

# ENSINO E APRENDIZAGEM DE INTRODUÇÃO E CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

## 1 INTRODUÇÃO

O presente artigo trata de metodologia aplicada no ensino e aprendizagem de disciplina que aborda introdução a sistemas estruturais no curso de Arquitetura e Urbanismo.

Após os conteúdos teóricos da disciplina, como elementos estruturais básicos, lajes, vigas e pilares, materiais e componentes da construção, madeira, concreto e aço, os alunos são instigados a buscar respostas de qual o sistema estrutural e construtivo mais adequado e compatível para edificações e obras arquitetônicas. Também quais são os elementos estruturais do sistema, se os pilares são muitos espaçados e quais os vãos, se as vigas são vigas muito altas, se há vigas invertidas ou semi-invertidas, e se as lajes são maciças ou pré-fabricadas.

A atividade permite a observação de edificações reais e executadas, e os alunos conseguem assimilar os conteúdos mais facilmente. É enfatizada a importância do conhecimento de estruturas durante a elaboração do projeto arquitetônico, e que, explorar a potencialidade do sistema adotado resulta em projetos arquitetônicos mais eficientes.

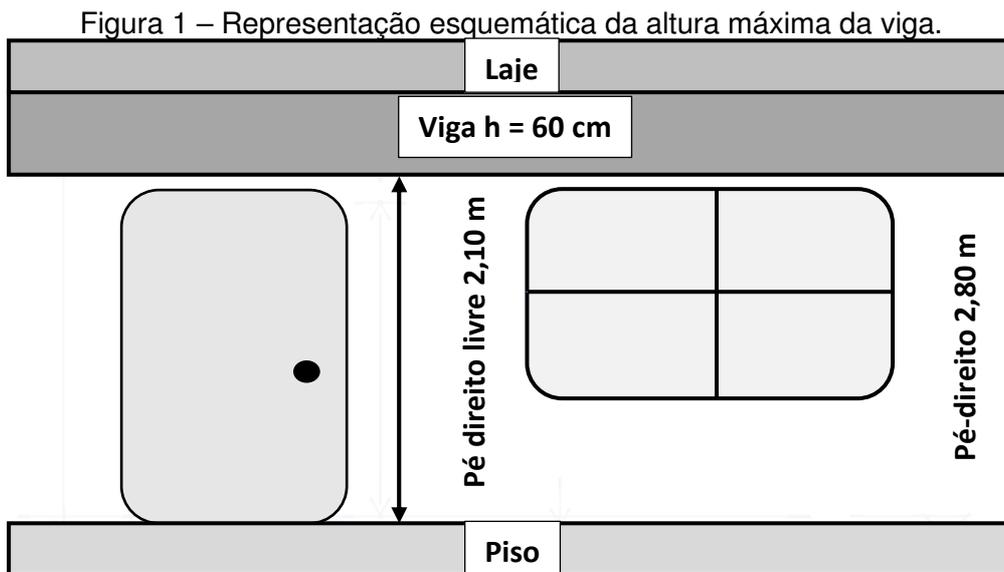
## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A concepção de projeto deve conciliar forma, material, estruturas e tecnologias. Para Leeu, Uang e Gilbert (2009), a evolução das formas estruturais está diretamente ligada aos materiais disponíveis, à tecnologia da construção, conhecimento do projetista sobre comportamento estrutural e habilidade dos trabalhadores da construção. Segundo Torroja (1960), a concepção estrutural, enquanto fruto de um processo criativo, necessariamente deve estabelecer a conexão entre processos técnicos e artísticos.

A escolha dos materiais que compõem as estruturas das edificações é passo anterior aos cálculos e dimensionamentos. Nessa fase, decidem-se quanto exigir da resistência, desempenho e durabilidade destes materiais e a avaliação dos resultados no projeto. Todo o processo engloba a escolha dos materiais adequados e tentativas para a melhor solução para o espaço edificado.

Os componentes estruturais de uma edificação asseguram que os elementos necessários para cumprir sua função irão manter-se de pé. Os pilares, vigas e lajes tornam possível a função arquitetônica (SALVADORI, 2011). As vigas são elementos extremamente comuns encontrados em estruturas (LEET, 2009).

Para se conseguir um aumento da resistência o projetista pode optar, por exemplo, por aumentar sua seção transversal (altura) e/ou a resistência do material. Mas, em geral, não devem ser utilizados vãos superiores a 6 metros, face aos valores usuais de distância de piso a piso, em torno de 2,8 metros, que permitem espaço disponível para a altura da viga em torno de 60 centímetros (Figura 1 e Figura 2).



Nota-se que a altura da porta foi adotada em 2,10 metros, mais comumente utilizada. Com os 2,80 metros menos os 2,10 metros da altura da porta, tem-se uma altura máxima de viga igual a 60 centímetros. Importante ressaltar que se deve ter atenção com relação às vigas do perímetro, pois às vezes a altura das janelas é superior a 210 centímetros, o que diminui a altura máxima permitida.

Diante do exposto, é aplicada atividade em que os alunos são instigados a buscar respostas de qual o sistema estrutural e construtivo mais adequado para edificações e obras arquitetônicas e sobre as escolhas que resultarão no sistema estrutural mais compatível com a arquitetura.

### 3 METODOLOGIA

Primeiramente são abordados os conteúdos expositivos teóricos da disciplina de introdução a sistemas estruturais, conceitos e identificação dos elementos estruturais básicos (lajes, vigas e pilares), os materiais que compõem uma construção (madeira, concreto e aço). Ao final da aula teórica, os alunos são questionados “como escolher um sistema estrutural?” ou “qual o sistema estrutural mais adequado para a edificação?”.

A partir das perguntas citadas é solicitado que os alunos busquem as respostas em uma edificação. Os alunos são instigados a buscar respostas de qual o sistema estrutural e construtivo mais adequado e compatível para edificações e obras arquitetônicas, quais são os elementos estruturais do sistema, se os pilares são muito espaçados e quais os vãos, se as vigas são vigas muito altas, se há vigas invertidas ou semi-invertidas, e se as lajes são maciças ou pré-fabricadas.

O objetivo é que o aluno tenha entendimento dos elementos estruturais necessários, suas posições e distribuições, a avaliação da quantidade de elementos e as dimensões que influenciam diretamente na arquitetura, tais como altura de viga (Figura 2). O aluno deve notar que se a viga for muito alta e reduzir demais o pé direito (Figura 3 e Figura 4), uma opção é fazer invertida (Figura 5) ou semi-invertida (Figura 6) para tentar aumentar o pé-direito. O aluno deve observar também se determinado sistema permite menores seções dos pilares para que fiquem embutidos nas paredes, com ambientes mais amplos e integrados. Ressalta-se que se trata de disciplina introdutória a sistemas estruturais e que



é voltada para compreensão da importância do aprendizado de estruturas no curso de arquitetura. As Figuras a seguir mostram parte do que é solicitado que os alunos procurem/observem em visitas técnicas em edificações.

Figura 2 – Viga na posição normal e pé direito convencional.

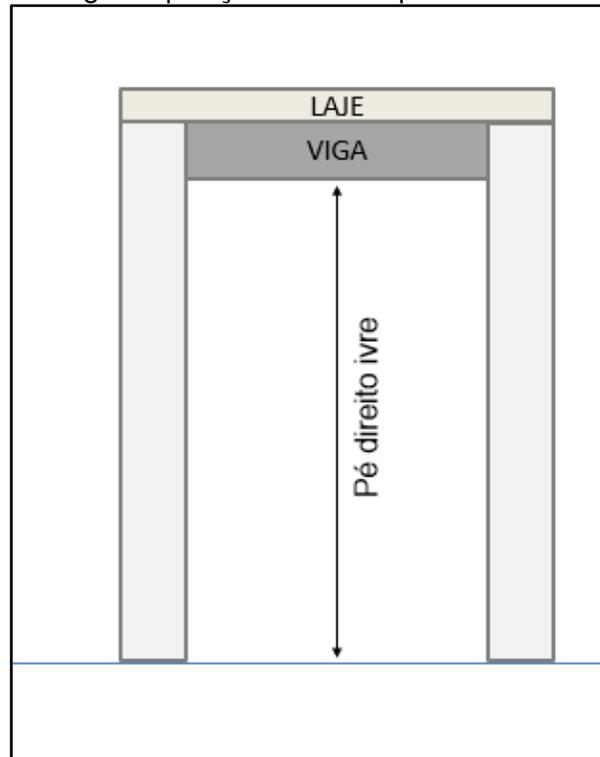


Figura 3 – Viga mais alta e pé direito baixo.

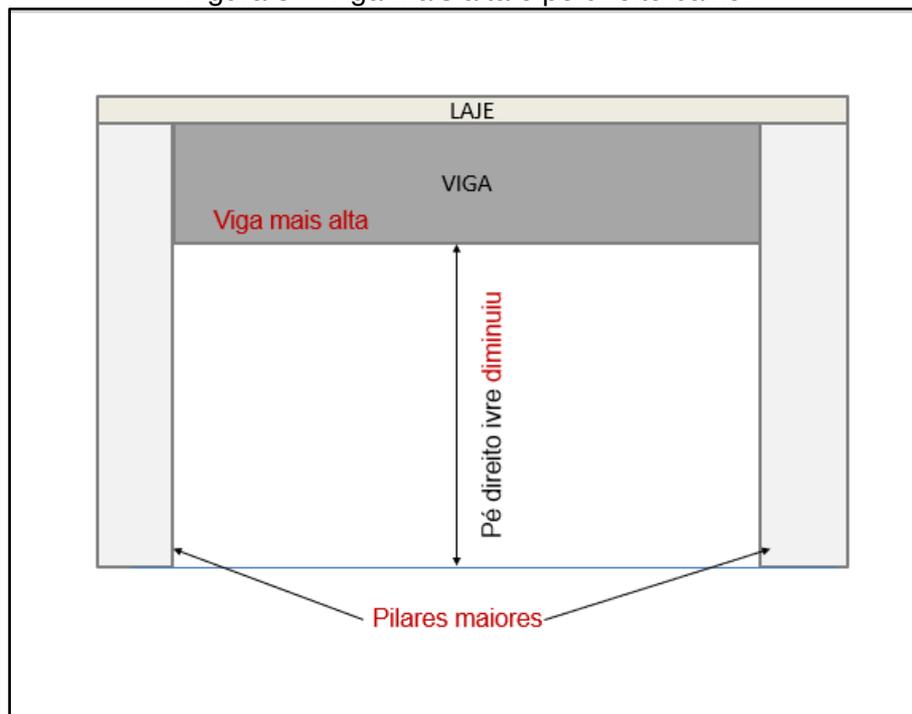


Figura 4 – Viga mais alta e pé direito baixo.

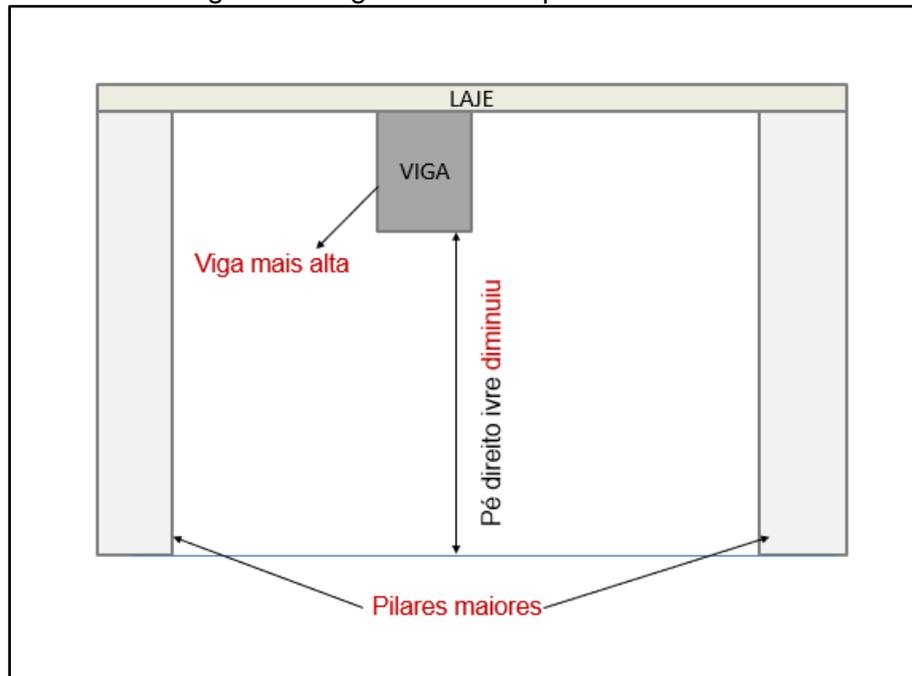


Figura 5 – Viga invertida e pé direito livre maior.

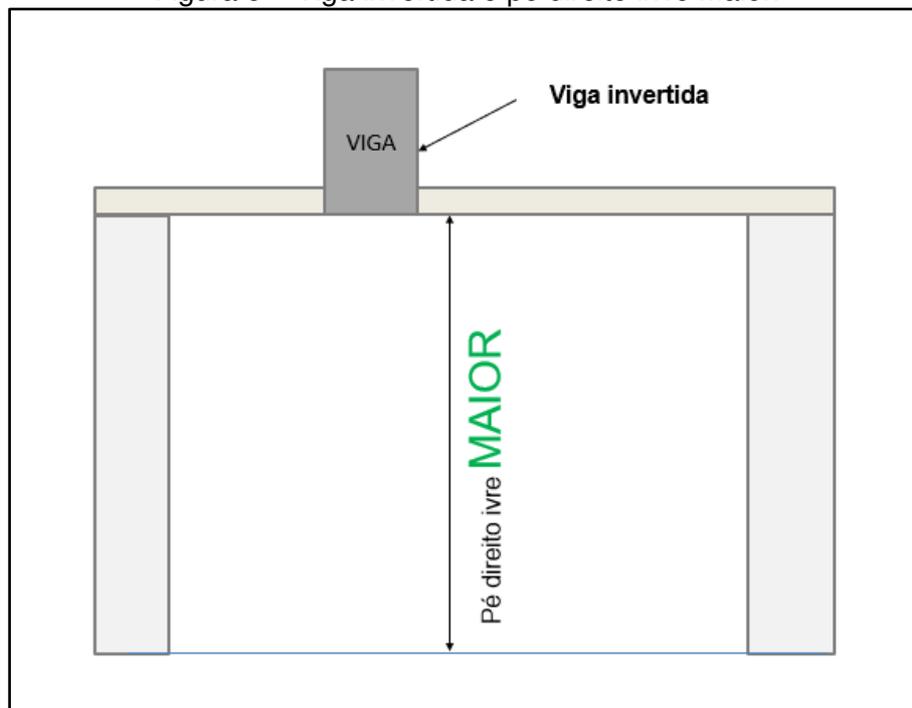
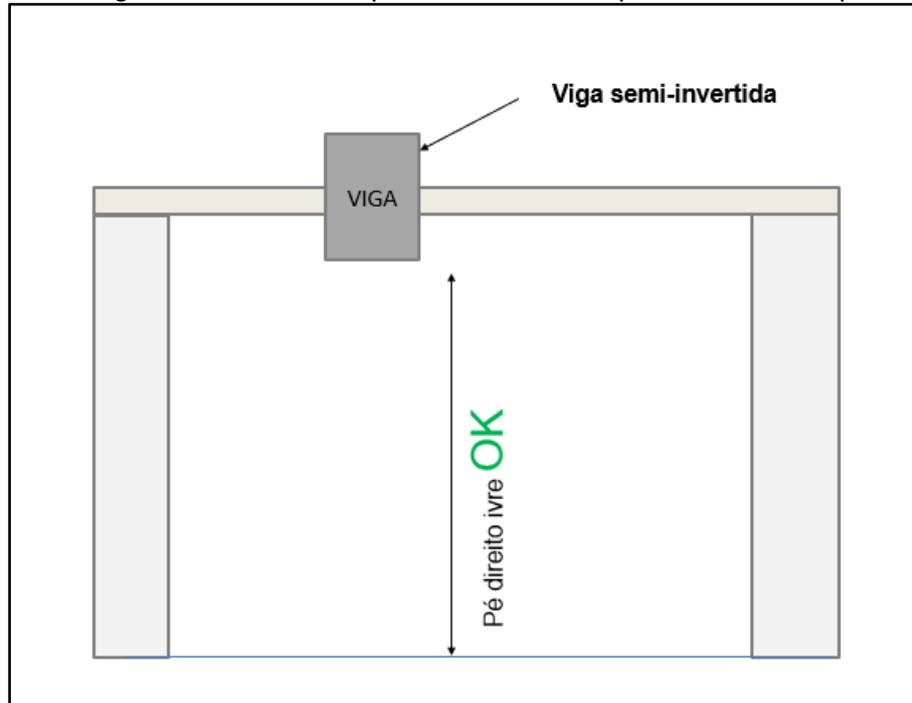


Figura 6 – Viga semi-invertida e pé direito livre compatível com o arquitetônico .



#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade de observação dos elementos estruturais que compõem as estruturas das edificações e em que os alunos são instigados a buscar respostas auxiliou no processo de ensino e aprendizagem. Após a aplicação da metodologia, os alunos demonstraram maior interesse pelas aulas de estruturas e cuidado na escolha dos elementos resistentes. O resultado apareceu na busca constante por sistemas e tecnologias mais adequados para os projetos arquitetônicos.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI.

Os autores agradecem ao Laboratório de Materiais e Técnicas Construtivas - LAMCO da Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI.

Os autores agradecem aos alunos da disciplina.

#### REFERÊNCIAS

LEET, Kenneth, Fundamentos da análise estrutural. São Paulo, SP: Editora McGraw-Hill, 2009.

SALVADORI, Mario. Por que os edifícios ficam de pé. ed. Blumenau: Edifurb, 2011. 113 p, il.

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.

**Abstract:** *This article deals with activities applied in the teaching of structures in the first periods of the Architecture and Urbanism course. Students are taught the contents of concepts and identification of the basic structural elements, the materials that make up a construction. A practical and observational activity is applied in which students are encouraged to seek answers as to which structural and constructive system is most suitable and compatible for buildings and architectural works, which are the structural elements of the system, if the pillars are widely spaced and which are the spans, and how the heights of the beams influence the ceiling height. The objective is for the student to have an understanding of the structural elements that make up a structure and how the choice of each element interferes in the project. The methodology made the classes more interesting and the results appeared in the projects.*

**Keywords:** *Teaching learning. Methodologies. Structure and architecture.*