

**Atividade prática 02 – Tensão e deformação de um fio de cobre**

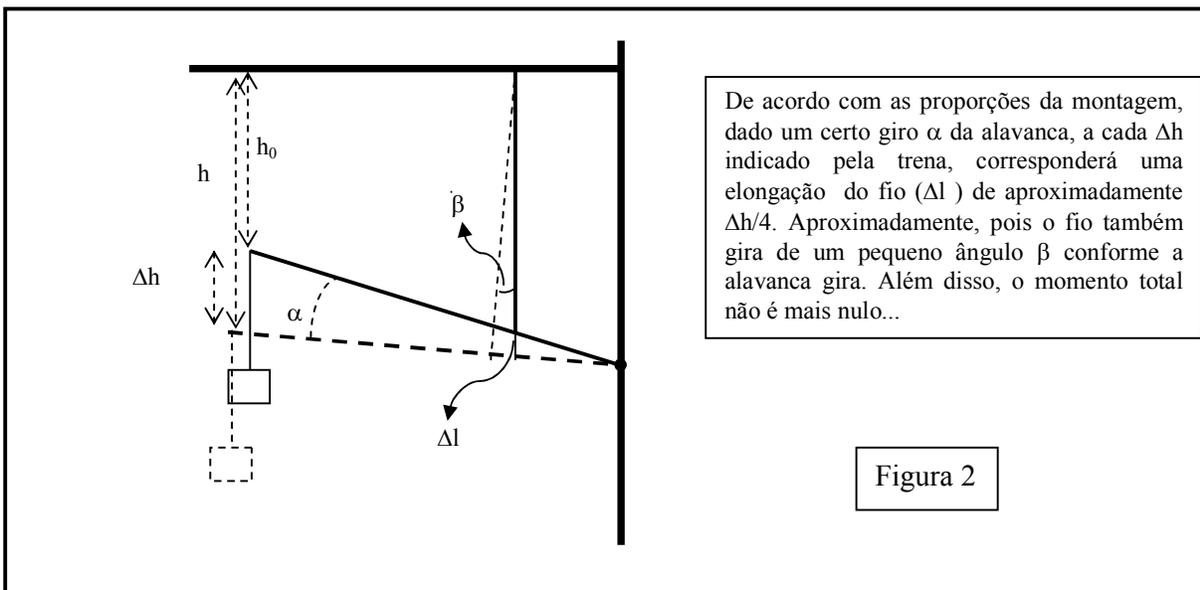
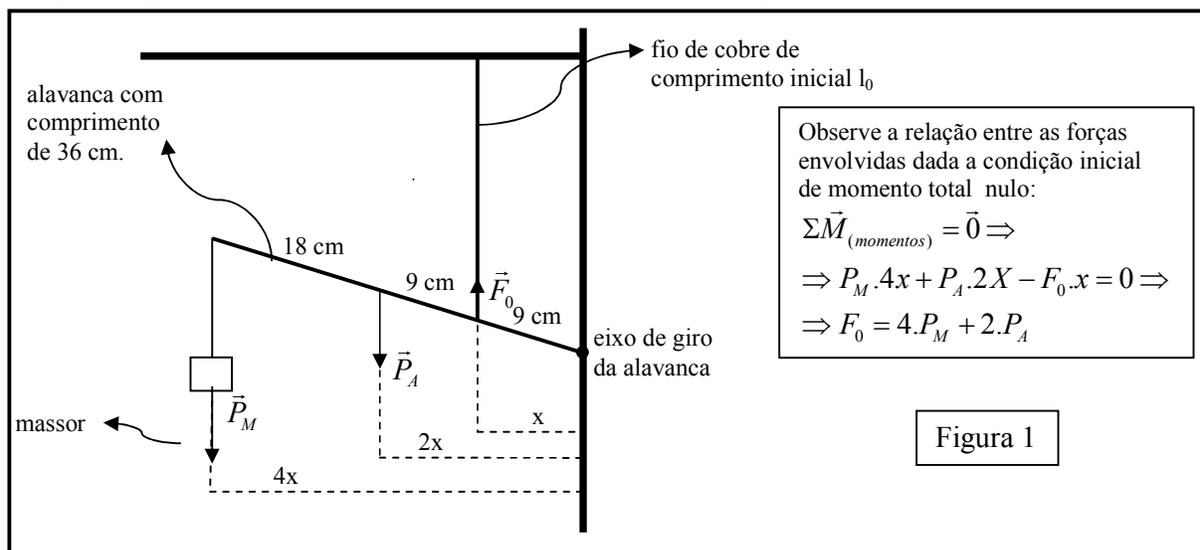
➤ **Material utilizado:** fio de cobre, alavanca, trena, suportes, massores, paquímetro (ou micrômetro)

➤ **Contexto:**

1) Por tratar-se de um procedimento não consolidado, é possível que sejam necessários ajustes nos itens abaixo. Se assim ocorrer, não esqueça de anotá-los a fim de retratar em seu relatório o procedimento que efetivamente tiver sido realizado por seu grupo.

2) Observe que a medida da elongação do fio de cobre e da força efetivamente feita sobre ele são feitas indiretamente por meio da inserção de uma alavanca (Figura 1) que, espera-se, permitirá maior acuidade das medidas, já que para cada 1 mm de variação indicada pela trena, a correspondente elongação do fio de cobre é de apenas 0,25 mm, uma proporção de 1:4 em virtude dessa mesma proporção existente entre a posição do fio e dos massores em relação ao eixo de giro da alavanca (Figura 2).

3) Essa provável maior precisão trás, no entanto, um novo problema, já que também será indireta a medida da força com que o fio será tencionado (ver análise do momento na Figura 1).



➤ **Procedimento:**

1. Medidas e cálculos iniciais: comprimento ( $l_0$ ) e diâmetro ( $d_0$ ) do fio, área da secção reta do fio ( $A_0 = \pi d_0^2/4$ ), peso da alavanca ( $P_A$ ) e cálculo da força tensora inicial ( $F_0$ ) considerando um massor de 50 g acoplado ao sistema.
2. Montagem inicial: massor de 50 g, fio na 4ª marca da alavanca, leitura inicial na trena ou trena ( $h_0$ ) a partir da escolha de um ponto de referência da alavanca (ou do massor).
3. Procedimento geral: Acrescentar progressivamente massores de 50 g abaixo do massor inicial, medir os correspondentes valores do comprimento indicado pela trena e preencher as correspondentes colunas da tabela (m e h).
4. Procedimento específico para as primeiras medidas: no início, com as deformações muito pequenas e provavelmente dentro ou próximo do regime elástico, após cada acréscimo de um novo massor e percebida a estabilização do sistema, retirar o massor e verificar se a medida indicada na trena retorna ao valor inicial.
5. Procedimento específico para medidas no início do regime plástico<sup>1</sup>: após cada acréscimo do massor tomar a medida indicada pela trena apenas após a estabilidade relativa do sistema, isto é, o momento em que o escoamento estiver muito lento em relação ao escoamento observado no momento da inserção do massor.
6. Procedimento específico para medidas no “pleno escoamento”<sup>2</sup> a caminho da ruptura: após a inserção do massor que colocou o sistema nessa nova situação, não mais acrescentar novos massores e anotar a indicação da trena em intervalos de tempo regulares (sugestão inicial de 30 s).
7. Tendo ocorrido a ruptura do fio de cobre, medir o diâmetro final do fio de cobre ( $d$ ) e calcular a área de sua secção reta ( $A = \pi d^2/4$ ) nesta situação.
8. Completar o preenchimento da tabela, calculando a elongação medida na trena ( $\Delta h$ ), a elongação efetiva do fio de cobre ( $\Delta l$ ), da força efetivamente aplicada no fio de cobre ( $F$ ), da variação dessa força efetivamente aplicada no fio de cobre ( $\Delta F$ )<sup>3</sup>, da tensão ( $\sigma$ ) e da deformação ( $\varepsilon$ ).

$$\Delta h = h - h_0$$

$$\Delta l = \Delta h/4$$

$$F = 4P_M + 2P_A$$

$$\Delta F = F - F_0$$

$$\sigma = \Delta F/A_0$$

$$\varepsilon = \Delta l/l_0$$

<i>Tensão e deformação no fio de cobre (modelo de tabela)</i>								
Medida	m (g)	h (10 <sup>-3</sup> m)	$\Delta h$ (10 <sup>-3</sup> m)	$\Delta l$ (10 <sup>-3</sup> m)	F (N)	$\Delta F$ (N)	$\sigma$ (10 <sup>7</sup> N/m <sup>2</sup> )	$\varepsilon$ (10 <sup>2</sup> )
1	50							
2	100							
3	150							
4	200							
...	...							
Condições iniciais: $P_A = \dots$ , $F_0 = \dots$ , $l_0 = \dots$ , $d_0 = \dots$ , $A_0 = \dots$ , $h_0 = \dots$								

9. Traçar o gráfico  $\sigma \times \varepsilon$  e proceder com sua análise de acordo com a aprendizagem desenvolvida no curso, incluindo comparações entre a “tensão de engenharia” e a tensão verdadeira<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> O regime plástico corresponde à situação em que parte da deformação não é mais transitória e, sim, permanente, com o fio não mais retornando ao comprimento original após a retirada do massor que provocou sua elongação.

<sup>2</sup> Por pleno escoamento entenda-se a situação em que o fio não mais cessa seu movimento de elongação, mesmo sem adições de novos massores.

<sup>3</sup> A configuração inicial da montagem experimental já induz uma força tensora inicial  $F_0$  e uma consequente tensão  $\sigma_0$  e deformação  $\varepsilon_0$  que serão desprezadas, sendo a variação  $\Delta F$  da força tensora, a variável a ser considerada para efeitos do cálculo da tensão  $\sigma$ .

<sup>4</sup> Por tensão de engenharia entende-se a tensão calculada com base na área da secção reta inicial do fio ( $A_0$ ), desconsiderando o fato de que seu diâmetro diminui conforme ocorre sua elongação.