

Impactos globais de uma alteração não prevista de Sistema Estrutural de uma edificação de múltiplos pavimentos

CAMILA DE FREITAS¹, LETÍCIA APARECIDA SALA², RÓDION MOREIRA³, CAUÊ CARNEIRO SANTIAGO⁴

¹ Graduanda em Engenharia Civil, UNIFAE, Câmpus São João da Boa Vista, freitas.camila@hotmail.com

² Graduanda em Engenharia Civil, UNIFAE, Câmpus São João da Boa Vista, leticia.sala@hotmail.com

³ Bacharel em Engenharia Civil, PUC, Câmpus Campinas. Professor do curso de engenharia civil, CENTRO UNIVERSITÁRIO DAS FACULDADES ASSOCIADAS DE ENSINO – UNIFAE, Câmpus São João da Boa Vista, rodion@rmoreira.com.br

⁴ Bacharel em Engenharia Civil, PUC, Câmpus Poços de Caldas, caue@tekhton.com.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.01.02.00-6 Estruturas

Apresentado no

10º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP

27 e 28 de novembro de 2019- Sorocaba-SP, Brasil

RESUMO: O presente trabalho tem por objetivo analisar os impactos provenientes de uma mudança não prevista de um sistema estrutural de um edifício multifamiliar de quatro pavimentos. Inicialmente, a edificação havia sido projetada em alvenaria estrutural. Após a realização das etapas de planejamento e orçamentação, foi solicitada a alteração do sistema estrutural para concreto armado. Para a elaboração do projeto estrutural foi utilizado o software CAD/TQS. Então, todo o projeto e planejamento foram realizados novamente, levando em consideração a nova estrutura de concreto armado, onde se comparou as diferenças relativas à essa alteração, do ponto de vista do levantamento de materiais, logística, tempo e mão de obra. E com o auxílio da planilha SINAPI obteve-se os valores de orçamento dos insumos. Devido a essa mudança de sistema estrutural, teve como resultado um aumento de 22% em seu custo total e 40% no tempo de execução.

PALAVRAS-CHAVE: Alvenaria Estrutural; Concreto Armado; Orçamentação; Alteração.

Overall impacts of an unforeseen structural change of a multi-storey building

ABSTRACT: This undergraduate thesis aims to analyze the impacts of an unforeseen change in the structural system of a four-story multi-family building. Initially, the building had been designed in structural masonry. After completion of the planning and budgeting, it was requested to change the structural system to reinforced concrete structure. To perform this analysis, CAD / TQS software was used for the development of the structural project. The entire project and planning were then performed again, taking into consideration the new reinforced concrete structure, where the differences related to this change were compared from the point of view of materials lifting, execution time and labor. Using the SINAPI spreadsheet, we obtained the raw material budget. Due to this change of structural system, the result was a 22% increase in its total cost and 40% in the execution time.

KEYWORDS: Structural masonry; Reinforced concrete; Budgeting; Change.

INTRODUÇÃO

Com a vasta tecnologia e conhecimento acessível, todos que buscam esclarecimento com relação às construções, como citado pelo NASCIMENTO e SANTOS (2001), podem vir, por motivos relacionados à estética, custo ou até mesmo insegurança, alterar de modo não previsto a escolha de diversos elementos componentes de uma construção, inclusive o sistema estrutural.

Ao realizar um projeto de execução de uma edificação, deve ser dedicado um amplo tempo com o planejamento, projeto, cotação e levantamento de dados para a elaboração do melhor sistema técnico-econômico para a obra, levando em conta diversos fatores de cunho logístico como a disponibilidade do material e mão de obra especializada na região (CAPITAL CONTABILIDADE, 2017).

O presente estudo tem por objetivo analisar os impactos provenientes de uma mudança não prevista de um sistema estrutural de um edifício multifamiliar de quatro pavimentos, o qual possui a área construída 2.526 m². Previamente, a construtora responsável pela obra elaborou um projeto em alvenaria estrutural e o cliente solicitou a modificação do projeto para sistema convencional em concreto armado, levantando dados sobre efeitos gerados no planejamento, custo, tempo de execução, logística na obtenção de insumos e mão de obra, demonstrando o quão importante uma boa gestão de projetos se torna, tanto do ponto de vista econômico quanto executivo, mostrando sua relevância na ampliação do conhecimento para a engenharia civil.

MATERIAL E MÉTODOS

Ao realizar a comparação dos impactos gerados pela mudança não prevista em um sistema estrutural, houve a necessidade de consultar alguns recursos para o início da análise, tais como livros específicos da área estrutural como Parsekian (2010), Carvalho (2014) e um projeto já existente. O projeto arquitetônico e o projeto de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos foram fornecidos por um engenheiro civil. O projeto de estrutura convencional foi realizado com o auxílio do software CAD/TQS que tem como objetivo auxiliar na criação do projeto estrutural e nos cálculos de materiais, juntamente com a contribuição da tecnologia (TQS, 2014), respeitando as exigências de segurança e qualidade impostas pelas normas vigentes NBR 6118 (NBR 6118, 2014).

Para o levantamento de materiais a serem utilizados na execução do projeto de alvenaria estrutural em blocos cerâmicos, realizou-se uma análise das pranchas e foi levantada a quantidade de materiais de forma manual, haja vista que o mesmo não possui lista geral. Já para o quantitativo dos materiais para estrutura em concreto armado foi considerado a extração automática dos valores fornecidos pelo software CAD/TQS.

Com os quantitativos em mãos, realizou-se uma análise utilizando a planilha SINAPI para a obtenção de orçamento para ambas as disciplinas.

Foi realizada uma busca na região de mão-de-obra especializada, a fim de levantar o custo do serviço e estipular o tempo de execução da obra.

No que tange a logística e facilidade de obtenção dos insumos, foi verificado se a região dispõe dos materiais necessários a serem utilizados no projeto de estrutura convencional e no projeto em alvenaria estrutural, para averiguar o impacto no valor e na obtenção dos materiais, caso a necessidade for de urgência.

Para analisar o tempo de execução de ambas as disciplinas, uma construtora da região auxiliou nos cálculos dos períodos de execuções dos projetos, para que houvesse um parâmetro inicial. Dividindo o tempo em etapas de montagem de formas, dobragem das ferragens e construção das paredes e lajes, tendo em vista que durante todo o processo executivo, diversos imprevistos podem ocorrer, como a mudança climática, a falta de algum material específico, o número de funcionários e a qualidade dos materiais empregados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os levantamentos da quantidade de materiais a serem utilizados na obra foi realizado manualmente, baseado em um projeto de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos já existente, onde obteve os valores unitários extraídos da planilha SINAPI e em consulta com fornecedores da região, tendo como resultados as tabelas 1, 2 e 3, abaixo.

Tabela 1 – Quantitativo e orçamento dos materiais cerâmicos

Alvenaria Estrutural em Bloco Cerâmico			
	Quantidade	Valor Unitário	Total
Bloco 14x39x19	64948	R\$ 1,53	R\$ 99.370,44
Meio Bloco 14x19x19	10168	R\$ 0,91	R\$ 9.252,88
Bloco 19x39x19	1864	R\$ 2,07	R\$ 3.858,48
Bloco 19x19x19	270	R\$ 1,18	R\$ 318,60
Calha J 19X39X19	720	R\$ 2,57	R\$ 1.850,40
Calha J 19X19X19	44	R\$ 1,29	R\$ 56,76
Canaleta 14x39x19	7628	R\$ 2,19	R\$ 16.705,32
Canaleta 14x19x19	496	R\$ 0,90	R\$ 446,40
Calha J 14X39X19	856	R\$ 1,95	R\$ 1.669,20
Calha J 14X19X19	64	R\$ 0,98	R\$ 62,72
Calha 14x39x4	5176	R\$ 0,90	R\$ 4.658,40
Calha 14X19x4	760	R\$ 0,26	R\$ 197,60
Calha I 14X19X4	2496	R\$ 0,26	R\$ 648,96
	Total		R\$ 139.096,16

Tabela 2 – Quantitativo de barras de aço (em metros) e orçamento

Barras de Aço para Alvenaria Estrutural			
Bitolas	m	R\$	
6,3 mm	3781,6	R\$	5.105,16
10 mm	14287,1	R\$	44.861,49
12,5 mm	66,4	R\$	314,07
		R\$	50.280,73

Tabela 3 – Consumo de graute e custo total

Alvenaria Estrutural			
Material	Unidade	Total	R\$
Graute	kg	18080	R\$ 30.916,80

Com o auxílio do software CAD/TQS, foi levantado a quantidade dos materiais utilizados no sistema estrutural em concreto armado, conforme as tabelas 4, 5 e 6, a seguir, sendo que os valores unitários para os insumos foram obtidos através da planilha SINAPI e de fornecedores de materiais na região.

Tabela 4 – Quantitativo das barras de aço (em metros) em concreto armado e orçamento

Concreto Armado		
Barras de Aço	m	R\$
5mm	10953,9	R\$ 7.010,49
6,3mm	10900,41	R\$ 14.715,55
8mm	828,3544	R\$ 1.557,31
10mm	12629,17	R\$ 39.655,60
12,5mm	1704,154	R\$ 8.060,65
16mm	885,5513	R\$ 7.527,19
20mm	16,66667	R\$ 198,67
		R\$ 78.725,46

Tabela 5 – Quantidade do consumo de concreto e fôrmas e seus custos

Concreto Armado			
Material	Unidade	Total	R\$
Consumo Concreto	m ³	343	R\$ 99.699,81
Fôrmas	m ²	2578,4	R\$ 67.218,89

Tabela 6 – Quantidade de blocos de vedação e orçamento

Concreto Armado			
Bloco Cerâmico Vedação	Quantidade	Valor Unitário	Total
Bloco 19X19X39	71000	1,72	R\$ 122.120,00

Devido à falta de planejamento, a alteração do sistema estrutural impactou no custo de materiais, na logística, mão de obra, e na elaboração do novo projeto estrutural, onde foi levantado o valor de projeto para um sistema estrutural em concreto armado com um engenheiro da região, obtendo o valor de R\$8,00 o metro quadrado, e totalizando em R\$20.208,00. Sendo necessário o dobro do tempo e custo para a realização do projeto estrutural da referida obra.

Realizou-se uma busca de mão de obra na região, obtendo-se os custos e o tempo estimado que será necessário para levantar toda a edificação, sem levar em consideração os acabamentos. A tabela 7 mostra o custo da mão de obra e o tempo para execução do projeto.

Tabela 7 – Custo e tempo de execução da mão de obra

Projetos	Valores da mão de obra	Tempo
Concreto Armado	R\$ 884.086,00	28 meses
Alvenaria Estrutural	R\$ 820.937,00	20 meses

Com base nos valores acima, obteve-se o custo total dos sistemas estruturais em alvenaria estrutural e concreto armado, como é demonstrado na tabela 8.

Tabela 8 – Custo total das estruturas

Custo total	
Concreto Armado	R\$ 1.272.058,15
Alvenaria Estrutural	R\$ 1.041.230,69

Levando em consideração a logística, não houve impactos na mudança do sistema estrutural, pois existe um fácil acesso a tais insumos na região, em diversas lojas de construção civil.

Pode-se observar na tabela 7 que houve um aumento de 8 meses (40%) no tempo de execução, e conforme demonstrado na tabela 8, teve um aumento de R\$ 230.827,46 (22%) do valor total de custos dos materiais e mão de obra na execução do projeto em concreto armado, em comparação com a de alvenaria estrutural.

CONCLUSÕES

Essa modificação do projeto de alvenaria estrutural para concreto armado, pelo fato de não ter sido prevista, ocasionou uma alteração no aumento do valor do custo total dos materiais e mão de obra de 22% e também de 40% no tempo de execução.

Verificou-se que a região dispõe dos materiais necessários a serem utilizados no projeto de estrutura convencional e no projeto em alvenaria estrutural, não afetando a logística no valor e na obtenção dos materiais, caso a necessidade for de urgência.

Com isso, o presente trabalho indica que devido à falta de planejamento, a alteração do sistema estrutural causa um impacto macro expressivo no que diz respeito a valores e tempo, tanto em etapas projetuais

como na execução propriamente dita, afetando diretamente no tempo de entrega da obra, o que pode gerar transtornos diversos para os envolvidos.

Percebe-se pelo trabalho que é importante o envolvimento de profissionais habilitados e experientes em etapas iniciais à construção, para que esclareçam e norteiem decisões importantes junto ao cliente, sobre situações que possam impactar os custos da obra.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. NBR 6118, ABNT, 2014.

CAPITAL CONTABILIDADE – Qual impacto do planejamento e controle de obras? Disponível em: <https://capitalcontabilidade.com/qual-o-impacto-do-planejamento-e-controle-de-obras/> Acesso em: 01 set 2019.

CARVALHO, Roberto Chust – Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: Segundo a NBR 6118:2014 / Roberto Chust Carvalho, Jasson Rodrigues de Figueiredo Filho. – 4.ed. – São Carlos: EdUFSCar, 2014.

NASCIMENTO, L.A.; SANTOS, E.T. A contribuição da tecnologia da informação ao processo de projeto na construção civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, SP, 2001.

PARSEKIAN, Guilherme Aris. Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos: projeto, execução e controle / Guilherme Aris Parsekian, Márcia Melo Soares. – São Paulo: O Nome da Rosa, 2010.

TQS – Cálculo com tecnologia, uma parceria perfeita. Disponível em: <http://www.tqs.com.br/tqs-news/consulta/entrevistas/1143-calculo-com-tecnologia-uma-parceria-perfeita> Acesso em: 01set 2019.