

A PEDAGOGIA DA CONSTRUÇÃO DE MAQUETES NO APRENDIZADO DOS CONCEITOS DA ENGENHARIA: MAQUETE PARA O ESTUDO DE FUNDAÇÕES RASAS

Iara Ferreira de Rezende Costa – iara.ferreira@ufvjm.edu.br
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Rua do Cruzeiro, n°01, Jardim São Paulo
39803-371 – Teófilo Otoni – Minas Gerais

Alcino de Oliveira Costa Neto – alcino.neto@ufvjm.edu.br
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Rua do Cruzeiro, n°01, Jardim São Paulo
39803-371 – Teófilo Otoni – Minas Gerais

Resumo: Muitas vezes, situações mostradas em salas de aula nos cursos de Engenharia são de difícil visualização prática, necessitando de soluções alternativas como método de amparo e auxílio da mesma. Nota-se grande dificuldade dos estudantes de fundações, no curso de engenharia civil, quanto à visualização em 3D de elementos de fundações rasas e profundas. Dessa forma, se mostra como bom exercício didático o desenvolvimento de um modelo físico por parte dos estudantes, feito com materiais alternativos, que de forma reduzida, possa servir como representação hipotética de uma situação real. O presente trabalho tem como objetivo criar tal protótipo de uma sapata isolada, elemento de fundação rasa, possibilitando assim uma melhor assimilação, mostrando os cortes, o cobrimento necessário para proteção da armadura, a própria armadura e o lastro de concreto da base da mesma. Os resultados estão diretamente ligados com a contextualização e apresentação através dos elementos em 3D e aos conceitos relacionados ao conteúdo dos tipos de fundações. A elaboração como representação reduzida do espaço a ser estudado contribui possibilitando não apenas para uma leitura integrada da paisagem, mas também visa transformar o método de ensino de maneira prática e descontraída aos conceitos trabalhados.

Palavras-chave: Fundação. Ensino. Prática. Maquete.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o processo de ensino aprendizagem nos cursos de engenharia baseia-se em uma metodologia passiva, no qual o professor age como transmissor e o aluno como receptor do conteúdo. Este processo, baseado apenas em discursos e aulas teóricas, torna-se menos eficiente que o procedimento a partir de práticas (VILLAS BOAS, 2011; MORIOKA *et al.*, 2010; VITOI *et al.*, 2011; FRANCO e DELATORE, 2012; COSTA e COSTA NETO, 2018).

Muitas vezes, situações mostradas em salas de aula, especialmente no curso de engenharia civil, são de difícil visualização, necessitando de soluções alternativas como método de amparo

e auxílio da mesma. A literatura também evidencia que muitos esforços tem sido praticados com o objetivo de aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem nos cursos de engenharia.

Segundo SILVA (2012) tais empenhos podem ser classificados em três grandes categorias: experimentações metodológicas que facilitem a aprendizagem dos discentes; treinamentos com docentes e experimentações no processo de avaliação da aprendizagem.

Considerado como grande foco, as experimentações metodológicas constituem esforços para a melhoria no processo de ensino e aprendizagem atuando na forma de trabalhar os conteúdos em sala de aula. Uma tendência percebida na atualidade são os usos de recursos como *softwares*, maquetes, jogos, feiras, visitas técnicas entre outros.

Nesse contexto busca-se implementar pedagogias relacionadas aos problemas associados com a percepção e desenvolvimento das situações que acercam o dia a dia dos alunos. Através disso surge a proposta de buscar soluções para o problema em questão, por meio da construção de elementos em 3D.

Nota-se grande dificuldade dos estudantes da disciplina de fundações quanto à visualização tridimensional de elementos de fundações rasas (sapatas e blocos) e fundações profundas (tubulões e estacas). Dessa forma, se mostra como bom exercício didático o desenvolvimento de um modelo tridimensional por parte dos estudantes, feito com materiais alternativos, que de forma reduzida, possa servir como representação hipotética de uma situação real.

A partir das considerações supracitadas, o modelo tridimensional físico adotado foi uma maquete e um protótipo, ferramentas que proporcionam maior facilidade de leitura do projeto e tratado como meio de aproximação dos alunos com a realidade, envolvendo, sobretudo as questões relacionadas à disciplina de fundações.

De acordo com Consalez (2001) a maquete como apresentação espacial de um projeto de engenharia é capaz de representar objetos tridimensionais que integram a descrição técnica do desenho e comunicam os aspectos proporcionais, formais e decorativos do projeto, facilitando, segundo o autor, a compreensão das relações espaciais, dos volumes, dos materiais, das cores e, em geral, das características de um espaço e de um ambiente que ainda não exista ou se encontra longe, e, portanto não são acessíveis pela experiência direta.

Além disso, executar atividades práticas ajuda no desenvolvimento de conceitos científicos, além de permitir que os estudantes aprendam como abordar objetivamente o seu mundo e como desenvolver soluções para problemas complexos (LUNETTA, 1991). As aulas práticas servem de estratégia e podem auxiliar o professor a retomar um assunto já abordado, construindo com seus alunos uma nova visão sobre um mesmo tema. Quando compreende um conteúdo trabalhado em sala de aula, o aluno amplia sua reflexão sobre os fenômenos que acontecem à sua volta e isso pode gerar, conseqüentemente, discussões durante as aulas fazendo com que os alunos, além de exporem suas ideias, aprendam a respeitar as opiniões de seus colegas (LEITE, SILVA e VAZ, 2005).

Logo, o presente trabalho tem como objetivo criar uma maquete no qual mostra os elementos de fundações em que a residência se apoia, assim como uma segunda maquete para representar uma sapata isolada. Tais montagens tem como função auxiliar na visualização 3D de tais elementos. Em se tratando de objetivos específicos, a pesquisa tem como propósito: mostrar os cortes, o cobrimento necessário para proteção da armadura, a própria armadura e o lastro de concreto da base da mesma, considerando a maquete isolada de uma sapata, assim como retratar uma edificação apoiada em sapatas isoladas, permitindo assim a melhor visualização da situação real como um todo.

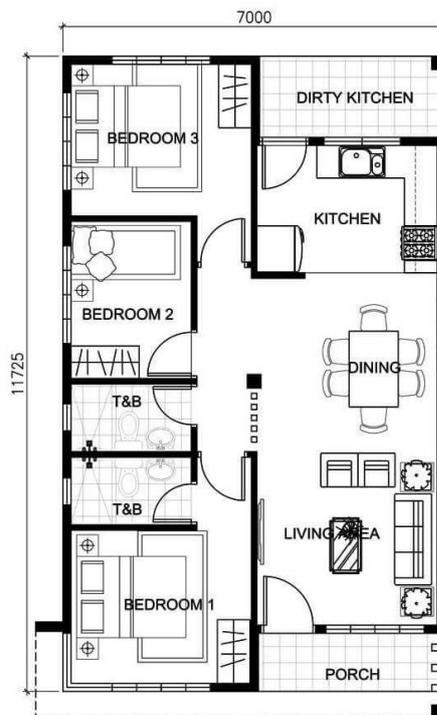
2 METODOLOGIA

Para iniciar o projeto da residência foi dimensionada uma sapata isolada e para tentar representar fielmente tal elemento de fundação, o mesmo foi dimensionado de acordo com uma carga solicitante bastante próxima de uma residência de pequeno porte. A carga foi da ordem de $F_{yk} = 1000 \text{ kN}$, o pilar de dimensões $30 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$, tensão admissível do solo de $0,3 \text{ MPa}$, cota de assentamento de -2 m , aço tipo CA 50 e concreto com resistência de 20 MPa .

Depois de encontrada as dimensões da sapata isolada houve um estudo para tomada de decisão sobre um modelo representativo que fosse adequado ao objetivo do presente trabalho. Dessa forma, decidiu-se criar dois modelos representativos, uma maquete mostrando uma edificação apoiada em sapatas isoladas, permitindo a melhor visualização da situação real como um todo, e outro modelo permitindo visualizar somente a sapata mostrando os cortes, o cobrimento necessário para a proteção da armadura, a própria armadura e o lastro de concreto da base da mesma.

Para iniciar a constituição da maquete, utilizou a ferramenta AutoCad para desenhar a residência, a partir da sua planta baixa, como mostrado na Figura 1.

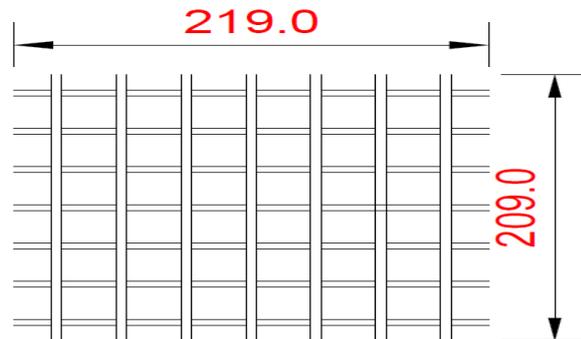
Figura 1 - Planta baixa.



Fonte: Os autores (2019).

Após a execução da planta iniciou a elaboração dos modelos. Para a execução da maquete com apenas a sapata isolada, analisou-se quais dimensões que seriam adotadas. O processo de dimensionamento para a mesma foi baseado nos mesmos cálculos utilizados para a realização das sapatas que iriam compor a maquete com a residência, porém em escala de $1:10$ para facilitar a execução. Posteriormente foram feitos os cortes das referentes barras de aço com a maquina para a montagem da malha de aço e do pilar. Para a armadura longitudinal adotou-se 7 barras de $6,3 \text{ mm}$ de diâmetro, espaçamentos de $2,5 \text{ cm}$ com um comprimento de $21,9 \text{ cm}$. Já para a configuração transversal adotou-se 7 barras de $6,3 \text{ mm}$, com espaçamentos de $2,5 \text{ cm}$ e um comprimento de $20,9 \text{ cm}$. A representação das barras de aço são demonstradas na Figura 2.

Figura 2 - Representação das armaduras (dimensões em mm).



Fonte: Os autores (2019).

Para a representação da ancoragem foi necessário dobrar as barras, em seguida fez-se a amarração das mesmas com arame recozido torcido com o auxílio de um alicate e turquesa. Para as armaduras transversais, como estribos, utilizou-se diâmetros de 4,2 mm e comprimento de 20 cm. A base e as alturas ($h_o + h'$) da respectiva sapata foram feitas com isopor pintado na cor cinza, representando o elemento concreto, como mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Protótipo em execução.



Fonte: Os autores (2019).

Para a construção da maquete da residência usou-se uma escala de 1:20. Tal escala foi utilizada afim de que a maquete fique com um tamanho que possibilite uma melhor visualização. Isso implica que a representação das dimensões da sapata isolada são os valores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Dimensões da maquete com a residência.

Elemento	Dimensões da maquete (cm)	Dimensões reais de projeto (m)
Terreno	50,0 x 83,5	10,0 x 16,7
Planta baixa da casa	35,0 x 58,6	7,0 x 11,7
Base de cada fundação	10,8 x 11,2	2,15 x 2,25
Altura da fundação ($h = h_o + h'$)	$1,5 + 1,75 \approx 3,2$	$3,0 + 3,5 = 6,5$
Pilar	1,5 x 2,0	3,0 x 4,0

Fonte: Os Autores (2019).

A partir das dimensões em escala, deu-se início à elaboração da maquete. A primeira parte a ser executada da maquete foi a residência, através de impressão, corte e colagem das peças feita no AutoCad como demonstra a Figura 4.

Figura 4 - Maquete em execução.



Fonte: Os autores (2019).

Ainda sobre a elaboração da maquete da residência deve-se destacar a reprodução das sapatas isoladas. Tal representação fora feito com esponjas que foram perfuradas afim de indicar o solo. Depois de perfuradas foram inseridas as representações das sapatas. Para a elaboração destas foi utilizado papelão e para montá-las foi projetado um molde.

3 RESULTADOS

Os resultados estão diretamente ligados com a contextualização e apresentação através dos elementos em 3D com os conceitos da disciplina de fundações. A elaboração como representação reduzida do espaço a ser estudado contribui não apenas para uma leitura integrada da paisagem, mas também visa transformar o método de ensino de maneira prática e descontraída em detrimento aos conceitos trabalhados. A Figura 5 mostra a maquete da residência junto com a sua respectiva fundação finalizada.

Figura 5 – Maquete da residência com a fundação finalizada.



Fonte: Os autores (2019).

Nota-se que o projeto final da maquete buscou mostrar de forma bem didática a interação entre a residência, o solo e os elementos de fundação, que são as sapatas isoladas. Também se teve o cuidado deixar o modelo mais próximo da realidade. De tal forma, buscou-se efetuar a maquete da residência o mais fiel possível aos projetos reais como mostrado na Figura 6.

Figura 6 - Modelo real.



Fonte: Os autores (2019).

Percebe-se claramente que a semelhança é significativa. O que é bastante positivo visto que deve-se seguir exemplos factíveis.

Quanto a maquete da sapata isolada sua principal finalidade é demonstrar as armaduras de deste elemento de fundação. A Figura 7 evidencia o resultado final da execução do projeto.

Figura 7 - Maquete da sapata isolada finalizada.



Fonte: Os autores (2019).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização desse trabalho foi possível criar dois modelos que possibilitam a visualização 3D de uma sapata isolada, além de proporcionar aos envolvidos a oportunidade de realizar uma atividade prática. A maquete possibilita analisar, demonstrar e discutir situações reais que facilitarão na compreensão por parte do discente no instante que desenvolver um projeto autêntico.

A construção da maquete estimulou a percepção espacial, proporcionando um entendimento mais amplo dos espaços projetados. Essas constatações levam os estudantes e profissionais da área a (re)pensar o papel da maquete como ferramenta de apoio para apresentação de um projeto e material didático, auxiliando no ensino – aprendizagem no curso de engenharia civil, em especial, na disciplina de fundações.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

MORIOKA, Carlos A.; ALBALADEJO, Felipe S.; CARVALHO, Alexsander T.; LAGANÁ, Armando A. M.; DELATORE, Fábio. Desenvolvimento de um Mockup para Ensino em Eletrônica Automotiva. In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2010, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza, 2010.

VITOI, Laís A.; TAVARES, Eduardo, L.; BORGES, Marcos M; LOPES, Vitor M.L. Ampliação da Capacidade de Ensino em Engenharia por Meio do Programa Estudantil SAE Aerodesign. In: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2011, Blumenau. **Anais**. Blumenau, 2011.

SILVA, Viviane C. **Atividade de Aprendizagem em um Curso de Engenharia Elétrica**: Um Estudo Baseado na Teoria da Atividade. 2012. 295 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós - Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

CONSALEZ, Lorenzo. **Maquetes: a representação do espaço no projeto arquitetônico**. Barcelona: Editora Gustavo Gili, 2001.

LEITE, A. C. S.; SILVA, P. A. B.; VAZ, A. C. R. A importância das aulas práticas para alunos jovens e adultos: uma abordagem investigativa sobre a percepção dos alunos do PROEF II. **Revista Ensaio**, v.7, n. 3, 2005. p.166-181.

LUNETTA, V. N. Atividades práticas no ensino da Ciência. **Revista Portuguesa de Educação**. v.2, n. 1, p. 81-90, 1991.

VILLAS-BOAS, Valquíria. Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia. In: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2011, Blumenau. **Anais**. Blumenau, 2011.

FRANCO, Egberto G.; Delatore, Fábio. Metodologia de Ensino e Aprendizagem em Engenharia Baseada em Projetos de Células a Combustível Guiados Por Mapas Conceituais. In: XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2012, Belém. **Anais**. Belém, 2012.

A PEDAGOGY OF THE CONSTRUCTION OF MODELS IN THE LEARNING OF THE CONCEPTS OF ENGINEERING: MODEL FOR THE STUDY OF RAS FOUNDATIONS

Abstract: *Many times, situations shown in classrooms in the Engineering courses are difficult to practice, requiring alternative solutions as a method of protection and assistance. There is a great difficulty for foundation students in 3D visualization of shallow foundation elements, shoes and blocks, and deep foundations. In this way, it is shown as a good didactic exercise the development of a physical model by the students, made with alternative materials, which in a reduced form, can serve as hypothetical representation of a real situation. The present work aims to create such a prototype of an isolated shoe, thus allowing a better assimilation, showing the cuts, the cover necessary for protection of the armature, the very armor and the concrete ballast of the base of the same. After a study to decide a representative model that was adequate to the objective of the present work, a list of possible materials to be used, budget research and availability of them, was made, to decide on which ones would be really adopted. The results are directly linked to the contextualization and presentation through the 3D elements and to the concepts related to the types of foundations. The elaboration as a reduced representation of the space to be studied contributes not only to an integrated reading of the landscape, but also aims to transform the method of teaching in a practical and relaxed way to the concepts worked.*

Key-words: *Foundation, Teaching, Practice, Model.*