

CIV 1111 – Sistemas Estruturais na Arquitetura I – 2007.1

Experimento I – Ensaios de tração – Individual

Realização dos ensaios:

Ensaios realizados em 04/maio/2007 no Laboratório de Ensaios Mecânicos (LEM) do Instituto Tecnológico da PUC-Rio (ITUC), localizado no Pilotis do Edifício Cardeal Leme em frente ao último elevador.

Data de entrega do relatório:

18/maio/2007.

Objetivo:

Entendimento dos conceitos de tensão e deformação e de módulo de elasticidade de material.

Material:

Duas barras de aço para construção (usadas em concreto armado) com aproximadamente 350 mm de comprimento. Uma barra tem um diâmetro $d = 10$ mm e a outra tem um diâmetro $d = 16$ mm.

Experimentos:

Cada barra de aço é fixada por garras em uma máquina de ensaio a tração. É posicionado um extensômetro (vide figura) na barra, cuja função é medir alongamentos da barra.



O ensaio de tração consiste em tracionar (estirar) a barra e anotar para cada valor de força aplicada (F) o alongamento (Δ) entre as hastes do extensômetro. No ensaio realizado, a distância (L) entre as hastes do extensômetro é de 100 mm.

A unidade adotada para medir a força aplicada é quilograma força (kgf). Nos ensaios realizados, a força máxima que barra com 10 mm de diâmetro resiste é aproximadamente igual a 6500 kgf e a força máxima que a barra com 16 mm de diâmetro resiste é aproximadamente igual a 13500 kgf. Para se ter uma idéia, um automóvel de tamanho médio pesa em torno de 1 ton, isto é, 1000 kgf.

A unidade adotada para medir o alongamento da barra é milímetros (mm). O alongamento máximo alcançado para a barra com 10 mm de diâmetro é próximo de 0,990 mm.

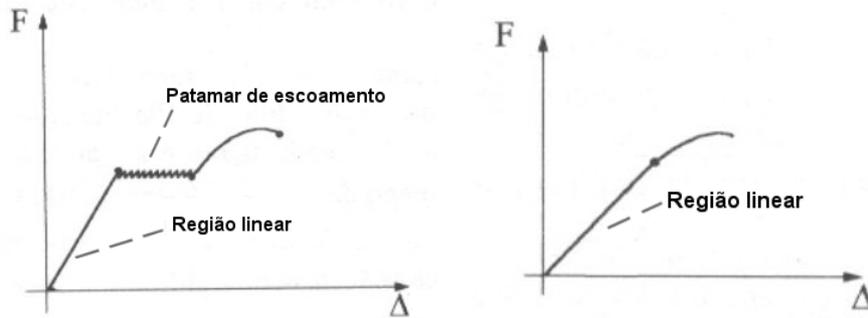
Para cada barra ensaiada, os alunos devem anotar os valores da força de tração F e os correspondentes alongamentos Δ em uma folha fornecida.

O relatório deve ser escrito de acordo os seguintes passos para cada uma das barras ensaiadas:

- Faça um gráfico relacionando o alongamento Δ (eixo horizontal) com os valores da força aplicada F (eixo vertical). Escolha uma escala adequada para desenhar o gráfico. Sugestão: para a barra com 10 mm de diâmetro considere, no eixo horizontal, Δ variando de 0,000 a 1,000 mm e, no eixo vertical, F variando de 0 a 7000 kgf; para a barra com 16 mm de diâmetro considere, no eixo horizontal, Δ variando de 0,000 a 0,500 mm e, no eixo vertical, F variando de 0 a 15000 kgf.

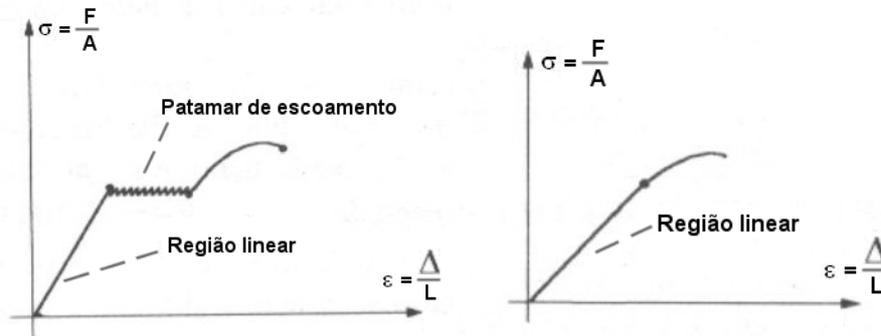
Na página seguinte são mostrados gráficos F vs. Δ típicos, onde no início do gráfico existe uma relação linear entre força e alongamento (região reta). Os valores medidos de alongamento no ensaio serão apenas para a região linear do gráfico pois próximo à ruptura do material o extensômetro é retirado.

No gráfico da esquerda, a curva que relaciona F vs. Δ apresenta um nítido patamar de escoamento, indicando que o material atingiu o que se chama de **plastificação**. No gráfico da direita, a curva não apresenta o patamar de escoamento. Essa diferença de comportamento depende do processo de fabricação do material.

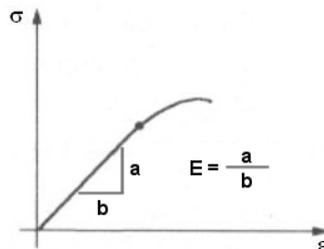


- (b) Crie um outro gráfico normalizando o gráfico anterior. Coloque no eixo horizontal a razão (Δ/L) entre o alongamento Δ medido e a distância inicial $L = 100$ mm entre as hastes do extensômetro. No eixo vertical coloque a razão (F/A) entre o valor da força de tração aplicada em kgf e a área da seção transversal da barra (em mm^2). A área da seção circular é $A = \pi d^2/4$, sendo d o diâmetro da barra.

A razão Δ/L é chamada de **deformação** (ϵ). A razão F/A é chamada de **tensão** (σ). A deformação é adimensional (não tem unidade) e a tensão neste gráfico é expressa em kgf/mm^2 . Escolha uma escala adequada para desenhar o gráfico. Sugestão: para a barra com 10 mm de diâmetro considere, no eixo horizontal, ϵ variando de 0,00000 a 0,01000 e, no eixo vertical, σ variando de 0 a 100 kgf/mm^2 ; para a barra com 16 mm de diâmetro considere, no eixo horizontal, ϵ variando de 0,00000 a 0,00500 e, no eixo vertical, σ variando de 0 a 90 kgf/mm^2 .



- (c) Calcule o coeficiente angular da reta na região linear. Este coeficiente angular ($E = a/b$) é um parâmetro que caracteriza o comportamento do material que é chamado de **módulo de elasticidade**. Indique o valor do módulo de elasticidade do material expresso em kgf/mm^2 .



Faça uma análise sucinta (escrita) sobre os experimentos, comentado sobre o tipo de gráfico que foi obtido no ensaio a tração (com ou sem patamar de escoamento) e comparando os valores de módulos de elasticidade obtidos nos dois ensaios. Em princípio, sendo o mesmo material utilizado nas duas barras (aço), os dois ensaios devem resultar em valores muito próximos para o módulo de elasticidade E . Isso mostra que a curva σ vs. ϵ que relaciona tensão com deformação pode ser utilizada para caracterizar o comportamento de um material quando submetido a tração.