

ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS ENTRE AS ESTRUTURAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL E CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL

Lucas de Souza Oliveira¹
Taynara Cristina de Souza Calinçani¹
Guilherme Gabriel da Silva²

lucasluoliveira47@gmail.com

ÁREA DE CONHECIMENTO: Engenharia

RESUMO

A busca incessante por construções que apresentem menores custos sem perdas de qualidade no setor da construção civil tem levado as construtoras a novas possibilidades de aumentar sua produtividade, mantendo a qualidade da obra. Neste contexto, o presente trabalho visa uma comparação entre dois sistemas construtivos, o de alvenaria estrutural e o já conhecido sistema convencional em concreto armado, com enfoque no consumo e custos de seus elementos estruturais, possibilitando ainda ao decorrer do trabalho, o estudo e disseminação de prescrições importantes verificadas ao caso do sistema por alvenaria. O trabalho baseou-se em um projeto arquitetônico/estrutural em concreto armado, aplicado ao sistema em alvenaria estrutural de acordo com as prescrições de norma aplicáveis em relação às solicitações e resistências. Pôde-se observar então, que a alvenaria estrutural apresentou vantagem significativa em relação ao concreto armado convencional, devido à redução de materiais utilizados como fôrmas, armaduras e concreto.

PALAVRAS-CHAVE: Custo; Alvenaria estrutural; Concreto armado;

1. INTRODUÇÃO

Devido à competitividade no setor da construção civil se torna necessário e significativo o emprego de novas técnicas e métodos construtivos, possibilitando crescimento e melhores investimentos no setor (DELLATORRE, 2014).

Segundo Mello (2004), a crescente procura pela casa própria promove um crescimento em investimento imobiliário que, por sua vez, em sistemas construtivos que promovam a diminuição do tempo de execução e custos de obra, mantendo a qualidade do empreendimento. Com isso, sistemas estruturais mais avançados

¹ Acadêmicos do 10º período do curso de Engenharia Civil da Faculdade Vértice - UNIVÉRTIX.

² Graduado em Engenharia Civil na Universidade Federal de Ouro Preto. Mestre em Construção Metálica. Professor da Faculdade Vértice - UNIVÉRTIX

como o sistema de construção por alvenaria estrutural vêm tomando espaço em relação ao sistema convencional em concreto armado.

O sistema por alvenaria estrutural é um processo construtivo onde a alvenaria é responsável por resistir a grande parte dos esforços existentes, apresentando, uma importante função estrutural na obra como um todo, e sendo indispensável no momento da concepção, a interação entre os projetos arquitetônicos, estruturais, elétricos e hidráulicos (KALIL, 2010).

De acordo com Machado (2014), inúmeros são os estudos que comprovam que edificações em alvenaria estrutural tem vantagens econômicas em critérios de custo e tempo, quando comparado com o convencional concreto armado. Isso se dá por quesitos como: economia de fôrmas, redução significativa de revestimentos e desperdícios de materiais e mão de obra, sendo que os serviços de armadores e carpinteiros mostram-se reduzidos.

O emprego do sistema por alvenaria estrutural tem avançado significativamente, tanto no aspecto de fabricação dos materiais quanto em execução, assim cada vez mais se consolidando como método construtivo. Diante das grandes vantagens encontradas, destacando as de origem econômicas, o interesse por este sistema vem crescendo. As construtoras vêm descobrindo na alvenaria estrutural uma alternativa bastante competitiva para construção (PORTO, 2010).

Neste sentido, para elaboração deste trabalho, abordamos uma comparação de custos e viabilidade entre as estruturas em alvenaria estrutural e concreto armado convencional, direcionado ao projeto estrutural de uma obra de engenharia civil. Seu desenvolvimento foi baseado a partir de um projeto convencional de uma residência unifamiliar, e demonstrando valores de consumos que comprovem a viabilidade de um ou outro método em estudo realizado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ALVENARIA ESTRUTURAL

De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), a alvenaria estrutural se torna viável para edifícios de no máximo 16 pavimentos, pois para um número maior de pavimentos os blocos utilizados teriam a necessidade atingir uma resistência desejada quanto à compressão, os esforços laterais causados pela força do vento

iriam gerar elevadas tensões a tração, assim tornando necessário mais armaduras e grauteamento, o que comprometeria a economia.

Para alvenaria estrutural não é interessante que os vãos sejam grandes, como em edifícios comerciais e residenciais de alto padrão. Com atenção especial para construções que tem a necessidade de fazer frequentes mudanças no layout (RAMALHO E CORREA, 2003).

Segundo Tauil e Nese (2010), devido a utilização de armadura ou não, a alvenaria pode ser classificada em:

- Alvenaria não armada: O aço quando utilizado, é por razões construtivas, aplicados em vergas e contravergas de portas e janelas e para prevenção de futuras patologias como trincas e fissuras geradas pela acomodação da estrutura, movimentação por efeitos térmicos, de vento e concentração de tensões.

- Alvenaria armada: tipo de alvenaria que recebe reforço por necessidade estrutural. São utilizadas armaduras passivas de fios, barras e telas de aço dentro dos vazios dos blocos e em seguida grauteados, além do preenchimento de todas as juntas verticais.

- Alvenaria parcialmente armada: é um processo misto, pois os elementos resistentes são projetados como armados e outros como não-armados.

2.2 PRINCIPAIS COMPONENTES DE ALVENARIA ESTRUTURAL

Os principais componentes da alvenaria estrutural são: unidades, argamassa, graute e armadura (RAMALHO e CORREA, 2003).

- Unidades ou blocos: os blocos e tijolos são os componentes mais importantes constituintes da alvenaria estrutural, pois eles definem a resistência à compressão e determinam a escolha da coordenação modular nos projetos. Os principais tipos são: cerâmicos; concreto; sílico-calcáreos, que podem ser maciços ou vazados (CAMACHO, 2006).

- Argamassa: é uma mistura homogênea de agregado miúdo, aglomerantes, água e cal, fazendo a ligação entre as unidades. Com exceção de algumas argamassas que apresentam outras propriedades superiores devido a adições suplementares evitando pontos de concentração de tensões (CAMACHO, 2006).

- Graute: segundo Camacho (2006), graute é um concreto composto de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo, água e cal, destinado a conferir trabalhabilidade e retenção de água para a hidratação da mistura, caracteriza-se

pela alta fluidez, de modo a preencher todos os vazios dos blocos adequadamente. Suas principais funções são: aumentar a resistência da parede sem a necessidade de aumentar a resistência da unidade e provocar aderência com as armaduras tendo como propriedades características a trabalhabilidade e adequada resistência a compressão.

- Armaduras: de acordo com Camacho (2006, p.13) "as armaduras empregadas na alvenaria estrutural são as mesmas utilizadas no concreto armado e está sempre presente na forma de armadura construtiva ou de cálculo". Suas funções são: Absorver esforços de tração e compressão e cobrir necessidades construtivas.

Segundo Santos (2008), os prismas são obtidos com a justaposição de dois ou mais blocos estruturais, unidos por juntas totais (em toda superfície do bloco) de argamassa que pode ter variação 7 a 13 milímetros de espessura, onde são destinados ao ensaio de compressão. Ele ainda ressalta que os ensaios destes prismas são a base de um projeto em alvenaria estrutural, pois seus valores são essenciais para os cálculos estruturais, eles são mais precisos quanto aos ensaios somente com os blocos, pois estes não levam em consideração o conjunto da real estrutura.

2.3 COORDENAÇÃO MODULAR

A coordenação modular baseia-se em acertar as dimensões horizontais e verticais, como múltiplo das dimensões da unidade, podendo ser M15 e M20 (múltiplos de 15 e 20 cm), cujo objetivo principal é evitar cortes e desperdícios na fase de execução. Nessa fase devem ser previstos todos os encontros de paredes, aberturas, pontos de graute e ferragem, ligação laje/parede, e instalações em geral (CAMACHO, 2006).

De acordo com Kalil (2010), quando houver a necessidade de adaptações no projeto, onde a medida interna não é múltipla de M15 ou M20, podem ser utilizadas peças de pequenas dimensões que permitam pequenos ajustes, essas peças são chamadas de compensadores, pastilhas ou bolachas. No entanto, qualquer adaptação em alvenaria estrutural implica em uma perda de racionalidade, do tempo e do ritmo da construção.

A modulação vertical tem o objetivo de definir distâncias como a altura da porta, da janela e do pé-direito. Na modulação vertical o ideal é que as medidas

verticais sejam múltiplas de 20 cm. Quando se utiliza a modulação vertical de piso à teto a última fiada das paredes externas serão compostas por blocos “J”. No caso da modulação de piso à piso a última fiada será composta pelos blocos canaleta “U” (KALIL, 2010).

2.4 INSTALAÇÕES

Nas paredes estruturais não devem ser feitos rasgos para o embutimento das instalações, pois esse procedimento provoca a redução da seção resistente, além do desperdício e do elevado consumo de material e mão de obra empregada nessa operação. Por isso para as instalações hidráulicas são utilizadas as paredes de vedação, as chamadas paredes hidráulicas, procurando projetar cozinhas e banheiros e áreas semelhantes o mais próximo possível, agrupando ao máximo as instalações (KALIL, 2010).

Nos projetos elétricos é comum os eletrodutos passarem pelos vazados dos blocos, sem a necessidade de rasgos na alvenaria. Para a instalação de interruptores ou telefonia são fabricados blocos especiais para o embutimento desses itens (KALIL, 2010).

2.5 FUNDAÇÕES

De acordo com Santos Neto (2013), o terreno é muito importante para uma boa viabilidade do sistema em alvenaria estrutural, indicando áreas que não precisem de aterros e que sejam naturalmente bem sedimentadas. Em terrenos com alicive ou declive se é utilizado uma estrutura de concreto armado para sustentar a alvenaria estrutural.

Segundo Cavalheiro (2013), no concreto armado as cargas nas estruturas são conduzidas para as vigas, que as transferem para os pilares, que por fim de forma pontual as transferem para as fundações. Assim as cargas concentradas induzem à escolha das fundações em sapatas isoladas, o que originam tensões relativamente elevadas no solo.

Já em alvenaria estrutural as paredes são os elementos estruturais, assim as cargas chegam na fundação de forma distribuída, por esse fato favorece o emprego de sapata corrida (KALIL, 2010).

2.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS

De acordo com Camacho (2006), o adequado emprego da alvenaria estrutural pode trazer as seguintes vantagens técnicas e econômicas:

- Redução de custos: a redução de custos obtida está diretamente relacionada à adequada aplicação das técnicas de projeto e execução, podendo chegar, segundo a literatura em torno de 30%, sendo proveniente basicamente da Simplificação das técnicas de execução e economia de formas e escoramentos.

- Menor diversidade de materiais empregados: reduz o número de subempreiteiras na obra, a complexidade da etapa executiva no método convencional e o risco de atraso no cronograma de execução em função de eventuais faltas de materiais, equipamentos ou mão de obra.

- Maior rapidez de execução: essa vantagem é notada nesse tipo de construção, devido principalmente da simplicidade das técnicas construtivas, que permitem maior rapidez no retorno do capital empregado.

- Robustez estrutural: decorrente da própria característica estrutural, resultando em maior resistência à danos patológicos decorrentes de movimentações, além de apresentar maior reserva de segurança frente a ruínas parciais.

Segundo Figueiró (2009), mesmo diante de tantos pontos positivos como visto anteriormente, não se pode desconsiderar as desvantagens deste sistema, assim veremos as de maior relevância:

- Limitação na adaptação da arquitetura após a construção: após a execução do sistema em alvenaria estrutural concluído, não se pode ter mudanças relevantes no layout arquitetônico.

- Interferência entre projetos: as instalações elétricas e hidráulicas causam conflitos nos projetos de arquitetura e estrutural, assim quando adotado o sistema em alvenaria estrutural, se tem a impossibilidade de se furar as paredes sem um controle rigoroso, assim limitando as instalações.

- Utilização de mão de obra qualificada: a alvenaria estrutural, diferente da convencional necessita de mão de obra qualificada, para se aplicar todos instrumentos adequados, assim evitando problemas durante a execução e riscos após a ocupação do edifício.

3. METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma pesquisa quantitativa, partindo de um estudo de caso, desenvolvido a partir da obtenção de um projeto arquitetônico e estrutural pelo sistema em concreto armado de uma residência unifamiliar de um pavimento, fornecidos por escritório de engenharia local, dimensionado pelo software da AltoQi, o Eberick V8, respeitando os coeficientes de segurança e qualidade citados pelas normas vigentes.

Este projeto possui laje maciça (como cobertura) com 10 centímetros de espessura, onde foi considerado 100 kgf/m² de revestimento e uma caixa d'água de 500 litros. O solo considerado possui capacidade de suporte igual 2,00 Kgf/cm², e a residência possui área construída de 65,76 m². A quantidade de blocos cerâmicos componentes da alvenaria de vedação não foram contabilizados, pois o orçamento será realizado considerando somente as estruturas dos sistemas construtivos.

Para lançamento da alvenaria estrutural foi considerado os blocos cerâmicos, primeiramente por ser o mais usual em vedações de sistema em concreto armado, mais leves comparados com os blocos estruturais de concreto, e facilitam o manuseio na obra, além de provocarem menores cargas sobre a fundação.

Após a escolha do material do bloco, realizou-se a coordenação modular horizontal e vertical, alojando os blocos estruturais na planta baixa arquitetônica existente, da melhor forma.

Neste primeiro momento, cabe-se ressaltar que o projeto arquitetônico original não foi elaborado especificamente visando o método construtivo em alvenaria estrutural, ou seja, as dimensões arquitetônicas não satisfazem perfeitamente as modulações usuais M15 e M20 citadas. Assim para a definição da espessura e comprimento dos blocos modulares, foi verificado a seguinte condição:

- Modulação M15, por esta modulação resultar em um menor reajuste com blocos especiais e compensadores, e ser equivalente a espessura das paredes utilizadas no projeto arquitetônico em concreto armado. Logo o grupo de blocos com melhor atendimento ao projeto original foi a família de 14 cm, com categoria de bloco estrutural principal (14x19x29), este então definindo a modulação horizontal.

Já para a modulação vertical, houve a necessidade de compatibilização com os valores fornecidos do projeto arquitetônico original, onde neste caso, o pé-esquerdo exige 3,0 metros de altura. Obteve-se assim o valor de 14 fiadas de blocos estruturais com altura de 19 cm + 1 cm de junta horizontal, e uma fiada de bloco canaleta não estrutural para o recebimento da laje, que por sua vez é idêntica ao do

projeto em concreto armado convencional, onde nas paredes externas são utilizados os blocos canaletas “J” e para as internas os blocos canaletas “U”. Assim contabilizando os 3,0 metros de altura, finalizando a modulação vertical.

A partir do arquitetônico e assim como informações do projeto de estruturas original, foi realizado o pré-dimensionamento em alvenaria estrutural, considerando as mesmas geometrias e condições de carregamentos, visando então à obtenção do orçamento final do projeto estrutural em alvenaria, e comparação entre os métodos construtivos aqui abordados.

Realizados os dimensionamentos, notou-se que a maior resistência necessária foi devido a compressão na parede 02 com valor de 0,0614 Mpa, ou seja, menos que 10% de 1 MPa. Então verificado que o valor é irrelevante finalmente se pode adotar a resistência do prisma com o bloco mínimo de norma (3 MPa), assim obtendo o prisma com a menor resistência possível.

Não sendo possível realizar ensaios para determinação da resistência característica dos prismas (f_{pk}) com tal bloco, foi adotado o prisma mais próximo da solicitação encontrada, sendo este de 2,5 MPa ensaiado com bloco e argamassa com resistência característica de 4 MPa, disponibilizado por empresa especializada em blocos estruturais cerâmicos, com respectivo catálogo de desempenho.

Obtido assim os dados necessários quanto à estrutura em alvenaria estrutural em blocos cerâmicos, à partir de sua definição, avaliação e dimensionamentos, e do dimensionamento em sapata corrida, partiu-se para a última etapa do trabalho, o levantamento de consumos e gastos quanto ao projeto em questão, afim de comparação com o sistema convencional. Para o levantamento de quantitativos e preço final dos sistemas, foi usado como referência a tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), disponibilizada pelo site da Caixa Econômica Federal.

Para a composição do orçamento estimativo foram considerados os custos diretos, ou seja, custos de materiais, mão de obra e equipamentos utilizados no conjunto estrutural, onde os projetos complementares adotados igualmente nos dois sistemas construtivos não foram contabilizados, como as lajes que foram comuns aos projetos, as instalações elétricas e hidráulicas, e elementos de finalização da obra como revestimentos cerâmicos, esquadrias, forro, entre outros.

Os custos dos materiais foram obtidos nas tabelas de insumos e composições analíticas não desonerados da SINAPI de Minas Gerais, do mês de setembro de 2018.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o término do pré-dimensionamento em alvenaria estrutural é possível fazer o levantamento do orçamento das estruturas para comparação. A comparação é demonstrada nas Tabelas 01 e 02

Tabela 01: Comparação entre as estruturas analisadas quanto à Infraestrutura.

| COMPOSIÇÕES (MATERIAL, MÃO DE OBRA E EQUIP.) | CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL (R\$) | % | ALVENARIA ESTRUTURAL (R\$) | % |
|--|---|-------|----------------------------------|--------|
| ESCAVAÇÃO/REATERRO E LASTRO | 4598,8 | 24,46 | 1551,9 | 20,84 |
| AÇO | 4690,57 | 24,95 | 878,18 | 11,79 |
| FORMAS | 6548,31 | 34,83 | 3542,55 | 47,56 |
| COMCRETO/GRAUTE | 2963,01 | 15,76 | 1475,78 | 19,81 |
| TOTAL PARCIAL (R\$) | 18800,69 | 100 | 7448,41 | 100,00 |

Fonte: Autores (2018)

Tabela 02: Comparação entre as estruturas analisadas quanto à Superestrutura.

| COMPOSIÇÕES (MATERIAL, MÃO DE OBRA) | CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL (R\$) | % | ALVENARIA ESTRUTURAL (R\$) | % |
|--|---|-------|----------------------------------|-------|
| AÇO | 2032,66 | 18,78 | 0 | 0,00 |
| FORMAS | 6517,11 | 60,21 | 0 | 0,00 |
| COMCRETO/GRAUTE | 2273,79 | 21,01 | 223,99 | 1,92 |
| BLOCO CERÂMICO COM ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO, VERGAS E CONTRA VERGAS | 0 | 0 | 11423,71 | 98,08 |
| TOTAL PARCIAL (R\$) | 10823,56 | 100 | 11647,7 | 100 |

Fonte: Autores (2018)

Ao compararmos os valores finais obtidos pela soma dos totais parciais das Tabelas 01 e 02 pode-se verificar que há uma diferença de valores favoráveis para alvenaria estrutural de 35,64 %, referentes a R\$10.528,30. Quando separamos a estrutura em partes como demonstrado nas mesmas, em infraestrutura que é a parte de fundação, e superestrutura que é acima da fundação, podemos observar melhor as etapas em que as diferenças ocorreram.

De acordo com o trabalho de Arcari (2010), que considerou em sua pesquisa cinco pavimentos, a comparação entre custos totais das fundações entre as mesmas estruturas, foi encontrado valores próximos, e ressalta que não existe uma diferença significativa entre as fundações e sim nas composições que constitui cada estrutura final. Já para o presente trabalho este resultado não procedeu, e pode ser observado que na etapa da fundação (infraestrutura) foi a fase em concreto armado que houve a maior diferença de valores em seus totais parciais. E isto ocorreu pelo fato da fundação escolhida para alvenaria estrutural ser pelo método de sapata corrida, e pelo fato das ações solicitantes não atingirem as geometrias mínimas de norma, ela foi dimensionada com seção mínima, o que ocasionou em consumo mínimo de materiais. Os custos globais das estruturas são demonstrados a seguir pela Figura 01.

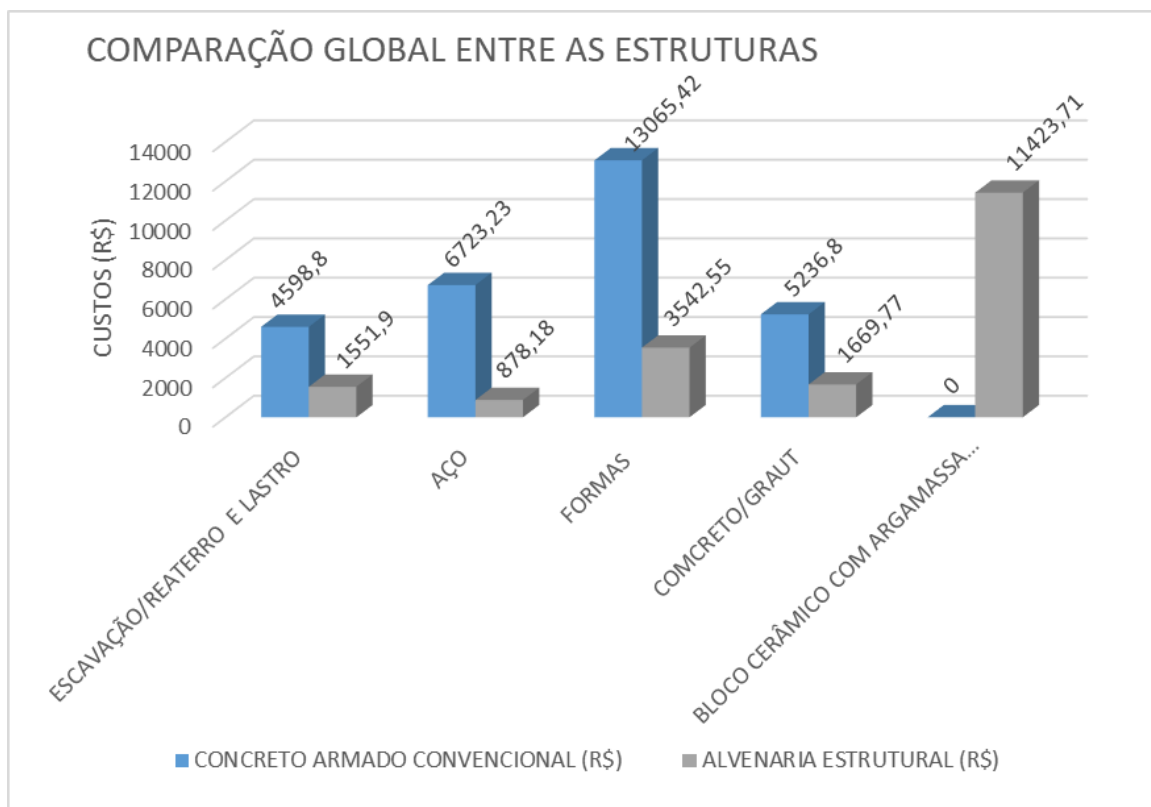


Figura 01: Comparação de custos globais entre os sistemas estruturais.
Fonte: Autores (2018)

Ao analisarmos os valores globais da estrutura, podemos observar a diferença ocorrida em cada composição. O concreto armado obteve um maior custo na parte de escavação, reaterro e lastro; fôrmas de madeira; uso do aço e concreto/graut, e seguem as proporções respectivamente: 7,38% para primeira composição, o que equivale a R\$ 3.046,9; para as formas houve diferença de 25,52%, equivalente a R\$ 9.522,87; para o aço houve diferença de 18,09% equivalente a R\$ 5.845,05 e para o concreto/graut a diferença de 9,04% equivalente a R\$ 3.567,03. Devemos ressaltar que no sistema em alvenaria estrutural o uso destas mesmas composições ocorreu somente nas fundações, ressaltando o concreto/graute que é utilizado para preenchimento da última fiada de blocos “J” e “U” que recebem a laje.

Podemos então observar que somente na composição blocos cerâmicos com argamassa de assentamento, vergas e contra vergas, que ocorreu um maior custo para o sistema em alvenaria estrutural em 59,92% equivalente a R\$ 11.423,71. Isto deve-se ao fato do presente trabalho considerar a comparação somente entre as estruturas dos sistemas enfatizados, e no sistema em concreto armado a composição de blocos cerâmicos e argamassa de assentamento não são componentes da estrutura, servindo apenas como vedação. Junto a este fato torna-se inviável a consideração de vergas e contra vergas onde são executadas junto com a vedação citada, e idênticas às utilizadas no sistema em alvenaria estrutural. Estimando a quantidade de alvenaria de vedação para o sistema em concreto armado, chegamos a 113,82 m² de parede de vedação, descontados as aberturas de portas e janelas. Este valor de área, aplicado à SINAPI, obteve-se o valor de R\$7.649,84, que devem ainda ser somados às vergas e contra vergas (R\$895,00). Assim o valor final, se considerado a estrutura de vedação, seria ainda mais favorável economicamente para o sistema em alvenaria estrutural.

Kageyama; Kishi; Meirelles (2009), em um estudo de análise comparativa de custos entre os sistemas estruturais em alvenaria estrutural armada e concreto armado considerando a vedação, ambos constituídos por dez pavimentos, concluíram que a análise comparativa mostraram uma redução no custo da obra de 10 a 30 % para o sistema em alvenaria estrutural, onde ressaltou que tal percentual depende da mão de obra ser própria do construtor ou terceirizada. Dellatorre (2014) realizou seu estudo sobre um edifício de sete pavimentos considerando as

estruturas e vedação com as mesmas características do sistemas citados a cima, e a vantagem para alvenaria estrutural se deu 36,37 %, equivalente a R\$ 249.590,16 do custo total em relação ao concreto armado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como citado anteriormente, este trabalho baseia-se inicialmente em um projeto arquitetônico e estrutural, previamente elaborados para o sistema em concreto armado convencional, o que sinaliza antecipadamente uma modulação fora de certa padronização requerida em alguns métodos, no qual haverá uma influência nos consumos e custos em relação a um projeto elaborado especificamente ao método. Este aspecto não foi significativo no presente trabalho por se tratar de uma residência de um pavimento.

Ressaltando a importância da fase do planejamento e projeto, onde deve ser levado em conta o tipo de sistema estrutural que será executado, neste caso de alvenaria estrutural. Em residências com múltiplos pavimentos o descuido ao projeto como dito por Beckenkamp (2013), pode ser prejudicial ao valor final da construção.

Após as análises quanto a comparação entre as estruturas, concluiu-se que a alvenaria estrutural obteve vantagem em questão de custo sobre o sistema em concreto armado convencional de 35,64 %, referente a R\$10.528,30. E ainda fazendo um levantamento das horas trabalhadas na execução de cada sistema estrutural, foi obtido também para alvenaria estrutural uma vantagem de tempo de execução de 12,6 dias. Portanto os resultados obtidos confirmam a eficiência do sistema construtivo em alvenaria estrutural já concretizado por alguns autores, alguns deles citados neste presente trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCETTI, Kristianemattar. **Contribuições ao projeto estrutural de edifícios em alvenaria**. São Carlos, 1998. 247 p. Dissertação/mestrado. Escola de engenharia de São Carlos. Engenharia de estruturas, universidade de São Paulo.

ALBUQUERQUE, Augusto Teixeira de; PINHEIRO, Libânio Miranda. **Viabilidade econômica de alternativas estruturais de concreto armado para edifícios**. São Carlos, 2002. Escola de engenharia de São Carlos, USP.

AMARU, Miller Kelsio Ferreira. **Projeto de edifícios em alvenaria estrutural não armada de blocos cerâmicos segundo a NBR 15812**. São Carlos, 2010. 69 p. Monografia/Graduação. Universidade Federal de São Carlos centro de ciências exatas e de tecnologia, departamento de engenharia civil.

ARCARI, Andrey. **Alvenaria estrutural e estrutura aporricada de concreto Armado**: Estudo Comparativo de custos para execução de empreendimento habitacional de interesse social. Porto Alegre, 2010. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

____ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

____ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120: **Cargas para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro, 1980.

____ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122: **Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 1996.

____ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6123: **Forças devidas ao vento em edificações**. Rio de Janeiro, 1988.

____ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15812: **Alvenaria estrutural - Blocos cerâmicos**. Rio de Janeiro, 2010.

AZEVEDO, Hélio Alves de. **O edifício até sua cobertura**. 2a edição. São Paulo: Edgard Blücher, 1997. 125p.

BECKENKAMP, Cláudia Maria. **Dimensionamento estrutural e análise comparativa de custos de um edifício de alvenaria estrutural versus concreto armado**. Santa Cruz do Sul, 2013. 189 p. Monografia/Graduação. Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC.

CAMACHO, Jefferson Sidney. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Ilhasolteira, 2006. Universidade Estadual Paulista – USP.

CAVALHEIRO, Odilon Pancaro. **Alvenaria Estrutural: Tão antiga e tão atual**. Santa Maria, 2013. Universidade Federal de Santa Maria.

DELLATORRE, Lázaro Augusto. **Análise comparativa de custo entre edifício de alvenaria estrutural e de concreto armado convencional**. Santa Maria, 2014. Universidade Federal de Santa Maria.

FIGUEIRÓ, Wendell Oliveira. **Racionalização do processo Construtivo de Edifícios em alvenaria estrutural**. Belo Horizonte, 2009. 88p. Monografia. Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

KAGEYAMA, T.; KISHI, S.; MEIRELLES, C. R. M. As interferências do processo construtivo da alvenaria estrutural na redução dos custos na construção arquitetônica. **Revista Mackenzie de Engenharia e Computação**, São Paulo, v. 6, Disponível em: <http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/rmec/article/view/3326/2778>. Acesso em: 22 SET. 2018.

KALIL, Sílvia Baptista. **Alvenaria Estrutural**. - Curso de Graduação. Porto Alegre, 2010. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUC-RS.

MACHADO, Julia Favretto. **Diretrizes para projetos em alvenaria estrutural – modulação e detalhamentos**. Santa Maria, 2014. Universidade Federal de Santa Maria.

MELLO, César Winter. **Avaliação de sistemas construtivos para habitações de interesse social**. Porto Alegre, 2004. 172 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MOHAMAD, Gihad. **Construções em Alvenaria Estrutural** – Materiais, projeto e desempenho. São Paulo: Blucher, 2015.

PORTO, Thiago bonjardim. **Estudo da interação de paredes de alvenaria estrutural com a estrutura de fundação**. Belo Horizonte, 2010. 221 p. Dissertação/pós graduação. Curso em Engenharia das Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. 174 p. São Paulo: Editora Pini, 2003.

REBELLO, Yopanan C. P. **FUNDAÇÕES: Guia Prático e Dimensionamento**. 4. Ed. São Paulo: Ziguarte, 2008.

SANTOS, Mauro Joel Friederich. **Análise da resistência de prismas e pequenas paredes de alvenaria estrutural cerâmica para diferentes tipos de argamassa**. Santa Maria, 2008. 136 p. Dissertação/mestrado. Programa de Pós Graduação, Universidade Federal de Santa Maria.

SANTOS NETO, Adelino Francisco dos. **Terreno é decisivo para sucesso da alvenaria estrutural**. Portal Itambé. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/terreno-e-decisivo-para-sucesso-da-alvenaria-estrutural/>. Acesso em: 04 de Dezembro. 2018.

SINAPI. Sistema **nacional** de pesquisa de custos e índices da construção civil (CAIXA). Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 06 de novembro. 2018.

STEIL, Rafael de Oliveira. **Efeito da geometria do bloco de concreto e do tipo de argamassa no desempenho à compressão de prisma de alvenaria não grauteados**. Florianópolis, 2003. 307p. Dissertação/mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina.

TAUIL, Carlos Alberto.; NESE, Flávio José Martins. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini, 2010.

VALLE, Thompson Ricardo do. **Comparativo de custos de sistemas construtivos, alvenaria estrutural e estrutura em concreto armado no caso do empreendimento Piazza Maggiore**. Curitiba, 2011. Universidade Federal do Paraná.