente, e os valores de m e C são 3,5 e  $2 \times 10^{-14}(\text{mm}/\text{ciclo})/(\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2})^m$ . Estime a tensão de tração máxima para produzir uma vida em fadiga de  $2,5 \times 10^7$  ciclos. Assuma  $F=1,4$ .
- 9) Considere uma chapa metálica fina com 20 mm de largura, que contém uma trinca através da espessura e que se encontra em posição central. Esta chapa pode ser alternada de tração e compressão com amplitude de tensão de 125 MPa. Se os comprimentos inicial e crítico das trincas forem de 0,20 e 8 mm, respectivamente, e os valores de m e C forem 4 e  $5 \times 10^{-12}(\text{mm}/\text{ciclo})/(\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2})^m$ , respectivamente, estime a vida em fadiga desta chapa. Assuma  $F=1$ .