

ENSINO E APRENDIZAGEM DE FUNDAÇÕES DE OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Ana Carolina Reis Lozovey – ana.lozovey@univali.br
Universidade do Vale do Itajaí
Quinta Avenida, s/n – Bairro dos Municípios
88337-300 – Balneário Camboriú – Santa Catarina

Marina Martinelli Duarte – marina.duarte@univali.br
Universidade do Vale do Itajaí
Quinta Avenida, s/n – Bairro dos Municípios
88337-300 – Balneário Camboriú – Santa Catarina

Fernanda Aparecida João dos Anjos – estruturalfernanda@gmail.com
Católica de Santa Catarina
Rua dos Imigrantes, 500
89254-430 – Jaraguá do Sul – Santa Catarina

Tiago Dell Agnolo – tiagodellagnolo@gmail.com
Universidade do Vale do Itajaí
Quinta Avenida, s/n – Bairro dos Municípios
88337-300 – Balneário Camboriú – Santa Catarina

Nivaldo Manoel de Maria Filho – nivaldodemaria@hotmail.com
Universidade do Vale do Itajaí
Quinta Avenida, s/n – Bairro dos Municípios
88337-300 – Balneário Camboriú – Santa Catarina

Resumo: A aplicação de metodologias que envolvem aulas teóricas, com todos os conceitos necessários à aprendizagem, e abordagem prévia às aulas práticas, através de simulações de situações reais e comumente encontradas no mercado de trabalho, é abordada neste trabalho. Trata-se de aplicação de uma atividade prática inovadora na disciplina de Fundações, contextualizando seus problemas e soluções. Após as aulas teóricas-conceituais, o aluno realiza exercício com a montagem de um painel e de situação que engloba: o uso da edificação, a investigação do subsolo através das sondagens, as características do subsolo, os tipos de fundação e suas características, e as possíveis patologias que devem ser evitadas na construção civil. Neste trabalho são apresentados os painéis elaborados pelos alunos da disciplina de Fundações no Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Itajaí como resultado de simulações de situações práticas. Percebeu-se que esta metodologia empregada despertou nos alunos o cuidado na aplicação dos conceitos estudados, a análise de possibilidades de soluções propostas para cada situação trabalhada, melhorando a qualidade dos projetos desenvolvidos na graduação.

Palavras-chave: Fundações. Arquitetura. Ensino-aprendizagem.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo trata de metodologia aplicada para despertar nos alunos dos cursos de graduação em arquitetura e urbanismo a importância do conhecimento das fundações das edificações. De acordo com Rebello (2008), o conhecimento das propriedades do solo e do seu comportamento bem como da escolha adequada do tipo de fundação, são na maioria das vezes fatores decisivos à concepção arquitetônica.

Aos arquitetos, é conferida a escolha de trabalhar-se com edificações mais horizontalizadas, que distribuem uniformemente as cargas no solo, edificações mais verticalizadas, com maiores cargas pontuais, sistemas estruturais com vãos maiores entre pilares, que alteram a distribuição de cargas até as fundações e interferem diretamente no projeto arquitetônico.

Desenvolve-se tecnologia para que as edificações tenham quase que em sua maioria grandes vãos, ambientes amplos e praticamente sem estrutura aparente, e edifícios cada vez mais altos. Nestas situações, é comum o desejo de que os pilares sejam embutidos nas paredes; e com os ambientes amplos, novamente a imposição de grandes vãos. A consequência é o aumento das cargas nas fundações e no solo.

A alteração de projetos, a necessidade de reformas e ampliações, o acréscimo de número de pavimentos e alteração do uso da edificação, podem resultar em acréscimo de cargas e muitas vezes significar a necessidade de reforços de fundações.

Paralelo a este fato, desenvolve-se e emprega-se em projetos e obras materiais cada vez mais leves, sejam materiais de piso, divisórias removíveis, lajes com menores pesos próprios. Amplia-se as opções dos materiais especificados no projeto arquitetônico, a escolha dos sistemas estruturais aliados à arquitetura, as possíveis soluções dos tipos de fundações que atendam às cargas da edificação.

Trabalhos apresentados nos Encontros Nacionais de Professores de Estruturas para Escolas de Arquitetura recomendam que o ensino seja dividido em três etapas. Na primeira, de caráter introdutório, o objetivo é colocar o aluno em contato com os fenômenos estruturais a partir de uma abordagem conceitual. Iniciam-se então os estudos quantitativos de caráter aprofundado. E na última fase ocorrem as atividades de projeto, nas quais os alunos devem desenvolver soluções arquitetônicas integradas (SARAMAGO; LOPES, 2009). Torroja (1960) foi um dos primeiros a defender a ideia de que a concepção estrutural, enquanto fruto de um processo criativo, necessariamente deve estabelecer a conexão entre processos técnicos e artísticos.

Diante disto, foi aplicada em sala de aula atividade prática em que os alunos da disciplina aplicam os conceitos estudados em simulações de situações reais.

2 DESENVOLVIMENTO

A atividade é desenvolvida na disciplina de Fundações do curso de Arquitetura e Urbanismo da Univali. A intenção é despertar nos alunos a importância do conhecimento de fundações e empregar os conceitos estudados em simulações de situações reais a serem enfrentadas no mercado de trabalho.

Após as aulas teóricas, contendo os conceitos necessários à aprendizagem, e expositivas, com os exemplos e estudos de caso, é aplicada metodologia mais próxima da prática. Os alunos da disciplina recebem opções de (1) edificações com diferentes cargas acidentais; (2) adotam um tipo de sondagem já abordada em sala de aula, e que justifique a

profundidade escavada/investigada de acordo com os parâmetros da norma ABNT NBR 8036 (1983), que trata da programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios; (3) trabalham com os resultados destas sondagens; (4) fazem a escolha do tipo de fundação mais compatível com a edificação e o solo encontrado; (5) especificam e apresentam as características do tipo de fundação que justifique o projeto; e por fim, (6) apresentam medidas preventivas ou corretivas quanto às patologias de fundação, como: recalques diferenciais provocados por bolsões de argila mole não identificados nas sondagens, estacas locadas fora de posição por alteração da arquitetura, acréscimo de pavimentos durante reformas e ampliações. A Tabela 1 apresenta resumidamente as opções da atividade.

Tabela 1. Atividade curricular em formato de painel.

Itens da atividade	Opções trabalhadas
(1) Uso da edificação	Um teatro, um galpão, um edifício multifamiliar de 10 pavimentos
(2) Investigação do subsolo	Sondagens SPT, CPT, à trado, rotativa
(3) Subsolo	Areia, argila, silte, rocha
(4) Tipo de fundação	Sapatas isoladas, estacas hélice contínua, estacas metálicas e pré-moldadas de concreto
(5) Especificação das fundações	Características, justificativa da escolha, diâmetros e seções transversais convencionais
(6) Patologias	Medidas preventivas e corretivas, problemas e soluções

Conforme a tabela 1 mostrada, os alunos têm opções de cada item trabalhado nas aulas. Essas opções proporcionam diferentes situações e simulações, resultando em distintas soluções de fundações. Desta forma, discutem-se diversas possibilidades projetuais e construtivas, suas variações e impactos na arquitetura da edificação.

Neste trabalho são apresentados os painéis elaborados pelos alunos como resultado de simulações de situações práticas. Percebeu-se que esta metodologia empregada despertou nos alunos o cuidado na aplicação dos conceitos estudados, a análise de possibilidades de soluções propostas para cada situação trabalhada, melhorando a qualidade dos projetos desenvolvidos na graduação.

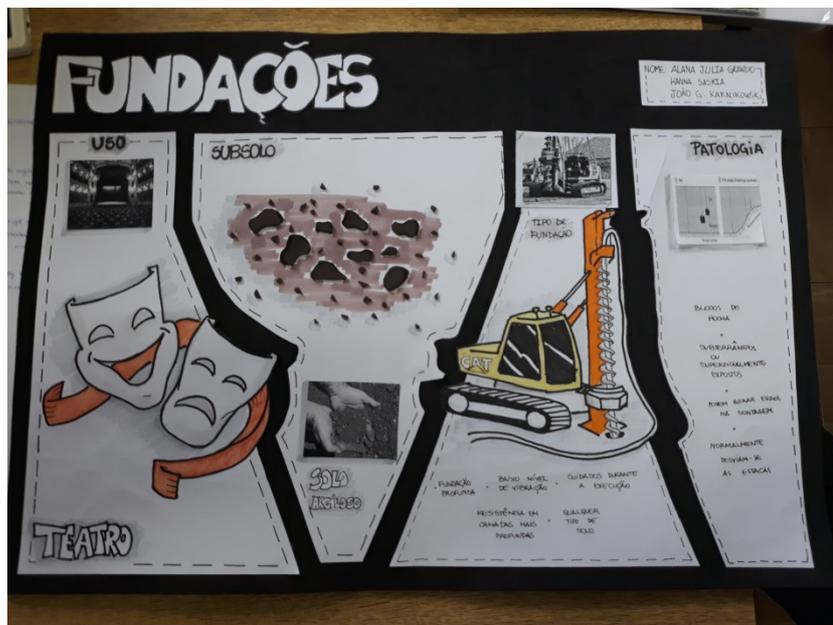
Os trabalhos apresentados a seguir foram elaborados manualmente e apresentados em sala oralmente, relatando o processo desde sua idealização até sua concretização.

2.1 Painéis elaborados pelos alunos

As figuras apresentadas são resultados dos painéis elaborados pelos alunos. Ressalta-se que após a elaboração das situações e confecção dos painéis, foram feitas apresentações orais expositivas para discussões de cada situação.

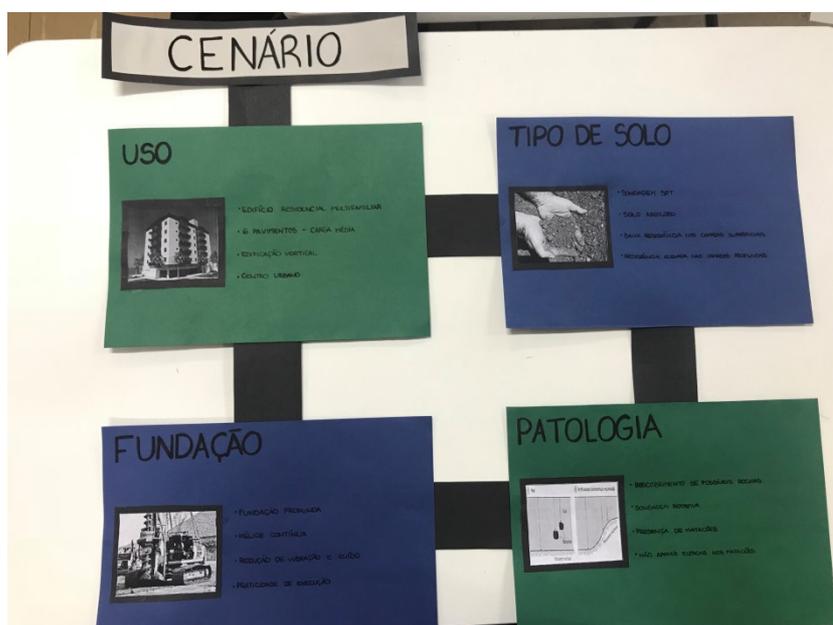
A figura 1 mostra a situação elaborada pelos alunos participantes do painel 1. Os alunos simularam a edificação considerando um teatro predominantemente horizontal, localizado em terreno argiloso (confirmado através de sondagens CPT e SPT). Os alunos trabalharam com fundação em estacas hélice contínua e como patologia a presença de matacões.

Figura 1 – Painel 1: Teatro, estacas hélice contínua.



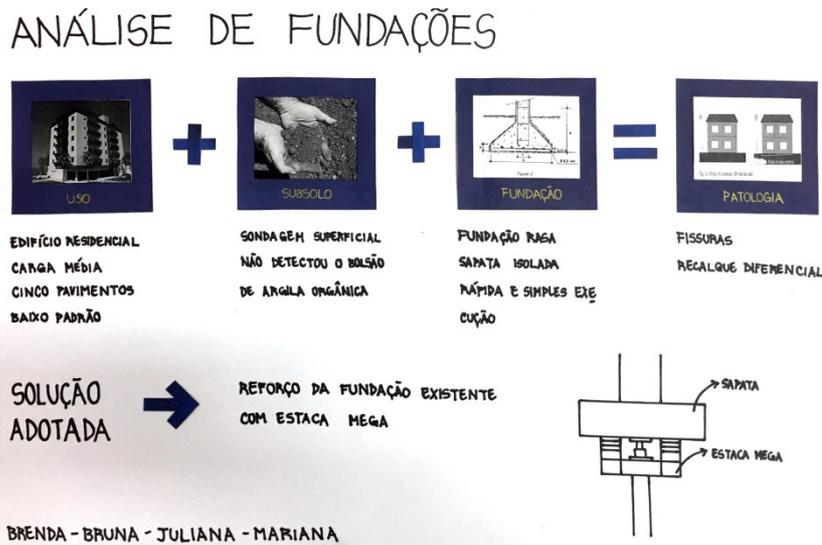
A figura 2 representa o painel 2. Onde, os alunos ilustram a escolha de um edifício residencial multifamiliar com 6 pavimentos e carga média. A edificação é localizada em um grande centro urbano, o que justifica a escolha das estacas hélice contínua, que minimizam as vibrações no solo, evitando fissuras em edificações vizinhas.

Figura 2 – Painel 2: Edifício multifamiliar, estacas hélice contínua.



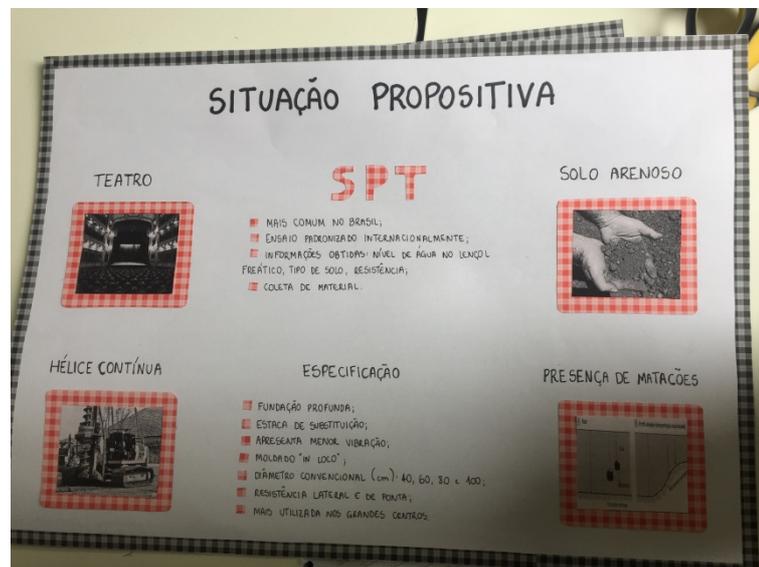
A figura 3 mostra a situação elaborada pelos alunos participantes do painel 3. A simulação feita pelos alunos participantes representa a construção de um edifício residencial concebido em sapatas isoladas. Pela simulação dos alunos, posteriormente à execução do edifício, foram detectadas fissuras em estruturas e alvenaria provocadas por recalques diferenciais. As sondagens não teriam identificado bolsões de argila mole orgânica, que causaram as patologias.

Figura 3 – Painel 3: Edifício multifamiliar, sapatas isoladas e reforços de fundações.



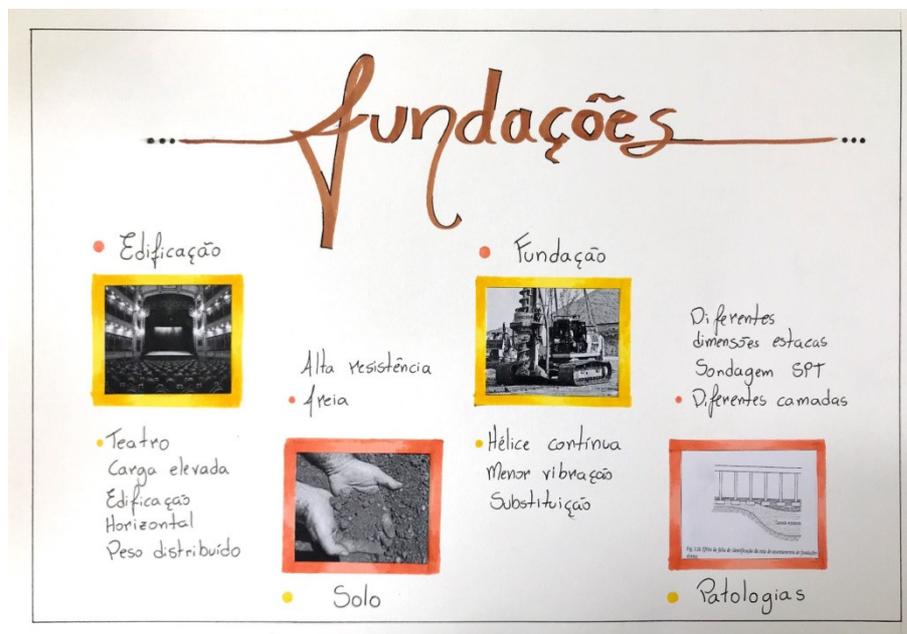
Em simulação trabalhada pelos alunos do painel 4 (figura 4), foram realizadas sondagens SPT no terreno onde será construído um teatro para a cidade. No projeto adotado, a edificação teria grandes vãos, e suas fundações em estacas hélice contínua. Os alunos adotaram como patologia a presença de matacões no solo, e apontaram a necessidade de sondagem rotativa para ter-se certeza de que trata-se de matacões (e não rocha).

Figura 4 – Painel 4: Teatro, estacas hélice contínua.



Os acadêmicos que elaboraram o painel 5 (figura 5), apesar de trabalharem com situações já apontadas em outras simulações, ressaltam a necessidade de avaliação do comprimento das estacas, variando-as no mesmo terreno.

Figura 5 – Painel 5: Teatro, estacas hélice contínua.



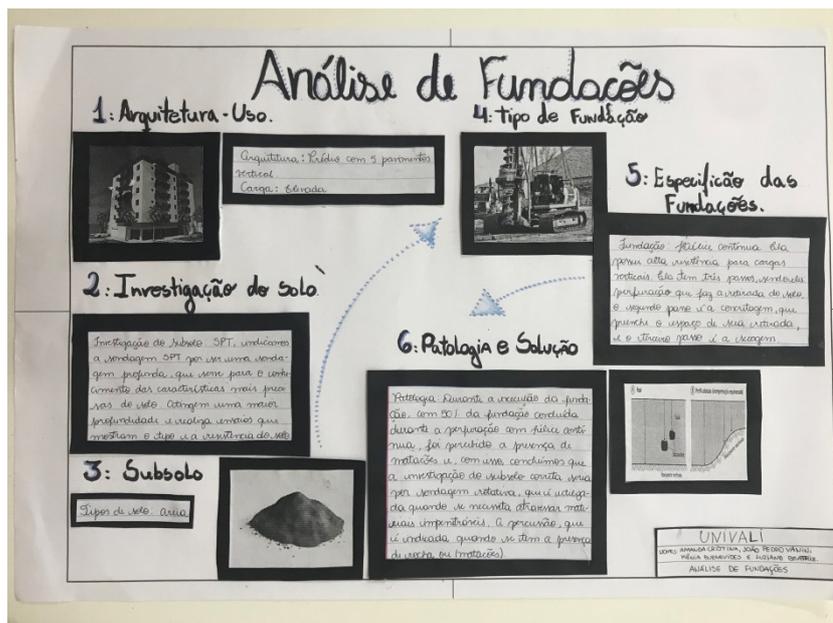
O painel 6 é representado na figura 6. Os alunos realizaram simulações de cargas por ponta e atrito lateral, e compararam as diversas possibilidades até chegarem a uma situação mais completa possível. Enfatizaram ainda que a sondagem CPT apresenta em seus boletins esses resultados em forma de gráficos de ponta e atrito lateral.

Figura 6 – Painel 6: Edifício residencial, estacas hélice contínua.



A figura 7 mostra o painel 7, e ilustra uma edificação simulada na atividade da disciplina como carga elevada. Os alunos abordaram a possibilidade de duas soluções distintas para as fundações deste edifício multifamiliar, justificando a escolha de estacas hélice contínua e estacas raiz para região do terreno onde a rocha está mais próxima da superfície.

Figura 7 – Painel 7: Edifício residencial, estacas hélice contínua.



Em simulação trabalhada pelos alunos do painel 8 (figura 8), as fundações foram projetadas e executadas em sapatas isoladas e sofreram reforços com em estacas metálicas, podendo ser em estacas trilha.

Figura 8 – Painei 8: Edifício residencial, sapatas isoladas, reforço em estacas trilho.

FUNDAÇÕES

1. Tipo



Edifício residencial de carga média.

2. Investigação do subsolo

Sondagem SPT

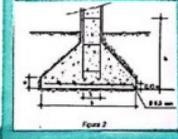
- Mais utilizado no Brasil;
- Calhe amostras;
- Resultado de resistência em número de golpes;
- Boletim padronizado internacionalmente.

3. Subsolo



Solo arenoso.

4. Tipo de Fundação

5. Especificação das Fundações

Estacas Metálicas

- Fundação profunda;
- Possui resistência a tração e flambagem;
- Estrutura leve;
- Dependendo do diâmetro da peça atende a compressão;
- Facilidade de transporte dependendo do comprimento da estaca.

Sapata Isolada

- Fundação rasa;
- Absorve os esforços nas primeiras camadas;
- Absorve as cargas de cada pilar individualmente;
- Concreto armado;
- Resistente a tração e compressão.

6. Patologia



Bolsão de argila orgânica.

Nomes: Ana Paula Couto, Gabriela Chana, Kethilin Vilvert e Tainara Mianes.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de ensino e aprendizagem do comportamento dos solos e das fundações das edificações, abordadas e projetadas em diversas disciplinas do curso, com um enfoque teórico e prático de possíveis situações a serem enfrentadas, resulta em um entendimento facilitado e mais próximo do mercado de trabalho.

O estudo dos conceitos e conteúdos em todo o processo de elaboração dos painéis, relacionando os usos das edificações, tipos de solos, soluções de fundações, e patologias com situações reais contribuem para essa etapa da aprendizagem.

Percebeu-se que a metodologia da atividade realizada despertou nos alunos maior interesse no entendimento dos conceitos, na pesquisa em forma de estudos de caso, nas diferentes possibilidades de soluções de fundações e a qualidade dos projetos desenvolvidos na graduação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8036**: programação de sondagens de simples reconhecimento do solos para fundações de edifícios - procedimento. Rio de Janeiro, 1983.

REBELLO, Y.C.P. **Fundações: guia prático de projeto, execução e dimensionamento**. 4ª edição, São Paulo: Editora Ziguarte, 2008.

SARAMAGO, R.C.P., LOPES, J.M.A. **Ensino de estruturas nas escolas de arquitetura do Brasil: estrutura curricular e recursos didáticos**. Revista Tecnológica, Edição Especial ENTECA, p. 169-179, 2009.

TORROJA, E. **Razón y Ser de los Tipos Estructurales**. Madrid: MAG. English version: Philosophy of Structures, translated by J.J. Polivka and Milos Polivka, 1960.

TEACHING AND LEARNING OF FOUNDATIONS OF CIVIL CONSTRUCTION WORKS

Abstract: *The application of methodologies that involve theoretical classes, with all the concepts necessary to the learning, and approach before the practical classes, through simulations of real situations and commonly found in the labor market, is approached in this work. It is the application of an innovative practical activity in the discipline of Foundations, contextualizing their problems and solutions. After the theoretical-conceptual classes, the student performs the exercise with the assembly of a panel and situation that includes: the use of the building, the investigation of the subsoil through the soundings, the characteristics of the subsoil, the types of foundation and their characteristics, and the possible pathologies that should be avoided in construction. In this work the panels elaborated by the students of the Foundations course in the Architecture and Urbanism Course of the University of Vale do Itajaí are presented as a result of simulations of practical situations. It was noticed that this methodology used awakened in the students the care in the application of the studied concepts, the analysis of possibilities of solutions proposed for each worked situation, improving the quality of the projects developed in the graduation.*

Key-words: Foundations. Architecture. Teaching-learning.