

A IMPORTÂNCIA DO LABORATÓRIO NO ENSINO DE CONCRETO ARMADO

Roberto D. Rios

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Escola de Engenharia

Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil

rrios@cpgec.ufrgs.br

Resumo: Neste trabalho é apresentada a experiência altamente positiva de um laboratório de ensino de Concreto Armado. Este laboratório foi implementado para tentar suprir a deficiência de conexão no estudo de graduação na área de concreto armado com as diferentes disciplinas anteriores do curso de Engenharia Civil da UFRGS. Notava-se a dificuldade, por parte dos alunos, de entender conceitos simples como materializações de apoios, aproveitamento das condições de simetria, limites razoáveis das dimensões e dos vãos de vigas, localização de pilares para compatibilizar o projeto arquitetônico e estrutural, etc. O laboratório foi realizado na disciplina Concreto Armado I do Curso de Engenharia Civil da UFRGS e consiste em realizar o cálculo de um pavimento tipo de um prédio de apartamentos ou comercial. O aluno, sob supervisão do professor, deve encarar as diversas etapas necessárias para realizar este cálculo. Isto inclui a análise de detalhes construtivos para poder determinar as cargas atuantes, a utilização das normas de carregamentos, a obtenção dos diagramas de solicitações para as vigas mediante o uso de programas, a determinação da armadura ao corte e flexão, assim como o detalhamento da mesma. Este laboratório é considerado, desde o ponto de vista do autor, uma ferramenta muito interessante para o aprendizado, estimulando a motivação dos alunos do curso, pois com este tipo de técnicas, eles conseguem aplicar conceitos que, de outro modo, ficam desconexos. Faz parte deste Laboratório a visita a obras, a apresentação de slides e consultas a páginas da internet que ajudem a desenvolver a iniciativa pela procura constante de atualização.

Palavras-chave: Laboratório, Concreto, Ensino.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho relata sobre a experiência altamente positiva de um Laboratório de Ensino da disciplina Estruturas de Concreto Armado I, do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A idéia do laboratório surgiu faz alguns anos, quando estudando o conteúdo programático das disciplinas Mecânica e Mecânica Estrutural I, aparecia em ambos os casos o tema “Morfologia das Estruturas”. Este tema, tão amplo, apenas era contemplado em uma aula ou duas devendo, os alunos aprenderem a distinguir os diferentes elementos estruturais e as suas combinações para formar os modelos estruturais conhecidos na engenharia civil, assim como, ter um entendimento de qual a sua vinculação com o solo ou estrutura de fundação. É lógico que, como tais disciplinas estão se encontram localizadas nos 4º e 5º semestre da seriação aconselhada do curso, as possibilidades de entendimento sobre o assunto ficam, muitas vezes, limitados pela pouca maturidade em aspectos de engenharia civil que os alunos ainda têm.

Às vezes isso acarreta uma perda de interesse por parte dos alunos, ao não verem uma aparente equivalência com as obras que eles conhecem.

Outros defeitos podem ser considerados comuns nestas etapas, onde o aluno deve resolver problemas isostáticos com cargas fornecidas pelos professores, sem ter certeza de onde elas vêm e por que apareceram com tal magnitude. Por outro lado, para os professores de tais disciplinas, resulta extremamente difícil explicar conceitos dos quais os alunos não têm uma familiaridade.

O grande avanço que a tecnologia produziu com as calculadoras eletrônicas e os computadores deve ser considerado altamente positivo, pois permitiu resolver problemas que antes não poderiam ser encarados. Mas, em contrapartida, trouxe para alguns alunos o problema da perda de noção de magnitudes e realidades.

Com esse objetivo, foi proposto o mencionado laboratório de ensino na disciplina de Estruturas de Concreto Armado I do curso, tentando assim, fornecer ferramentas que permitam o melhor entendimento do funcionamento do projeto e cálculo de uma parte ou de toda a estrutura. Isto tem conseguido motivar um grande número de alunos a entender que o processo de aprendizado nos cursos de graduação não pode ser simplesmente a aplicação de *receitas prontas* que possam ser aplicadas a qualquer situação.

2. METODOLOGIA PROPOSTA PARA O LABORATÓRIO

O Laboratório de Ensino proposto consiste em realizar todas as etapas do projeto e cálculo de um planta tipo de uma estrutura de um prédio residencial ou comercial. Isto inclui desde o estudo das diferentes soluções estruturais possíveis do projeto arquitetônico apresentado por cada um dos grupos em que a turma de alunos é dividida, até o detalhamento da armadura correspondente.

Com respeito ao projeto estrutural, cada grupo constituído por dois ou três alunos é induzido a apresentar uma planta estrutural indicando nela as posições dos pilares vigas e lajes. Estuda-se em cada caso as possibilidades de melhorar a disposição de tais elementos levando em conta aspectos estéticos ou de funcionalidade e, embora ainda não seja muito conhecido por ter tido pouca experiência prática, tenta-se despertar o interesse pela procura do sentido de dimensão, principalmente no referente a vãos de vigas e condições de apoio.

Também neste aspecto é indicada a necessidade de aproveitar as possibilidades de redução de esforço de cálculo como, por exemplo, a consideração de simetria.

Estudada em detalhe esta etapa procede-se a realizar a análise de cargas. Etapa considerada fundamental, tentando demonstrar a diferença de abordagem das cargas determinísticas (permanentes) e das cargas aleatórias ou estocásticas com diferentes probabilidades de ocorrência (acidentais), seguindo as orientações das normas correspondentes.

Nesta etapa, são fundamentais os conhecimentos adquiridos em várias disciplinas já cursadas. No caso de estruturas de prédios residenciais ou comerciais, as disciplinas de Edificações são importantes, pois são estudados detalhes construtivos que fornecerão subsídios para o cálculo das cargas permanentes. Nesta etapa, o aluno deve procurar na bibliografia, nos catálogos técnicos e nas normas, informações sobre os materiais que serão usados, e em particular, o peso específico dos mesmos para poder calcular os respectivos pesos.

Levando em conta os destinos projetados para os diversos setores da edificação e com as respectivas ações permanentes determinadas com o uso das normas as cargas das lajes, calculam-se as reações que incidirão sobre as vigas e destas para os pilares. Especial atenção é dada ao caso de escadas, devido às suas particularidades e quantidades de formas de apoio ou esquemas de armações possíveis.

Feita a análise de cargas, procede-se ao cálculo das solicitações, contando para tal tarefa, com a ajuda de programas computacionais básicos como, por exemplo, o Ftool (2001) desenvolvido na PUC do Rio de Janeiro. Muitas dúvidas surgem nesta etapa; uma delas, como devem ser considerados os apoios, já que, sabe-se nesta altura, que são feitas simplificações do funcionamento real das estruturas. Tenta-se, assim resolver esta grande incógnita: quando considerar apoios simples, rótulas ou engastes? Mostra-se, por meio de exemplos, slides e visitas a obras, qual poderá ser a melhor representação de um ou outro apoio. Discutem-se as possibilidades dos pilares que concorrem a um nó terem condições de impedir movimentos horizontais e/ou rotações das vigas.

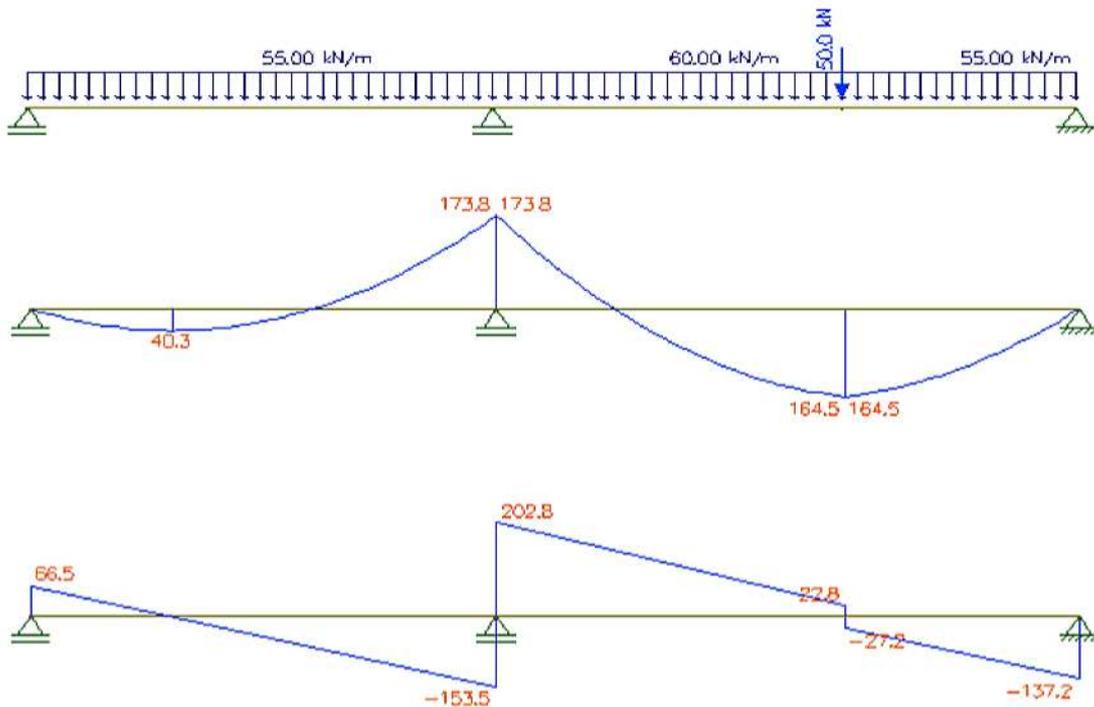


Figura 1- Esquema dos diagramas de solicitações obtidos pelo programa Ftool.

Realizada a etapa de cálculo de solicitações parte-se para o processo de dimensionamento de cada uma das vigas e lajes do pavimento tipo. Para tal tarefa é aconselhado o uso de programas preparados pelos próprios alunos, ou outros disponíveis na bibliografia, como o caso do programa FNS (1991). Nesta etapa, é dada ênfase no processo de determinação de larguras de laje colaborante nas vigas, constituindo vigas de seção T ou L, com um melhor aproveitamento da resistência do concreto. Também se tenta orientar os alunos ao uso racional das bitolas comercialmente disponíveis, e a sua compatibilidade com os espaços disponíveis para tal.

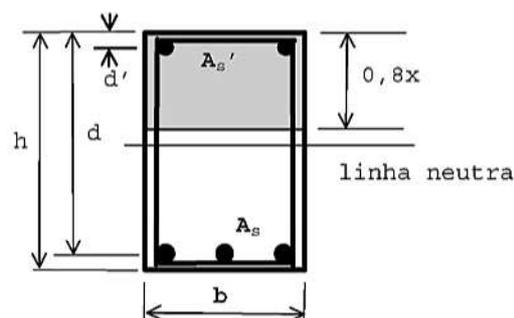


Figura 2- Esquema das dimensões usuais em vigas retangulares de concreto armado.

The image shows a software interface for structural analysis. At the top, there are tabs for 'Aço', 'Concreto', 'Seção', 'Momento', and 'Armadura'. Below these are buttons for 'Verificação', 'Dimensionamento', 'Deformações', and a help icon. The main area is divided into sections: 'Materiais' with a dropdown for 'Aço' (CA-50A) and a text box for 'Concreto: fck = 25.00 (MPa)'; 'Seção retangular' with text boxes for 'Base = 0.200 (m)', 'Altura = 0.500 (m)', and 'd' = 0.040 (m)'; and 'Momento fletor característico' with a text box for 'Momento fletor = 0.0400 (MN.m)'. At the bottom, there are buttons for 'Ajuda', 'Dimensiona', and 'Termina'. The 'Dimensiona' button is highlighted with a green checkmark.

Figura 3- Esquema de entrada de dados no programa FNS.

Também é determinada a distribuição das armaduras de corte (estribos) indicando a sua disposição e características para satisfazer as necessidades de absorver os esforços de corte, calculados no passo anterior.

Como última etapa do Laboratório, os grupos devem fazer o detalhamento das armaduras, tendo que estudarem, caso a caso, os comprimentos de ancoragem necessários para as bitolas escolhidas e as zonas de aderência e os deslocamentos dos diagramas de momentos fletores a fim de determinarem a partir de quais pontos as barras de aço podem ser cortadas.

3. CONCLUSÕES:

A experiência do Laboratório de Ensino na disciplina de Concreto Armado I mostrou-se, desde o ponto de vista do autor e dos alunos envolvidos em este processo, altamente positivo, pois tende a integrar os conhecimentos adquiridos nas diferentes disciplinas da área de estruturas do curso. Tal tipo de laboratório ou disciplinas integradoras de conhecimento em diversas áreas tem despertado um grande interesse no planejamento da estrutura curricular e pedagógica de um curso de engenharia e são recomendadas pelo CNE/CES (2002) nas Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia.

Contato e Maiores Informações

Prof. Roberto D. Rios

E-mail: rrios@cpgec.ufrgs.br

Home page: <http://www.cpgec.ufrgs.br/rrios>

Telefone: 51 33163525

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

FTOOL **Two-dimensional Frame Analysis Tool**, versão 2.10: Puc, Rio de Janeiro, 2001.

FNS **Flexão Normal Simples**, versão 1.11: USP, São Paulo, (1992).

CNE/CES 11. Institui **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. Março 2002.

***Abstract:** In this work is introduced the highly positive experience of a teaching laboratory of Reinforced Concrete. This laboratory was implemented to try to supply the connection deficiency in the graduation study in the concrete area armed with the different previous disciplines of the course of Civil Engineering of UFRGS. It noticed the difficulty, by the students, of understand simple concepts as supports materializations, utilization of the symmetry conditions, reasonable limits of the dimensions and of the beams empty spaces, pillars location for agree the architectural and structural project, etc. The laboratory was accomplished in the Reinforced Concrete discipline I of the Course of Civil Engineering of UFRGS and consists in accomplish the calculation of a typical pavement of an apartments or commercial building. The student, under teacher's supervision, should face the several necessary stages to accomplish this calculation. This includes the analysis of constructive details to determine the acting loads, the utilization of the shipments rules, the obtainment of the solicitations diagrams for the beams by means of the programs use, as well as the detail of the reinforcement. This laboratory is considered, since author's point of view, a very interesting tool for the learning, stimulating students' motivation of the course, because with this kind of techniques, they manage to apply concepts that, from other way, they are incoherent. It makes part of this Laboratory the visit the works areas, the slides and consultations presentation the pages of the internet that help to develop the initiative by the constant search of update.*

***Key Words:** Teaching laboratory.*