



## A CONSTRUÇÃO PERMANENTE DO LABORATÓRIO DE ENSAIOS EM SISTEMAS ESTRUTURAIS (LESE) DA UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

**Zacarias Martin Chamberlain Pravia** – Zacarias@upf.br  
Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Engenharia e Arquitetura  
Curso de Engenharia Civil – Laboratório de Ensaios em Sistemas Estruturais - LESE  
Bairro São José, CP 611  
99001-970 – Passo Fundo, RS

***Resumo:** Os meios digitais e seus elementos de software reduzem, a maioria das vezes, a capacidade de aprendizagem compreensiva dos acadêmicos que estudam conceitos da área de estruturas. A necessidade de experiências práticas demonstrativas ou realizadas pelos próprios estudantes, mostrou ser o meio mais eficiente para a fixação prática de conceitos que até podem parecer muito abstratos na área de estruturas. O presente trabalho retrata a construção permanente do Laboratório de Ensaios em Sistemas Estruturais da Universidade de Passo Fundo, e sua influência no ensino de disciplinas da área de estruturas. Cabe salientar que o sucesso deste empreendimento permanente é validado pelas visitas de coordenadores de diversos cursos de Engenharia e Arquitetura de várias universidades, e até pelas altas recomendações relacionadas na última avaliação do Curso de Engenharia Civil por parte da comissão de especialistas do MEC em 2002.*

***Palavras-chave:** Estruturas, Laboratório, ensino*

## 1. INTRODUÇÃO

A prática real é ainda melhor que os modelos de simulação computacional. É muito mais fácil fixar um conceito teórico, na área de estruturas, com um ensaio destrutivo e de observação do comportamento de elementos, sistemas estruturais e uniões. Até final de 1997 o Curso de Engenharia Civil da Universidade de Passo Fundo não possuía um laboratório de estruturas, apenas no Laboratório de Materiais existia uma prensa para corpos de prova de concreto. Em novembro de 1997 o autor apresentou um projeto para iniciar a criação e desenvolvimento do Laboratório de Ensaio em Sistemas Estruturais (LESE), que foi aprovado pela Universidade, para ser levado adiante no decorrer de 1998.

Os objetivos iniciais desse empreendimento eram o de construir duas linhas principais de trabalho: a primeira de construção de modelos qualitativos que mostrassem qualitativamente o comportamento de elementos e sistemas estruturais, a segunda que desenvolvesse equipamento e sistemas de aquisição de dados para ensaios destrutivos em concreto, aço, madeira e outros materiais.

Este trabalho relata o andar da criação e permanente construção do LESE, o empreendimento em geral de baixo custo que é muito bem sucedido, fato este que se comprova pelas inúmeras visitas que Professores de outras instituições fizeram as instalações do mesmo, e pelo destaque dado na última avaliação por comissão de especialistas do MEC ao curso em 2002.

## 2. HISTÓRICO E FUTURO DA CONSTRUÇÃO PERMANENTE

Para dar uma certa ordem cronológica e ao mesmo tempo apresentar e documentar graficamente os diferentes ensaios e construção de modelos qualitativos de ensino de estruturas foi organizado o texto primeiro descrevendo a criação e implantação do laboratório e depois cada ano até o atual foi comentado, documentado e enriquecido através de citações de publicações provenientes de trabalhos desenvolvidos no LESE.

### 2.1 O início

No ano de 1994 com o intuito de melhorar a aprendizagem dos nossos alunos das disciplinas de aço e madeira decidimos construir modelos reduzidos (Vide Figura 1) que mostrassem como é uma estrutura de telhado ou de concreto armado, nessa fase nem sequer se sonhava num laboratório de estruturas, apenas era uma tentativa e gerar ferramentas pedagógicas para aprimorar o ensino, os resultados desses modelos foram explicitados na publicação de um artigo no COBENGE de 1995 em Recife (PRAVIA, 1995). Os resultados excelentes dados pelas respostas dos alunos ao usar tais modelos motivaram o autor na volta da conclusão dos créditos dos estudos de doutorado a apresentar um projeto para a construção de um laboratório de estruturas que envolvessem duas linhas principais: modelos reduzidos qualitativos e ensaios destrutivos.



Figura 1 - Modelos qualitativos de Estruturas (PRAVIA,1995)

## 2.2 A instalação do LESE

O LESE foi instalado originalmente apenas com mesas e alguns materiais e os modelos desenvolvidos em 1994 e 1995 (PRAVIA, 1995). No decorrer de 1998 foram desenvolvidos modelos qualitativos apresentados por (SANTOS, 1983). Outros modelos foram adaptados e criados, sempre fixando duas metas específicas : baixo custo e visualização imediata do fenômeno considerado no modelo. Alguns modelos construídos por estagiários do LESE podem ser observados na Figura 1.

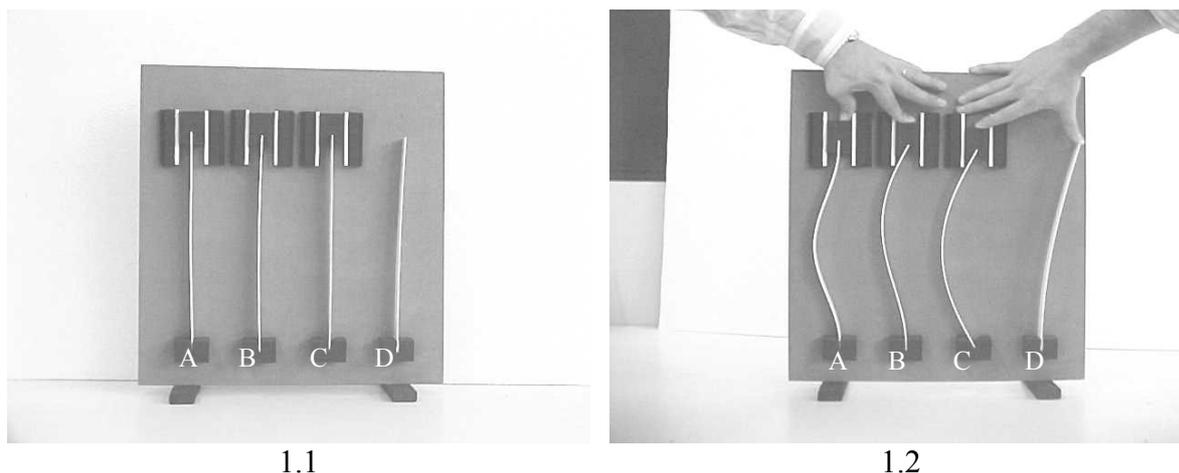


Figura 1 - Modelos de flambagem de colunas adaptados de (SANTOS, 1983) - Fonte: (PRAVIA, BORDIGNON, 2000)

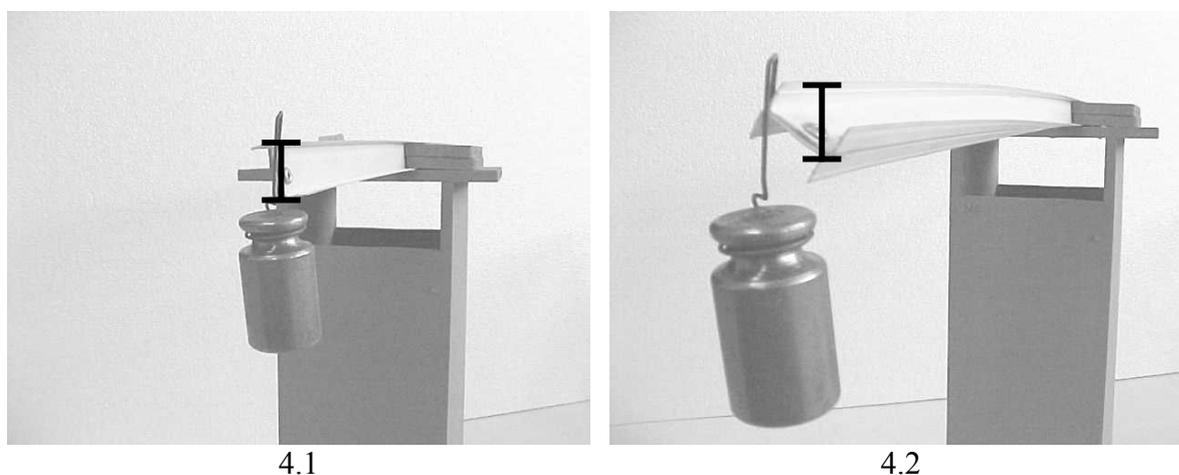


Figura 2 – Flambagem lateral de vigas. Fonte: (PRAVIA, BORDIGNON, 2000).

Por outro lado novos modelos totalmente criados e desenvolvidos no LESE começaram a serem construídos, alguns deles já foram apresentados em (PRAVIA, BORDIGNON, 2000).

Nesses dois primeiros anos (1998, 1999) não foi possível criar a linha de ensaios destrutivos, porém ensaios estruturais foram adaptados para bancadas criadas no próprio LESE e apresentados no trabalho (PRAVIA, 2000), essa bancada e uma treliça plana sendo ensaiada é apresentada na Figura 3.

### 2.3 A construção de equipamentos

Já em 1998 foi projetado um pórtico autoportante construído com apoio de uma empresa de estrutura metálica, sendo que a Universidade de Passo Fundo arcou apenas com o custo do transporte. Assim mesmo com a compra de macacos hidráulicos com capacidade de 250kN e células de carga de 50kN e 100kN foi possível iniciar a fase de ensaios estruturais destrutivos. O primeiro ensaio destrutivo foi de vigas de concreto armado, onde os alunos podiam observar os estágios e fases de comportamento a flexão do concreto armado (Vide Figura 4).

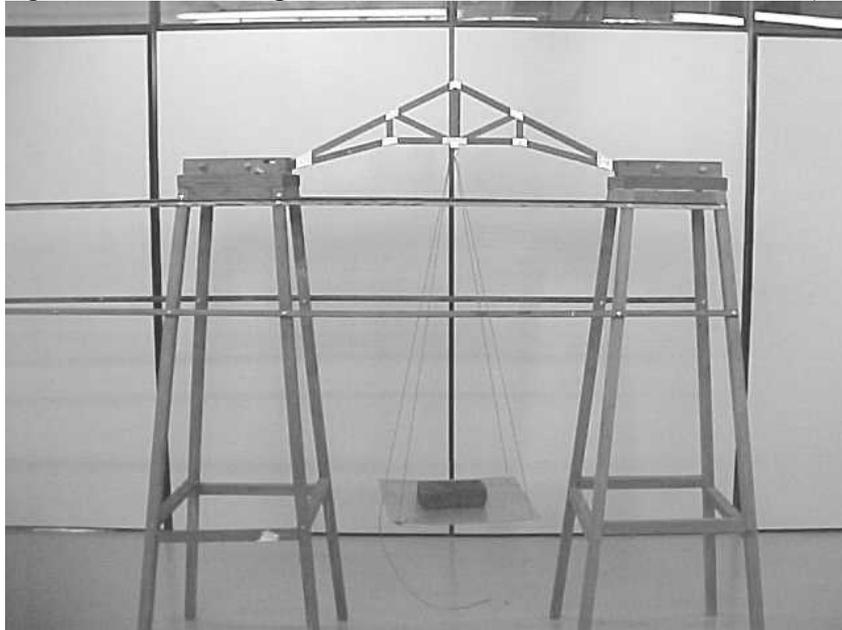


Figura 3 – Bancada de Ensaios usada na competição MINITRUSS. Fonte: (PRAVIA, 2000)



Figura 4 - Ensaio de viga de concreto armado

Tem sido uma constante a projeção e construção de diversos modelos qualitativos e mecanismos par ensaios sempre desenvolvidos no próprio LESE ou nas instalações da Faculdade de Engenharia e Arquitetura de Universidade de Passo Fundo.

## 2.4 O primeiro modelo originalmente criado e desenvolvido do LESE e seu sucesso

No decorrer do ano de 1999 a partir de idéias originais do autor foram desenvolvidos modelos de treliças planas que apresentavam de maneira visual o comportamento de tração e compressão nas suas barras. Um primeiro modelo pode ser observado na Figura 5. Ao apresentar esse modelo (PRAVIA, ORLANDO, 2001) no COBENGE de 2001 na cidade de Porto Alegre, após a apresentação foi sorteados um dos modelos e mais de 25 professores de diversas instituições do Brasil se inscreveram para o sorteio. O sucesso do modelo é até hoje comprovado pedagogicamente, principalmente quando usado como auxiliar de ensino para mostrar o sistema estrutural treliça para novos alunos da engenharia civil e arquitetura e urbanismo.

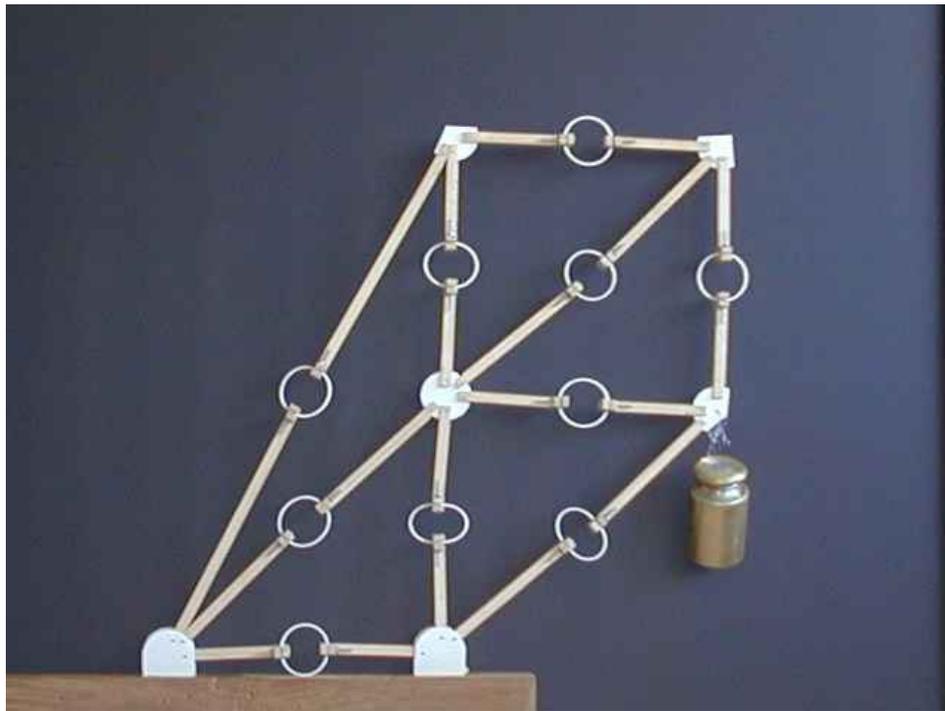


Figura 5 - Modelo de Treliça qualitativo. Fonte: (PRAVIA, ORLANDO, 2001)

## 2.5 As pesquisas

A segunda linha de trabalho do LESE, ensaios destrutivos, avançou no ano de 2001, com pesquisas em sistemas estruturais mistos aço e madeira, onde parte dos resultados foi publicada em (PRAVIA et al., 2002), registro gráfico dos ensaios é apresentado na Figura 6.



Figura 6 - Ensaio para pesquisas em sistemas mistos aço - madeira. Fonte: (PRAVIA et al, 2002)

Novas pesquisas estão sendo desenvolvidas, assim como novos modelos qualitativos e inúmeras maquetes de sistemas de estruturas de madeira e telhados de madeira, que dariam para preparar um livro sobre as construções de modelos qualitativos e maquetes estruturais.

## 2.6 O Reconhecimento

Avaliar o empreendimento realizado para criar e desenvolver o LESE é complexo, até porque, entrevistando os alunos dos cursos atendidos pelo laboratório, consideram a experiência excelente e louvável. Então a avaliação deve ser externa, e isso tem acontecido no decorrer dos anos. Os primeiros frutos da construção permanente foram saudados pelas diversas visitas as instalações feitas por cursos de várias universidades. Porém o mais alto reconhecimento é reproduzido na forma de um parágrafo no relatório de avaliação das condições de ensino do curso de Engenharia Civil realizado em 2002, no quesito de Instalações, o qual transcrevemos na íntegra:

*"As instalações dos laboratórios são muito boas, em geral. Recomenda-se que as aulas de Laboratório sejam mais participativas e menos demonstrativas. Destaca-se a qualidade do Laboratório de Estruturas, que muito impressionou a Comissão Avaliadora, a pesar de não constar do roteiro do manual de avaliação do INEP."*

## 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira resumida foi apresentado o histórico e o andamento do LESE, os resultados até hoje obtidos são muito positivos e proveitosos para o ensino de estruturas.

Maiores informações podem ser requeridas ao autor o visitar a página na internet do LESE no endereço: <http://upf.br/~lese>.

Atualmente o LESE continua trabalhando em três linhas : construção e desenvolvimento de maquetes estruturais e modelos de comportamento qualitativo, ensaios destrutivos para pesquisa e ou ensino de estruturas de madeira, concreto e aço, e finalmente no



desenvolvimento de software educacional através do etools-upf (<http://www.ertools.upf.br>) e todos esses esforços são parte do grupo de pesquisa em Análise Numérico e Experimental de Estruturas de Madeira e Metálicas.

É bom mencionar que atualmente dentro das pesquisas que estão em andamento uma é dirigida à conclusão de um doutorado em conjunto com o laboratório de geotécnica da UPF em convênio com a UFRGS.

O Ensino da parte prática e funcional de estruturas não poderá ser substituído com simulações computacionais, é imperativo que todas as escolas e cursos de engenharia civil desenvolvam esforços para criar laboratórios de ensaios experimentais na área de estruturas, os quais podem ser desenvolvidos a baixo custo e em contrapartida geram um retorno importante na aprendizagem e prática dos alunos.

### *Agradecimentos*

O LESE evolui na base do trabalho dos seus estagiários que nele participam ou participaram, queremos aqui fazer o agradecimento a todos eles citando seus nomes: Rodrigo Bordignon, Juliano Ghelen, Marlon Moura, Leandro Coronetti.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

SANTOS, JOSÉ AMARO. **Sobre a concepção, o projeto, a execução e a utilização modelos físicos qualitativos na engenharia de estrutura.** 1983. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

PRAVIA, Zacarias Martin Chamberlain. Modelos Reduzidos para o Ensino de Estruturas. In: XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 1995, Recife. **Anais**. Recife: UFPE, 1995.

PRAVIA, Zacarias Martin Chamberlain. Minitruss: Uma competição teórica experimental para ensino de Estruturas de Madeira. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2000, Ouro Preto, MG. **Anais** (CD-ROM).Ouro Preto: UFOP, 2000.

PRAVIA, Zacarias Martin Chamberlain. BORDIGNON, Rodrigo. Modelos Intuitivos para Ensino de Estabilidade das Estruturas. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2000, Ouro Preto, MG. **Anais** (CD-ROM).Ouro Preto: UFOP, 2000.

PRAVIA, Zacarias Martin Chamberlain; ORLANDO, Diego. Modelos Qualitativos de Treliças Planas: Construção e aplicação no ensino da análise e comportamento estrutural. In: XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2001. Porto Alegre, RS. **Anais** (CD-ROM). Porto Alegre: PUC-RS. 2001.

PRAVIA, Zacarias Martin Chamberlain; GHELEN, Juliano; CORONETTI, Leandro; MOURA, Marlon Antonio de. Análise Numérico e Experimental de um modelo de treliça Mista Aço-Madeira. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA - EBRAMEM, 2002, Uberlândia. **Anais** (CD-ROM). Uberlândia: UFU, 2002.



## **THE PERMANENT CONSTRUCTION OF THE LABORATORY OF RESEARCH IN STRUCTURAL SYSTEMS (LESE) OF THE PASSO FUNDO UNIVERSITY**

***Abstract:** The digital age (computers and their software's) reduce, most of the times, the capacity of the academic to understand the concepts of the area of structures. The need of demonstrative practical experiences or developed by the own students; it was shown as the more effective way for the practical fixation of concepts that to they can seem very abstract in the area of structures. The present work portrays the permanent construction of the Laboratory of Research in Structural Systems of Passo Fundo University, and its influence in the teaching of disciplines of the area of structures. Its fits to point out that the success of this permanent enterprise is validated by the visits from courses of Engineering and Architecture of several universities, and even for the high related recommendations in the last evaluation of the Course of Civil Engineering done by the specialist committee from MEC in the end of 2002.*

***Key-words:** Structures, laboratory, teaching*