

DESENVOLVIMENTO DE MÓDULOS DIDÁTICOS PARA ENSINO DE LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS

Mauro Pedro Peres^{1,2} - mcvrl@uol.com.br

Celso Pinto Morais Pereira² - celsolia@uol.com.br

Anselmo Monteiro Iukiu¹ - mcvrl@uol.com.br

Vagner José Oliva¹ - voliva@uol.com.br

¹ UNITAU - Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Civil

Rua 4 de março, 432

12020-270 - Taubaté - SP

² UNESP - Universidade Estadual Paulista, Depto. de Mecânica, Câmpus de Guaratinguetá

Av. Ariberto Pereira da Cunha, 333 - Pedregulho

12516-410 - Guaratinguetá - SP

Resumo. *Estes módulos didáticos permitem ao estudante de graduação em engenharia, a compreensão dos conceitos teóricos expostos em sala de aula pelo professor, como por exemplo, analisar experimentalmente as reações e deformações em uma estrutura e através das equações desenvolvidas pela teoria pertinente chegar às tensões.*

Diante disso, os alunos, ao visualizarem as deformações e esforços envolvidos numa peça estrutural sob a ação de cargas externas, irão ganhar confiança e segurança ao projetar as suas estruturas reais, daí, a grande importância da utilização destes módulos didáticos.

Com o desenvolvimento destes módulos e, devido à sua grande versatilidade, está sendo possível realizar diversos experimentos didáticos, com a possibilidade de simulação de diferentes carregamentos e tipos de apoios.

Palavras-chave: *Módulos didáticos, Ensaios de laboratório, Análise experimental.*

1. INTRODUÇÃO

É comprovado que o aprendizado é muito mais completo quando se alia a teoria e a prática. Assim sendo, a visualização dos fenômenos torna mais motivador e eficaz o processo de aprendizagem. Desta forma, os ensaios mecânicos são parte integrante de um curso de engenharia, (Afanásiev e Marien, 1978), principalmente voltados para a área de Mecânica dos

Sólidos, pois, trata-se da determinação e comprovação no local das propriedades que são intrínsecas aos materiais, tais como: elasticidade, tenacidade, resistência e a rigidez.

Como se sabe, a mecânica dos materiais necessita de argumentação experimental nas hipóteses originais para simplificar e comprovar as deduções teóricas. Estas tarefas devem ser cumpridas pela prática de laboratório, que devem acompanhar as diversas disciplinas que compõem um curso de engenharia, dentre as quais podemos citar a Física, Mecânica Geral, Resistência dos Materiais, Teoria das Estruturas e outras.

Ademais, com o atual desenvolvimento tecnológico em nosso país, torna-se imprescindível a realização de ensaios mecânicos para a determinação de novos materiais metálicos que surge a cada dia, (Beer e Johnston, 1995).

Diante da necessidade da comprovação dos fenômenos teóricos e também da motivação do aprendizado é que foram desenvolvidos os equipamentos didáticos como os da “fig. 1.”



Figura 1 - Quadros-Suporte, usados para ensaios no Laboratório de Estruturas.

Esses equipamentos são fáceis de serem fabricados e também são de baixo custo além de apresentarem grande versatilidade e de extrema importância dentro deste laboratório.

2. OBJETIVOS

Estes módulos didáticos para ensaios de estruturas foram desenvolvidos para permitir aos seus usuários que são estudantes de engenharia, a perfeita compreensão dos conceitos teóricos através da comprovação experimental, submetendo-se diferentes tipos de estruturas a carregamentos variados e analisar as diversas deformações e tensões que aparecem.

Proporciona aos estudantes projetar e construir modelos de diversos tipos de estruturas e, então, estudar os problemas que estão envolvidos, dando-lhes uma visão abrangente de todo o processo de concepção.

Com o objetivo de um perfeito aproveitamento das informações que podem ser extraídas dos ensaios, foi elaborada uma sistematização didática para a realização dos ensaios, que basicamente se constitui de:

- o professor faz uma explanação teórica sobre o ensaio em questão;
- o ensaio propriamente dito é realizado e seus resultados são anotados pelos alunos; e
- cada aluno de posse dos resultados, faz seu próprio relatório com comentários e conclusões a respeito do que observou.

Diante da sistematização adotada, foi elaborado o roteiro de experiências como consta no item 2.1, onde está descrito o roteiro completo de uma das experiências realizadas no Laboratório de Estruturas.

2.1 Modelo de roteiro da experiência

DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DE REAÇÃO DE APOIO PARA VIGAS ISOSTÁTICAS SUBMETIDAS A DIVERSOS CARREGAMENTOS

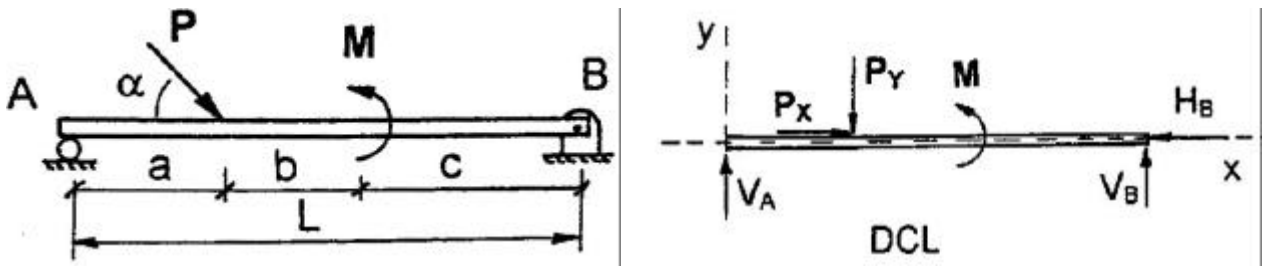
I. Introdução Teórica

Qualquer solução de problemas que envolvam estruturas bidimensionais quer sejam simples ou não, requer o conhecimento das reações de apoio; este é o primeiro passo antes de se aplicar as equações de Equilíbrio da Estática.

Para tal, traça-se o denominado “diagrama de corpo livre” (DCL) do corpo, que consiste em isolar o corpo (ou a viga), e sobre ele colocar todas as forças atuantes, isto é, as forças externas ativas e as forças reativas impostas pelos apoios sobre os mesmos.

Em seguida, aplicam-se as equações de equilíbrio da Estática que asseguram o equilíbrio do corpo evitando a sua translação ($\Sigma F_x = 0$ e $\Sigma F_y = 0$) e faz um balanço de momentos ($\Sigma M_o = 0$) para evitar sua rotação.

Seja uma viga AB simplesmente apoiada em suas extremidades submetida ao carregamento mostrado.



Aplicando-se as condições de equilíbrio ao sistema de forças do DCL, e considerando o sistema de eixos xy, ficamos com:

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= 0 & P_x - H_b &= 0 \\ \Sigma F_y &= 0 & V_A + V_B &= P_y \\ \Sigma M_A &= 0 & V_B \cdot L + M &= P_y \cdot a\end{aligned}$$

Destas equações obtém-se:

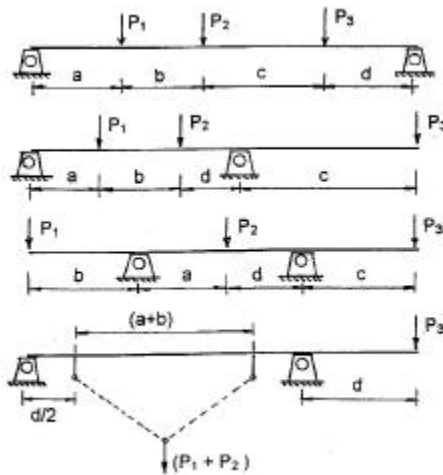
$$H_B = P \cos \alpha \quad ; \quad V_B = (P_y \cdot a - M) / L \quad \text{e} \quad V_A = P_y - (P_y \cdot a - M) / L$$

II. Objetivo e Procedimento de Ensaio

O objetivo é a determinação experimental das reações de apoio e comparar os resultados com os obtidos teoricamente pelas equações de equilíbrio da Estática.

Neste ensaio deve-se variar a posição dos apoios e das cargas aplicadas, e uma vez montada a viga, com a localização pré-estabelecida dos apoios, os “relógios comparadores” devem ser zerados.

Em seguida, aplicam-se as cargas de maneira lenta e gradual até o valor que se deseja, quando então devem ser anotadas as deformações que os referidos relógios mostram. Então, faz-se as conversões das deformações em forças, através da curva de calibração do relógio usada para tal fim.



Onde: $(a+b+c+d) = 900 \text{ mm}$ e $P_1 > P_2 > P_3$

GRUPO	P_1	P_2	P_3	a	b	c	d

III. Descrição das dimensões, forma e material das vigas

Esboçar e descrever as vigas ensaiadas. Indicar as cargas externas e seus apoios com suas respectivas intensidades e localizações.

IV. Resultados Obtidos

Tabelar os resultados obtidos.

V. Valores Teóricos

Determinar os valores teóricos, através das equações de equilíbrio da Estática, para as diversas situações de ensaio.

VI. Comentários e Conclusões

Comparar os resultados obtidos experimentalmente com os valores teóricos. Mostrar o desvio percentual do erro dos resultados e discutir.

3. MÓDULOS DESENVOLVIDOS

Estes módulos foram construídos a partir de modelos já conhecidos, (Hi-Tech, 1987). Com a confecção destes módulos está sendo possível realizar ensaios para a determinação de equilíbrio de corpos no espaço, deformações em vigas contínuas, deformações em vigas curvas, deformações em pórticos e deformações em estruturas treliçadas.

As figuras 2, 3 e 4 mostram alguns dos diversos módulos que foram construídos para a montagem das diferentes experiências que são realizadas no Laboratório de Estruturas.



Figura 2 - Quadro-suporte, mostrando uma viga em balanço sendo ensaiada.

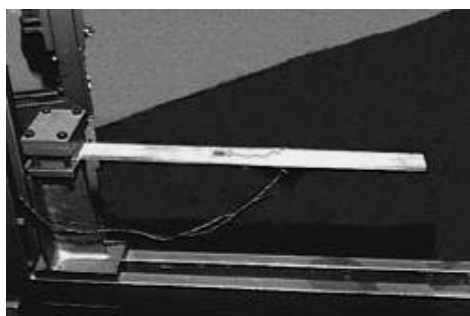


Figura 3 - Viga em balanço de seção retangular, com extensômetros elétricos devidamente colados.



Figura 4 - Viga em balanço de seção circular, com extensômetros elétricos colados para a determinação das deformações.

4. COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

Uma das maiores vantagens que estes módulos oferecem, está na praticidade e na flexibilidade de montagem que eles proporcionam, permitindo a simulação de diversos arranjos estruturais, onde pode-se verificar e estudar os problemas envolvidos.

Foi observada uma melhora significativa no aprendizado das disciplinas que passaram a utilizar estes módulos didáticos de ensaios, bem como, passou a existir um interesse muito maior por estas disciplinas por parte dos alunos; e

Estes equipamentos são relativamente baratos e de fáceis execução e utilização e são a base para o estabelecimento de um Laboratório de Estruturas diversificado e eficaz, dando resultados precisos e demonstrando aos estudantes a segurança e a credibilidade dos princípios envolvidos.

5. REFERÊNCIAS

- Afanásiev, A.M., Marien, V.A., Práticas de Laboratório sobre Resistência de Materiais, Ed. Mir, Moscou, 1978.
- Beer, F.P., Jonhston Jr., E.R., Resistência dos Materiais, 3^a ed., Ed. Makron Books do Brasil Ltda., São Paulo, 1995.
- Hi-Tech tecquipment, Engineering Experimental Apparatus, England, 1987.