



PEF-2601 Estruturas na Arquitetura I: Fundamentos

Projetos do 1º semestre de 2017

Os alunos da disciplina PEF-2601 "Estruturas na Arquitetura I: Fundamentos" deverão desenvolver dois projetos ao longo do semestre, a serem realizados por grupos de cinco alunos.

O primeiro projeto é voltado à elaboração de modelos didáticos a serem futuramente utilizados nas aulas da disciplina PEF-2601 "Estruturas na Arquitetura I: Fundamentos", e o segundo projeto é de observação de estruturas do nosso cotidiano.

Os principais objetivos destes projetos são:

1. Estimular os alunos a conceberem um modelo didático de uma estrutura e construírem-no em um laboratório;
2. Estimular os alunos a observarem as construções que nos cercam e nelas identificarem sua estrutura;
3. Estimular os alunos a procurarem compreender como funcionam as estruturas;
4. Mostrar como os modelos matemáticos examinados nas aulas se ligam às estruturas reais;
5. Estimular os alunos a utilizarem um programa de análise estrutural;
6. Estimular o trabalho em grupo;
7. Estimular a redação de relatórios técnicos.

Projeto 1: Elaboração de um modelo didático

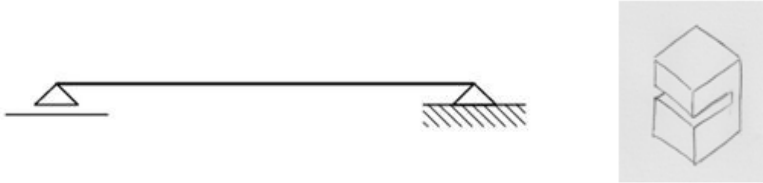
1.1 Descrição do projeto

Já por três vezes, os alunos da disciplina PEF-2601 "Estruturas na Arquitetura I: Fundamentos" elaboraram modelos didáticos de estruturas, que vêm sendo utilizados nas aulas da disciplina com grande sucesso. Por essa razão, mais uma vez se está propondo que os alunos elaborem um modelo didático a ser futuramente utilizado nas aulas de PEF-2601.

Esse modelo deverá ser escolhido entre os relacionados na lista abaixo, e, ao projetá-lo e construí-lo, os alunos deverão ter em mente que ele deverá ser didático, ter um tamanho que permita o seu transporte e também a sua boa visualização, mesmo nas salas grandes da FAU – como a sala 801 –, ser resistente e, no caso dos modelos que serão empregados para mostrar como a estrutura se deforma, ser flexível o suficiente para que a sua deformação possa ser bem visível.

Deverá ser construído um dos modelos da seguinte lista:

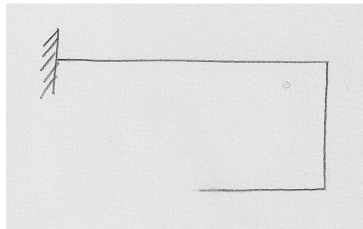
1. Viga simplesmente apoiada que possa ser transformada em uma viga engastada – articulada com a colocação de um dispositivo que impeça a rotação do apoio fixo



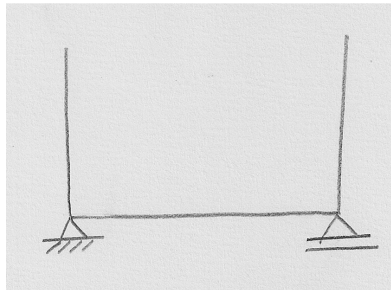
2. Viga simplesmente apoiada com dois balanços



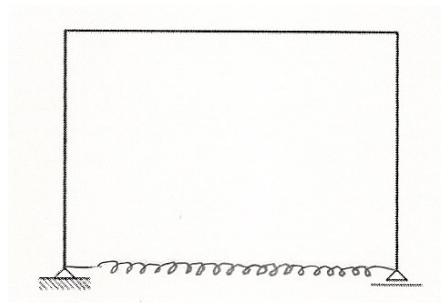
3. Viga poligonal engastada da figura abaixo:



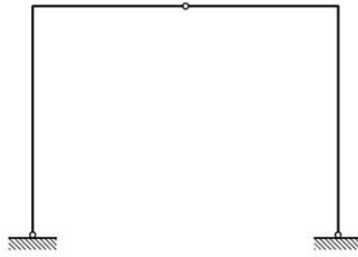
4. Viga poligonal com uma articulação fixa e uma articulação móvel mostrada na figura abaixo:



5. Viga poligonal com geometria simétrica tendo como apoios uma articulação fixa e uma articulação móvel ligadas por uma mola que possa ser facilmente colocada e retirada do modelo



6. Pórtico triarticulado simétrico



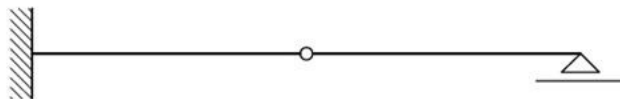
7. Pórtico biarticulado simétrico



8. Pórtico articulado - engastado simétrico



9. Viga Gerber formada pela associação de uma viga em balanço e uma viga simplesmente apoiada



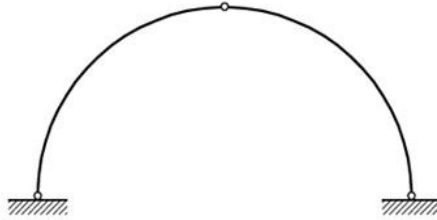
10. Viga Gerber formada pela associação de uma viga simplesmente apoiada e uma viga simplesmente apoiada com um balanço



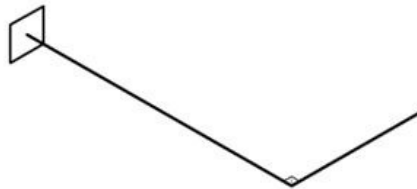
11. Viga Gerber formada pela associação de uma viga simplesmente apoiada com um balanço, uma viga simplesmente apoiada e uma viga simplesmente apoiada com um balanço



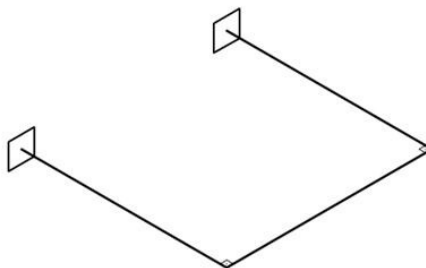
12. Arco triarticulado simétrico



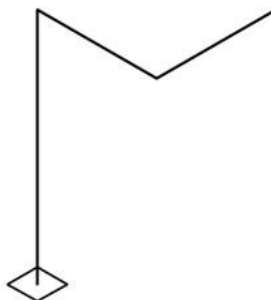
13. Viga balcão com um engastamento e duas barras



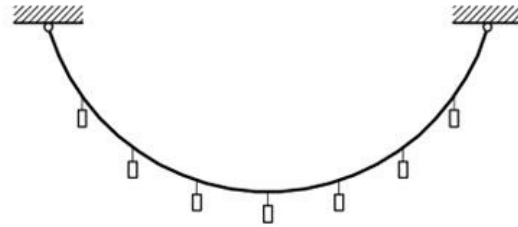
14. Viga balcão com dois engastamentos e três barras



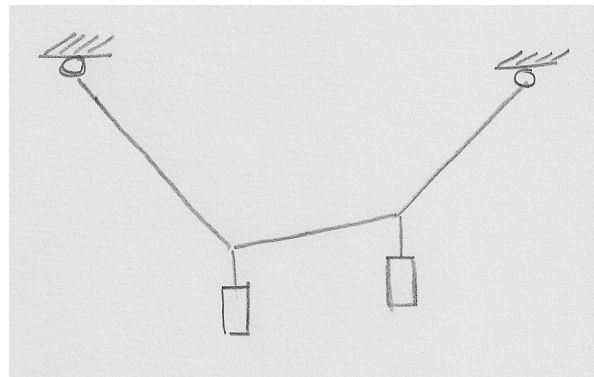
15. Estrutura tridimensional com três barras



16. Corrente solicitada pelo peso próprio, em que o peso próprio é modelado por forças concentradas igualmente espaçadas ao longo do comprimento do arco



17. Corrente solicitada por duas forças concentradas expressivas que possam ser colocadas em diferentes posições ao longo da corrente (as forças consideradas expressivas são as que levam a estrutura deformada a ficar muito próxima de uma poligonal)



1.2 Relatório

Deverá ser elaborado um relatório escrito apresentando o projeto do modelo escolhido com os empregos que ele poderá ter como material didático, justificativa das suas dimensões e dos materiais utilizados, fotografias do modelo sendo executado pelos alunos e do modelo já terminado, e comentários gerais sobre a confecção do modelo, incluindo as dificuldades encontradas em sua concepção e execução.

1.3 Avaliação do projeto

Na correção do projeto:

1. Será avaliado o quanto o modelo representa adequadamente a estrutura que ele modela (valor: 2,0);
2. Será avaliado valor didático do modelo: visibilidade do modelo e dos seus elementos, dimensões, resistência, deformabilidade (valor: 3,0);
3. Será avaliada a qualidade da confecção do modelo (valor: 2,0);
4. Será avaliada a correção de linguagem do relatório (valor: 1,0);
5. Será avaliada a qualidade das fotografias (valor: 1,0);
6. Será avaliada a estrutura e a qualidade da apresentação do relatório (valor: 1,0).

1.4 Entrega do modelo

O modelo deverá ser entregue na Secretaria do Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica da Escola Politécnica, localizado no andar térreo do Edifício da Engenharia Civil, no dia 26.6.2017, segunda-feira, até as 16h00.

1.5 Entrega do relatório

O relatório deverá ser entregue no mesmo dia, horário e local que o modelo didático: na Secretaria do Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica da Escola Politécnica, no dia 26.6.2017, até as 16h00.

Projeto 2: Observação de estruturas do cotidiano

2.1 Descrição do projeto

Deverão ser analisadas duas estruturas – à escolha dos alunos –, uma de cada um dos tipos a seguir discriminados:

1. Uma estrutura cujos principais elementos estruturais sejam arcos triarticulados;
2. Uma estrutura cujos principais elementos estruturais sejam vigas Gerber.

2.2 Descrição das análises

As análises das estruturas escolhidas deverão conter:

1. Fotografias da estrutura e de seus detalhes, principalmente das ligações entre seus elementos e dos seus apoios, tiradas pelos próprios alunos. **Elas deverão incluir fotografias dos membros do grupo junto às estruturas escolhidas.**
2. Exame das estruturas, com respostas aos seguintes itens:
 - 2.1 Qual é o material da estrutura?
 - 2.2 Quais são as cargas que atuam na estrutura?
 - 2.3 Como é o modelo matemático da estrutura (apresentar um esquema do modelo matemático da estrutura, com as cargas que nelas atuam)?
 - 2.4 Como são as ligações entre os elementos da estrutura (apresentar os esquemas dos modelos matemáticos das ligações e fotografias mostrando estas ligações)?
 - 2.5 Utilizando o programa Ftool, programa de análise de estruturas reticuladas planas desenvolvido pelo Prof. Luiz Fernando Martha, da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, e disponível na internet no site <http://www.tecgraf.puc-rio.br/ftool/>, resolver o modelo matemático da estrutura e apresentar a sua deformada. Como o programa Ftool só se aplica à resolução de estruturas planas, pede-se que seja resolvido apenas um dos arcos ou uma das vigas Gerber das estruturas analisadas.
 - 2.6 Como os esforços considerados no item 2.5 caminham pela estrutura até chegarem aos apoios (obs.: a deformação de uma estrutura dá uma ótima indicação de como os esforços caminham por ela)? Reapresentar o esquema do modelo matemático do item 2.3 e sobre ele indicar o caminho que os esforços considerados no item 2.5 percorrem até chegar aos apoios.
 - 2.7 Utilizando os resultados da análise pelo programa Ftool, verificar que esforços atuam nos vários elementos da estrutura – tração, compressão, flexão, torção, compressão e flexão conjuntamente, etc.

Obs. Os professores da disciplina conhecem as limitações dos alunos, e não esperam que as respostas a estes itens venham a ser absolutamente perfeitas e rigorosas.

O objetivo do projeto é fazer os alunos pensarem em como as estruturas se comportam e em como elas trabalham. O esforço feito pelos alunos no sentido de entenderem o comportamento das estruturas é que será valorizado, e não uma explicação completa e exata desse funcionamento, o que, para algumas das estruturas escolhidas, poderá estar acima do nível de conhecimento dos alunos desta disciplina.

2.3 Instruções relativas aos dados a serem fornecidos ao programa Ftool

Ao utilizar o programa Ftool, deve-se informar o material da estrutura e as dimensões das seções transversais das barras.

Deve-se também fornecer as cargas que irão atuar na estrutura.

2.3.1 Cargas

Arcos triarticulados

Com relação às cargas, no caso dos arcos triarticulados, pede-se que se considere apenas uma força uniformemente distribuída vertical atuando ao longo de todo o eixo do arco. Quando a carga real não puder ser estimada, sugere-se que se utilize uma força uniformemente distribuída de 40,0 kN/m.

O Ftool não possui a opção de traçar vigas de eixo curvo, e o eixo do arco triarticulado terá então que ser aproximado por uma poligonal. Para que o arco fique adequadamente representado por esta poligonal, sugere-se que ela seja constituída por 10 segmentos de reta de comprimentos semelhantes.

A fim de se obter diagramas de esforços solicitantes simples, pede-se que, em lugar de se aplicar as forças distribuídas ao longo de cada um dos segmentos da poligonal, a carga total atuante em um segmento da poligonal seja aplicada de forma concentrada nas duas extremidades do segmento, metade da carga total em cada extremidade. Adotando-se este procedimento, os diagramas de forças normais e de forças cortantes serão constantes em cada segmento da poligonal e o diagrama de momentos fletores será linear em cada segmento da poligonal.

Embora o arco esteja sendo modelado de forma aproximada – tanto em termos de geometria como de carregamento –, o grau de aproximação deste modelo é bastante bom e ele possibilitará que se perceba como é o comportamento estrutural de um arco.

Vigas Gerber

Com relação às cargas, no caso das vigas Gerber pede-se que se considere apenas uma força uniformemente distribuída aplicada ao longo de todo o comprimento da viga. Quando a carga real não puder ser estimada, sugere-se que se utilize uma força uniformemente distribuída de 40 kN/m.

2.3.2 Material

O programa já oferece dois materiais como alternativas: aço e concreto.

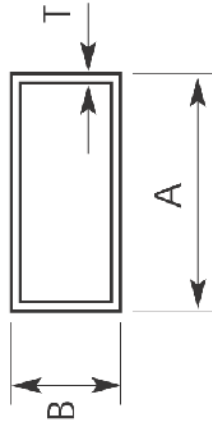
Caso a estrutura seja de madeira ou de outro material, sugere-se que o respectivo módulo de elasticidade seja procurado em um livro de resistência dos materiais ou de materiais de construção.

2.3.3 Seção transversal

Arco triarticulado

Quanto à seção transversal do arco triarticulado, sugere-se que sejam utilizadas as seguintes dimensões quando as reais dimensões da estrutura não puderem ser estimadas:

Para os arcos de concreto, utilizar uma seção retangular vazada de altura A igual a um vigésimo do vão; adotar a largura $B = 0,75 A$ e a espessura $T = 0,2 A$, com um mínimo de 20 cm (conforme a figura abaixo).

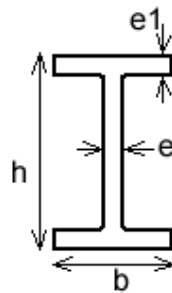


Para os arcos de aço: utilizar uma seção retangular vazada de altura A igual a um quadragésimo do vão; adotar $B = 0,75 A$ e $T = 0,04 A$ (conforme a figura acima).

Vigas Gerber

Quanto à seção transversal da viga Gerber, sugere-se que sejam utilizadas as seguintes dimensões quando as reais dimensões da estrutura não puderem ser estimadas:

- Para vigas retas de concreto: utilizar uma viga de seção transversal retangular com altura igual a um décimo do comprimento dos vãos simplesmente apoiados e a um quinto do comprimento dos balanços; usar como largura da viga um quinto da altura, com um mínimo de 20 cm.
- Para vigas retas de aço: utilizar um perfil I com altura igual a um vigésimo do comprimento dos vãos simplesmente apoiados e a um décimo do comprimento dos balanços; adotar $b = 0,4 h$, $e_1 = 0,04 h$ e $e = 0,02 h$ (conforme a figura abaixo).



2.4 Relatório

Deverá ser elaborado um relatório escrito apresentando as análises das estruturas escolhidas pelo grupo.

2.5 Avaliação do projeto

Na correção do projeto:

1. Será verificado se as estruturas analisadas correspondem às solicitadas (valor: 1,0);
2. As fotografias serão avaliadas quanto à sua capacidade de mostrar as estruturas e seus detalhes (valor: 2,0);
3. Será verificado se os itens 2.1 a 2.7 foram adequadamente respondidos (valor: 4,0);
4. Será avaliada a correção de linguagem do relatório (valor: 1,0);

5. Será avaliada a qualidade das fotografias (valor: 1,0);
6. Serão avaliadas a estrutura e a qualidade da apresentação do relatório (valor: 1,0).

2.6 Entrega do relatório

Da mesma forma que o relatório do projeto de elaboração de um modelo didático, o relatório do projeto de observação de estruturas deverá ser entregue na Secretaria do Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica da Escola Politécnica, no dia 26.6.2017, até as 16h00.

3 Inscrição dos grupos de projeto

Os grupos de projeto, com cinco alunos – que podem ser de turmas diferentes –, deverão fazer suas inscrições e escolher o modelo didático que irão construir até as 16h00 do dia 25.5.2017, quinta-feira, em listas existentes na Secretaria do AUT. Cada um dos modelos didáticos poderá ser escolhido por até dois ou quatro grupos (no caso dos modelos das vigas Gerber).

4 Avaliação da disciplina

A nota de aproveitamento na disciplina é:

$$A = (3 \cdot P_1 + 4 \cdot P_2 + 1 \cdot Pr_1 + 1 \cdot Pr_2 + 1 \cdot E) / 10$$

sendo P_1 e P_2 as notas da primeira e da segunda prova, Pr_1 e Pr_2 as notas do primeiro e do segundo projeto e E a nota dos exercícios.

5 Dispensa dos projetos

Os alunos que em anos anteriores fizeram os projetos da disciplina PEF-2601 poderão optar por serem dispensados dos projetos deste semestre e terem as notas dos projetos já obtidas consideradas como as notas de projeto deste semestre, no caso dos projetos em que tiverem tido **nota igual ou superior a 8,0**.

Caso tenham tido **nota igual ou superior a 8,0** somente em um dos projetos, deverão fazer novamente o outro projeto.

Solicita-se aos alunos que se encontram nessa situação e queiram optar por não fazer os projetos deste semestre o favor de enviarem um e-mail ao Prof. Henrique Lindenberg Neto, e-mail henlneto@usp.br.