

## COMPARATIVO DO CUSTO DA SUPERESTRUTURA DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR EXECUTADA COM E SEM AUTILIZAÇÃO DO PROJETO ESTRUTURAL<sup>1</sup>

Jeane Maria Alves Ferreira<sup>2</sup>, Sabrina Meireles da Silva<sup>3</sup>,  
Gabriela Coelho de Arruda<sup>4</sup>, Márcia Maria SalgadoLopes<sup>5</sup>

**Resumo:** O presente trabalho propôs comparar os custos da execução da superestrutura de uma edificação residencial multifamiliar de três pavimentos, considerando o caso da mesma ser executada sem projeto estrutural e um segundo caso em que o projeto estrutural foi desenvolvido de acordo com as prescrições da ABNT NBR 6118:2014. A partir do projeto arquitetônico, foi requisitado que três pedreiros experientes definissem empiricamente as características da estrutura. Em paralelo, realizou-se o projeto estrutural completo da edificação seguindo todas as recomendações normativas. Sequencialmente, levantou-se os materiais utilizados em cada um dos casos e determinou-se o custo unitário de cada serviço com base na Tabela de Composições

---

<sup>1</sup>Parte do Trabalho de Conclusão de Curso do primeiro e do segundo autor;

<sup>2</sup>Graduada em Engenharia Civil – UNIVIÇOSA. e-mail: jeanealvesf8413@gmail.com

<sup>3</sup>Graduada em Engenharia Civil – UNIVIÇOSA. e-mail: sabrina-meireles@live.com

<sup>4</sup>Graduanda em Engenharia Civil – UNIVIÇOSA. e-mail: gaby-c98@outlook.com

<sup>5</sup>Graduada em Engenharia Civil – UFV; Mestre em Engenharia Civil – UFV; Professora do Curso de Engenharia Civil - UNIVIÇOSA, e-mail: marcialopes@univicoso.com.br

de Preços para Orçamentos e na Tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Deste modo, efetuou-se um comparativo do custo de execução da superestrutura da edificação sem o projeto estrutural e com o projeto. Constatou-se erros nas resoluções feitas pelos pedreiros, que poderiam comprometer o desempenho, estética e durabilidade da edificação, ao longo de sua vida útil. Além disso, notou-se que o orçamento da superestrutura definida pelos pedreiros foi cerca de 20% superior em relação ao orçamento feito a partir do projeto estrutural. Concluiu-se que um projeto estrutural de qualidade é fundamental para conter o surgimento de manifestações patológicas nas edificações ou permitir um menor custo de execução.

**Palavras-chave:** Dimensionamento, engenharia, estrutura.

**Abstract:** *The present work proposed to compare the costs of the execution of the superstructure of a three-storey multifamily residential building, considering the case of being executed without structural design and a second case in which the structural design was developed according to the requirements of ABNT NBR 6118:2014. From the architectural design, it was requested that three experienced masons define empirically the characteristics of the structure. In parallel, the complete structural design of the building was carried out following all the normative recommendations. Sequentially, the materials used in each case were surveyed and the unit cost of each service was determined based on the*

*Table of Price Compositions for Budgets and the Table of the National System of Research on Costs and Indices of Civil Construction. In this way, a comparison was made of the cost of executing the superstructure of the building without the structural project and with the project. Errors were found in the resolutions made by the masons, which could compromise the performance, aesthetics and durability of the building, throughout its useful life. In addition, it was noted that the budget of the superstructure defined by the masons was about 20% higher than the budget made from the structural project. It is concluded that a structural quality project is essential to contain the appearance of pathological manifestations in buildings or to allow a lower cost of execution.*

**Keywords:** *Dimensioning, engineering, structure.*

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o setor da construção civil vem se tornando um ambiente de competição, onde o cliente tem buscado diariamente maior qualidade e economia durante a execução e ao longo da vida útil da edificação. Dentre os sistemas que compõe uma edificação, destaca-se a estrutura, que tem a função de transmitir as ações verticais e horizontais para o solo através dos seus elementos estruturais. Segundo Giongo (2007), a estrutura, quando executada em concreto armado, representa de 20% a 25% do custo global da obra.

Um bom projeto estrutural em concreto armado deve contemplar as etapas de definição dos materiais a serem empregados, lançamento estrutural, determinação e combinação das ações atuantes sobre a estrutura, análise estrutural, dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais, em conformidade com a ABNT NBR 6118:2014.

Diante desse contexto, este trabalho busca apresentar os custos de execução da estrutura de uma edificação que não apresenta um projeto estrutural, isto é, que as dimensões e posicionamento dos elementos estruturais e a área e disposição das armaduras foram definidos empiricamente pelos próprios operários responsáveis pela realização dos serviços de execução. Este custo será comparado ao gasto total de execução da estrutura da mesma edificação caso fosse contratado um engenheiro civil para elaboração do projeto da estrutura.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O objeto de estudo deste trabalho é uma edificação residencial multifamiliar de três pavimentos, sendo o primeiro constituído por garagem e os demais pavimentos compostos por um apartamento de dois quartos com área de, aproximadamente, 100 m<sup>2</sup>.

A partir do projeto arquitetônico, solicitou-se que três pedreiros da cidade de Ervália/MG definissem empiricamente

as características da estrutura, isto é, as dimensões dos elementos estruturais, as áreas de aço, espaçamento entre armaduras, dentre outras informações, de acordo com a sua experiência profissional. Em paralelo, realizou-se o projeto estrutural completo da edificação: lançamento estrutural, levantamento e combinação das cargas, análise estrutural, dimensionamento e detalhamento dos elementos, seguindo as prescrições da ABNT NBR 6118:2014.

Com as definições da superestrutura, levantou-se os materiais e serviços para execução da estrutura da edificação e determinou-se o custo unitário de cada serviço com base na Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO) e na Tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Assim, realizou-se um comparativo de custo de execução para cada caso.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No Quadro 1 é apresentado um resumo comparativo entre as características do projeto estrutural e as definições dos pedreiros. Já no Quadros 2 é apresentado um resumo dos custos de execução da superestrutura com base no levantamento de serviços realizado a partir do projeto estrutural e das definições dos pedreiros A, B e C, respectivamente.

Quadro 1 - Resumo das características do projeto estrutural e as definições dos pedreiros.

Quesitos analisados		Projeto estrutural	Definições Pedreiro A	Definições Pedreiro B	Definições Pedreiro C
Tempo de Experiência		0	15 anos	25 anos	30 anos
Número de pilares		12	13	12	16
Dimensões dos pilares	Máxima	15x40	40x20	40x15	40x18
	Mínima	15x35	35x15	30x12	30x12
Armadura longitudinal dos pilares	Máxima	6 $\phi$ 12.5 c/ 3,40m	8 $\phi$ 10.0 c/ 2,90m	6 $\phi$ 12.5 c/ 3,20m	6 $\phi$ 12.5 c/ 3,73m
	Mínima	6 $\phi$ 10.0 c/ 3,40m	4 $\phi$ 10.0 c/ 2,90m	4 $\phi$ 10.0 c/ 3,20m	4 $\phi$ 10.0 c/ 3,73m
Armadura transversal dos pilares	Máxima	35x10	35x15	12x27	35x8
	Mínima	30x10	30x10	9x27	25x8
Número de vigas		9	15	12	16
Dimensão das vigas	Máxima	40x15	50x15	30x15	40x12
	Mínima	40x15	40x15	30x15	35x12
Armadura longitudinal das vigas	Máxima	6 $\phi$ 12.5 c/ 10m	4 $\phi$ 10.0 c/ 10m	6 $\phi$ 12.5 c/ 10m	4 $\phi$ 10.0 c/ 10,37m
	Mínima	4 $\phi$ 8.0 c/ 3,50m	4 $\phi$ 10.0 c/ 1,66m	4 $\phi$ 10.0 c/ 3,50m	4 $\phi$ 10.0 c/ 2,84m
Armadura transversal das vigas	Máxima	35x15	40x10	25x10	35x8
	Mínima	35x15	35x10	25x10	30x8
Número de lajes		6	6	5	6
Dimensão das lajes	Máxima	21,17m <sup>2</sup>	32,51m <sup>2</sup>	20,1m <sup>2</sup>	29,1m <sup>2</sup>
	Mínima	8,23m <sup>2</sup>	8,40m <sup>2</sup>	6,68m <sup>2</sup>	2,97m <sup>2</sup>
Armadura positiva	Máxima	31 $\phi$ 6.3 c/ 3,63m	$\phi$ 5.0 c/ 10m	$\phi$ 5.0 c/ 10m	25 $\phi$ 6.3 c/ 9,98m
	Mínima	13 $\phi$ 5.0 c/ 3,75m	$\phi$ 5.0 c/ 10m	$\phi$ 5.0 c/ 10m	10 $\phi$ 5.0 c/ 2,44m
Armadura negativa	Máxima	31 $\phi$ 10.0 c/ 1,82m	22 $\phi$ 10.0 c/ 2,0m	45 $\phi$ 10.0 c/ 3,0m	11 $\phi$ 8.0 c/ 2,40m
	Mínima	14 $\phi$ 6.3 c/ 2,76m	19 $\phi$ 8.0 c/ 3,0m	12 $\phi$ 8.0 c/ 3,0m	6 $\phi$ 5.0 c/ 2,00m

Observa-se que todos os pedreiros apresentam muitos anos de experiência com obras. Entretanto, alguns erros e até mesmo superestimativas foram verificados nas definições estruturais que os mesmos propuseram. Com relação aos pilares, observa-se que todos os pedreiros respeitaram a seção mínima de 360 cm<sup>2</sup>. Entretanto, observa-se que as dimensões poderiam ser menores, de modo a reduzir o consumo de concreto. No que se refere à armadura longitudinal, observa-se que os pedreiros não respeitaram a prescrição de norma com relação ao espaçamento entre barras. Segundo a ABNT NBR 6118:2014, a distribuição das barras de aço na seção transversal deve apresentar espaçamento inferior a duas vezes a menor dimensão da

seção no trecho considerado, sem exceder 400 mm. Além disso, alguns não respeitaram o comprimento de ancoragem mínimo, imposto por norma.

Nota-se ainda que os pedreiros optaram por reduzir a seção transversal dos pilares ao longo dos pavimentos. Isso é viável já que o carregamento é menor nos últimos pavimentos. Entretanto, a adoção dessa medida pode acarretar aumento das solicitações dos pilares, devido ao surgimento de excentricidade no esforço normal de compressão. Por esse motivo, no projeto estrutural foi mantida a seção transversal dos pilares em todos os pavimentos, permitindo também o reaproveitamento das formas.

Com relação as vigas e lajes, observa-se que as dimensões adotadas pelos pedreiros e as áreas de armadura e seus espaçamentos respeitaram as prescrições de norma. Entretanto, em muitos casos foram observados exageros no consumo de aço e concreto, que podem onerar a obra.

Quadro 2 - Resumo do orçamento do projeto estrutural e das definições dos pedreiros.

Serviço	Projeto estrutural	Definições Pedreiro A	Definições Pedreiro B	Definições Pedreiro C
Formas de concreto	R\$ 13.906,21	R\$ 13.906,21	R\$ 12.448,64	R\$ 15.135,85
Escoramento	R\$ 736,60	R\$ 736,60	R\$ 736,60	R\$ 736,60
Concreto estrutural	R\$ 15.540,72	R\$ 15.540,72	R\$ 15.883,14	R\$ 17.322,31
Aço 5.0 mm CA60	R\$ 1.869,47	R\$ 6.421,34	R\$ 5.847,07	R\$ 2.660,47
Aço 6.3 mm CA50	R\$ 2.707,63			
Aço 8.0 mm CA50	R\$ 1.542,58	R\$ 1.236,71	R\$ 792,77	R\$ 1.268,42
Aço 10.0 mm CA50	R\$ 1.887,78	R\$ 6.583,64	R\$ 5.148,74	R\$ 10.339,69
Aço 12.5 mm CA50	R\$ 1.445,79	R\$ 626,34	R\$ 3.382,21	R\$ 1.628,47
Aço 16.0 mm CA50	R\$ 436,20			
Arame recozido		R\$ 276,76	R\$ 213,86	R\$ 276,76
<b>Total</b>	<b>R\$ 40.072,98</b>	<b>R\$ 45.328,32</b>	<b>R\$ 44.453,03</b>	<b>R\$ 49.368,57</b>

Nota-se que, a variação de custos de execução da

superestrutura estimada pelos pedreiros foi de 12 a 22% superior em relação à superestrutura dimensionada conforme a ABNT NBR 6118:2014.

Percebe-se ainda que os pedreiros incluíram o consumo de arame recozido, utilizado para prender as armaduras longitudinais ao estribo. Entretanto, no projeto estrutural, esse material não foi levado em consideração. Já que, além de ser um material com baixo custo, somente profissionais da construção civil com muita experiência são capazes de prever o consumo total do mesmo.

## CONCLUSÃO

Este trabalho teve como intuito abordar um problema comumente verificado no setor da construção civil, que é a ideia da sociedade de que o engenheiro civil é um profissional dispensável na construção de edificações, seja para elaboração de projetos ou no acompanhamento da obra.

Dentre as conclusões obtidas, destaca-se a importância de um projeto estrutural de qualidade, tanto para edificações. Isso porque a sub ou superestimava da estrutura pode levar ao surgimento de manifestações patológicas nas edificações ou acarretar em uma execução mais onerosa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.  
**NBR 6118:** Projeto de estruturas de concreto –

Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

**GIONGO, J. S. Concreto armado: Projeto estrutural de edifícios.** Apostila – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2007. Disponível em: Acessado dia 08/04/2019.