



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE TEÓFILO OTONI
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

DIEGO ALVES MARTINS
LARISSA DE AQUINO ARRUDA

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ENTRE OS MÉTODOS CONSTRUTIVOS:
ALVENARIA ESTRUTURAL x ALVENARIA CONVENCIONAL, EM UMA
EDIFICAÇÃO POPULAR.**

TEÓFILO OTONI - MG

2019

**DIEGO ALVES MARTINS
LARISSA DE AQUINO ARRUDA**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ENTRE OS MÉTODOS CONSTRUTIVOS:
ALVENARIA ESTRUTURAL x ALVENARIA CONVENCIONAL, EM UMA
EDIFICAÇÃO POPULAR.**

Artigo científico apresentado à Faculdade
Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni,
como requisito parcial conclusão do curso de
Engenharia Civil.

Orientador: Msc. Rodrigo Silva Colares

TEÓFILO OTONI - MG

2019

DIEGO ALVES MARTINS
LARISSA DE AQUINO ARRUDA

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ENTRE OS MÉTODOS CONSTRUTIVOS:
ALVENARIA ESTRUTURAL x ALVENARIA CONVENCIONAL, EM UMA
EDIFICAÇÃO POPULAR.**

Artigo científico apresentado à Faculdade Presidente
Antônio Carlos de Teófilo Otoni, como requisito
para conclusão do curso de Engenharia Civil.

Aprovado em --/--/----

BANCA EXAMINADORA

Rodrigo Silva Colares

Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Igraine Gonçalves Luar

Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Igor Mendes Pereira

Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

ANÁLISE DE VIABILIDADE ENTRE OS MÉTODOS CONSTRUTIVOS: ALVENARIA ESTRUTURAL x ALVENARIA CONVENCIONAL, EM UMA EDIFICAÇÃO POPULAR.

Diego Alves Martins ¹
Larissa de Aquino Arruda ²
Rodrigo Silva Colares ³

Resumo

O presente trabalho compara dois dos mais utilizados sistemas construtivos da atualidade, a alvenaria convencional em concreto armado e a alvenaria estrutural, definindo cada tipologia, apresentando algumas de suas características e confrontando os custos de ambos os sistemas para uma edificação específica padrão popular de 48,30 m². Para a sua elaboração, o trabalho baseou-se em fontes descritivas, livros e artigos da área estudada, além da análise orçamentária, comparando o custo para uma construção pelo método convencional em concreto armado e pelo método de alvenaria com blocos estruturais, possibilitando a elaboração de planilhas de quantificação e preços dos serviços necessários. Para a precificação, foi utilizado como base a tabela SINAPI/MG, com referência em setembro de 2019. A alvenaria estrutural se mostrou uma melhor alternativa nesse estudo, ocasionando uma redução de 17,72% em relação ao sistema convencional, além do ganho de produtividade e, conseqüentemente, a redução do tempo de execução.

Palavras-chave: Alvenaria Convencional, Alvenaria Estrutural, Custo, SINAPI.

Abstract

The present work compares two of the most commonly used building systems today, conventional reinforced concrete masonry and structural masonry, defining each typology, presenting some of its characteristics and comparing the costs of both systems for a specific popular standard building of 48, 30 m². For its elaboration, the work was based on descriptive sources, books and articles of the studied area, besides the budget analysis, comparing the cost for a construction by the conventional method in reinforced concrete and the masonry method with structural blocks, allowing the elaboration quantification spreadsheets and pricing of services needed. For pricing, the SINAPI / MG table was used as a basis, with reference in September 2019. Structural masonry proved to be a better alternative in this study, causing a reduction of 17.72% in relation to the conventional system, besides the gain of productivity and, consequently, reduced execution time.

Keywords: Conventional Masonry, Structural Masonry, Cost, SINAPI

¹ Diego Alves Martins, acadêmico do 10º período do curso de Engenharia Civil, da Faculdade Presidente Antônio Carlos – Teófilo Otoni. E-mail: diegoas13@gmail.com

² Larissa de Aquino Arruda, acadêmica do 10º período do curso de Engenharia Civil, da Faculdade Presidente Antônio Carlos – Teófilo Otoni. E-mail: laraaquino1526@hotmail.com

³ Rodrigo Silva Colares, Engenheiro Civil, Mestre em Tecnologia, Ambiente e Sociedade, Professor no curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos – Teófilo Otoni. E-mail: rscolares2@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, a construção civil vem se modificando para atender a sociedade que necessita de avanços progressivos, tendo como finalidade aperfeiçoar as técnicas construtivas objetivando sobretudo uma maior eficiência na produção e como resultado o custo reduzido do empreendimento. As pesquisas de como minimizar gastos com as construções tem se intensificado nos últimos anos, devido o momento de incertezas em que economia no Brasil vem passando, sendo a construção civil uma das esferas que mais sofre com a crise econômica.

Devido a necessidade de otimização dos sistemas já existentes, nos remete a comparação de dois dos mais empregados métodos construtivos do Brasil, o mais conhecido e utilizado sistema convencional em concreto armado, e o sistema de alvenaria estrutural.

A estrutura de concreto armado é o método construtivo mais empregado no Brasil para edificações residenciais (BOTELHO et al., 2017). Resultado da junção de lajes, vigas e pilares, dessa maneira todas as cargas são absorvidas por esse conjunto que forma a estrutura. Os panos de alvenaria, nesse caso, não exercem funções estruturais, possuindo apenas o objetivo de vedação e repartição dos ambientes.

Para Franco (2004), a alvenaria estrutural é a metodologia construtiva que se utiliza as paredes como essenciais responsáveis pela estrutura de sustentação da construção. Nesse sistema, a parede exerce uma dupla função: suporte estrutural e vedação. Os blocos utilizados podem ser de concreto ou cerâmicos. Ainda que esse método já esteja bem assimilado no mercado, pela sua evidente agilidade na produção, esse sistema ainda é categorizado como uma nova tecnologia, sendo considerado viável não apenas para obras simples e de baixo porte, mas também para as de grande porte.

Construir requer aprimoramento dos insumos e da mão de obra, de forma que os subsistemas colaborem para a obtenção do resultado, ou seja, produtividade, qualidade, praticidade, agilidade, minimização de desperdícios e, conseqüentemente, redução nos custos finais da obra. A obtenção do resultado de um projeto está diretamente ligada à economia, o que justifica a importância das procuras por técnicas que concedam eficiência e alto desempenho no processo construtivo.

1.1 Objetivo

Este estudo tem como objetivo geral apresentar uma análise de viabilidade entre dois tipos de métodos construtivos estruturais empregados no Brasil: alvenaria convencional em concreto armado e a alvenaria estrutural, e analisar qual é o mais econômico, através do estudo de custos de uma edificação padrão popular, utilizando-se a tabela de precificação do Sistema Nacional de Preços e Índices (SINAPI) de setembro de 2019 para a construção civil, na cidade de Teófilo Otoni. Havendo como objetivo específico a comparação de preços dos serviços, com o mesmo grupo de trabalho, para as duas tipologias referenciadas acima, identificando assim, o custo total que elas retratam na obra, concedendo a comparação desejada. Serão apresentadas também as características de cada um dos métodos, procurando viabilizar a execução do serviço. Por existir itens em comum entre as tipologias citadas, eles deixaram de ser levados em consideração, pois não teriam alteração no custo e não impactariam no orçamento final da obra. Os itens que fazem parte dessa exclusão são: reboco, revestimentos em geral, instalações, laje, cobertura e acabamentos. Em relação ao sistema de alvenaria estrutural, foram analisados os custos da alvenaria com bloco cerâmico estrutural, aço, graute e mão de obra. No sistema de alvenaria convencional em concreto armado foi considerado alvenaria de vedação com bloco cerâmico, formas, aço, concreto e mão de obra.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Estruturas

Atualmente no ramo da construção civil, podemos citar diversos tipos de sistemas construtivos para a execução de uma edificação, entre esses sistemas os que predominam são: alvenaria convencional em concreto armado, alvenaria estrutural, steel frame e paredes pré-moldadas de concreto armado. Mas, o que é uma estrutura e qual a sua finalidade?

As partes mais resistentes de uma construção são as estruturas. São elas que recebem e transmitem os esforços, sendo fundamentais para a preservação da segurança e da solidez de uma edificação. A estrutura é constituída por elementos estruturais, que juntos dão origem aos sistemas estruturais. A função de uma estrutura é receber e transmitir os efeitos das ações sofridas para o solo. Dessa maneira, as estruturas devem ser construídas com materiais rígidos, chamados de materiais estruturais (MASCIA; RODRIGUES; SOUZA, 2008).

Sendo assim, em uma construção a estrutura tem como finalidade certificar a forma espacial desenvolvida garantindo integridade à edificação.

2.2 Alvenaria convencional em concreto armado

No Brasil, o sistema construtivo de alvenaria convencional ou estrutura em concreto armado é bastante comum, devido à proximidade que os edificadores detêm desse procedimento. Segundo Pilotto e Valle (2011) no método construtivo convencional é efetuado um cálculo por profissionais capacitados na área, ocasionando assim em um projeto estrutural. Esse cálculo estabelece, em relação aos carregamentos submetidos à estrutura, as dimensões das vigas, lajes, pilares, como também as armaduras e a composição do concreto que será utilizado. Entretanto, esse cálculo não anula os possíveis riscos que possam ocorrer devido à execução inadequada de estruturas em concreto armado. Além do mais, é completamente importante para o ponto de vista ambiental e econômico o estudo das formas de madeira, visando seu reaproveitamento, redução de resíduos e descarte final correto.

A confecção de uma peça estrutural em concreto armado é obtida através do posicionamento das barras de aço no interior das formas de madeira, antes do lançamento do concreto, onde o mesmo envolve as armaduras (que possui ótima resistência a tração). O resultado dessa combinação é uma peça sólida que resiste aos esforços de tração e compressão (MASCIA; RODRIGUES; SOUZA, 2008).

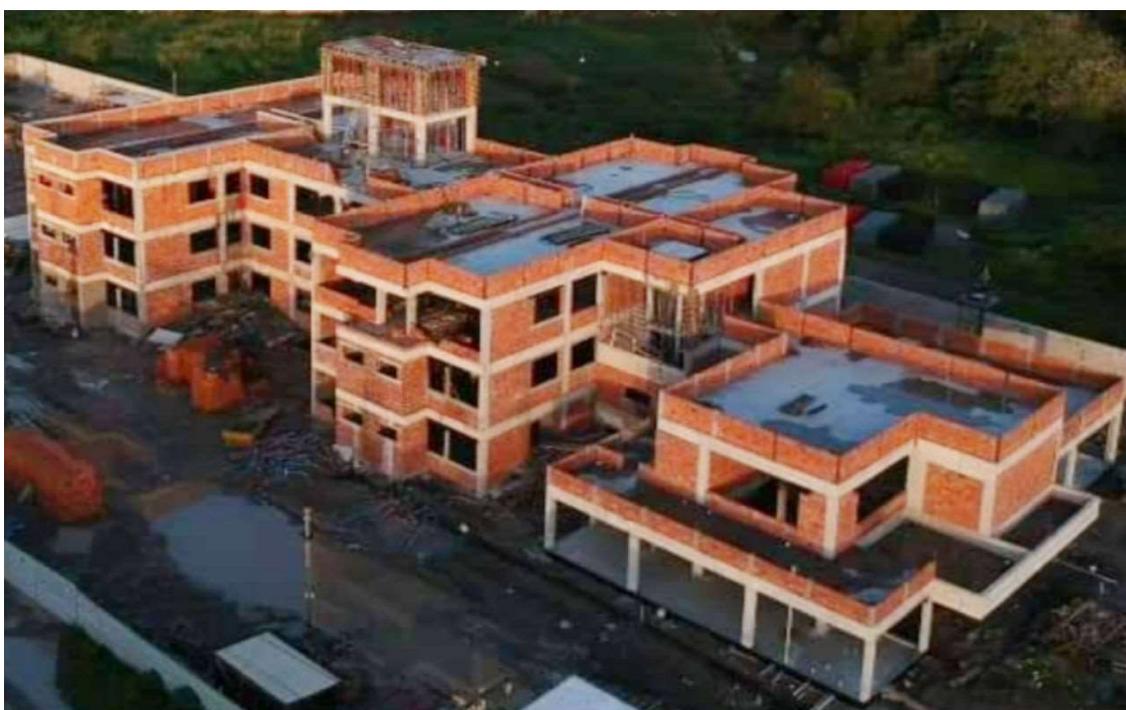
O concreto armado é um processo construtivo inventado na Europa em meados do século XIX. Ele consiste na combinação do concreto – uma pasta feita de agregados miúdos e graúdos, cimento, areia e água, conhecida desde a Antiguidade – com uma peça de aço. A novidade está justamente na reunião da propriedade de resistência a tração do aço com a resistência a compressão do concreto, que permite vencer grandes vãos e alcançar alturas extraordinárias, além disso, o concreto é um material plástico, moldável, ao qual é possível impor os mais variados formatos. Inicialmente empregado apenas em embarcações e tubulações hidráulicas, a partir do fim do século XIX, o concreto armado passa a ser utilizado também nas edificações. Junto com o aço e o vidro, ele constitui o repertório dos chamados “novos materiais” da arquitetura moderna. (BENEVOLO, 1976, p.42).

No sistema convencional, as paredes servem essencialmente para fechamentos e divisão de ambientes, sendo que as cargas são absorvidas pelo conjunto: pilares, vigas e lajes (FERREIRA, 2015)

Por não apresentar funções estruturais, as alvenarias convencionais podem ser facilmente modificadas do seu arquitetônico original, ou seja, as paredes podem ser realocadas conforme as necessidades da residência, inclusive podem ser cortadas para as passagens das instalações elétricas e hidráulicas. Outras vantagens dessa tipologia são as diversas formas geométricas na execução, matéria prima em abundância e alta resistência a esforços dinâmicos (KALIL,2009).

A seguir na figura 1 demonstra a execução do método de alvenaria convencional.

Figura 1: Execução de alvenaria convencional em concreto armado



Fonte: Autoria Própria (2019).

2.3 Alvenaria estrutural

A progressão da construção civil no mercado, despertou e incentivou a procura por inovações da atualidade que apresentassem um menor custo no sistema construtivo. Na disputa entre as empresas, se sobressai as que conseguem proporcionar serviços com celeridade, segurança e uma maior economia.

A utilização dos blocos compostos mediante a variados materiais, como argila e pedra por exemplo, assegurou a construção de obras que permaneceram por anos e possuem grande destaque histórico.

Desde o século XIX, a alvenaria estrutural passa a ser utilizada de modo mais abrangente na Europa, passando o bloco estrutural a ter relevância, já que transferia para si todo o processamento de industrialização da época. Nesse período, transcorreu-se o início da padronização no processo de produção, concedendo o tijolo a sua configuração quadrada, e passando a termos uma unificação de formas e tamanhos, até a normalização com a dimensão do comprimento igual ao dobro da largura (ARGILÉS, 1994)

Atualmente no Brasil, a alvenaria estrutural possui grande aplicação, sendo utilizada estruturalmente ou como vedação, uma vez que o emprego de técnicas que visem tecnologias racionalizadas está sendo aderidas cada vez mais (ACCETTI, 1998).

Ferreira (2010) expressa sobre a situação da alvenaria estrutural não ser analisada apenas pela sua performance particular, mas na sua essência, deve realizar uma compatibilização com os projetos elétricos, hidráulicos e sobretudo com o projeto arquitetônico, uma vez que os blocos não podem ser cortados, ocasionando uma enorme economia para a obra.

Para Kalil (2009) a concepção estrutural pode ser simplificada se algumas questões forem observadas, sendo elas a disposição das paredes resistentes e as lajes. Um projeto arquitetônico em alvenaria estrutural será mais economicamente viável na medida em que for mais repetitivo e tiver paredes nas mesmas direções nos diversos pavimentos, dispensando elementos auxiliares.

A capacidade portante da alvenaria deve ser muito bem definida. Essa definição pode ser obtida através de um laboratório ou apenas estimada, sempre baseada em ensaios já elaborados e de acordo com o tipo de material utilizado. Para se alcançar uma boa alvenaria, é fundamental controlar não apenas a qualidade do tijolo ou bloco, mas também a argamassa utilizada. A execução da alvenaria portante também deve ser monitorada pois a espessura das juntas, o prumo das paredes e sua altura também modificam a sua capacidade resistente (KALIL,2009).

A alvenaria estrutural sempre foi bastante utilizada nas construções de 1 a 5 pavimentos, devido a suas diversas vantagens como economia e flexibilidade. A base estrutural de um projeto em alvenaria se define nos seguintes princípios, a alvenaria suporta pequenas tensões de tração e grandes esforços de compressão, qualquer momento fletor deve ser evitado. e nos locais de aparecimento de tração deve-se prever reforços (MASCIA; RODRIGUES; SOUZA, 2008).

Dessa maneira a alvenaria estrutural é uma técnica racionalizada, devido a sua forma simplificada na execução, facilidade de treinamento dos colaboradores, eliminação de

interferências, economia com formas, redução do tempo de execução da estrutura e o grande potencial de redução de custos.

Na figura 2 é apresentado a execução do sistema de alvenaria estrutural.

Figura 2: Execução de alvenaria estrutural



Fonte: Autoria Própria (2019).

2.3.1 Alvenaria estrutural não armada

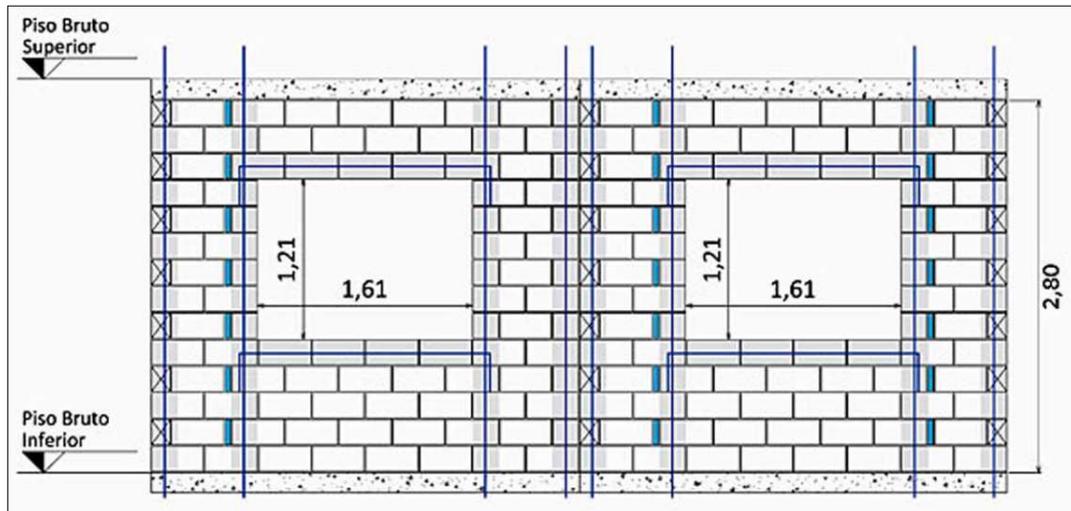
É um sistema construtivo que vem sendo tradicionalmente utilizado em construções de pequeno porte. Esse tipo de alvenaria não recebe o graute e os reforços em aço são colocados apenas nas cintas, vergas e contravergas das portas e janelas com a função de evitar futuras patologias como trincas e fissuras, provenientes da acomodação da estrutura e movimentação da mesma por efeitos térmicos (NESSE; TAUIL, 2010).

2.3.2 Alvenaria estrutural armada

É o tipo de alvenaria estrutural caracterizada por receber fios e barras de aço nos vazios dos blocos estruturais, reforçando alguns pontos passíveis de patologias estruturais,

conforme figura 3. Posterior a isso, os vazios são grauteados (uso de microconcreto de grande fluidez), além do preenchimento de todas as juntas verticais (NESSE; TAUIL, 2010).

Figura 3: Elevação de alvenaria estrutural armada.



Fonte: (NESSE; TAUIL, 2010).

2.3.3 Alvenaria protendida

É a tipologia de alvenaria que é reforçada com uma armadura ativa (pré-tensionada) onde a alvenaria é submetida aos esforços de compressão. Esse tipo é menos utilizado, pois os dispositivos que são necessários para a protensão tem um elevado custo (NESSE; TAUIL, 2010).

3 METODOLOGIA

Para a concepção do presente trabalho, utilizou-se como referência a pesquisa em livros, sites, dissertações e outros artigos congruentes ao conteúdo desenvolvido, juntamente com a tabela de referência de preços e índices da construção civil o SINAPI referente ao mês de setembro de 2019. Além de toda estrutura de pesquisa referenciada, realizou-se um estudo de caso baseado em um modelo real de campo perante a obra da construção de Unidades Habitacionais, para analisar qual dos dois sistemas construtivos melhor se emprega ao projeto, objetivando o custo-benefício mais proficiente entre as duas alternativas.

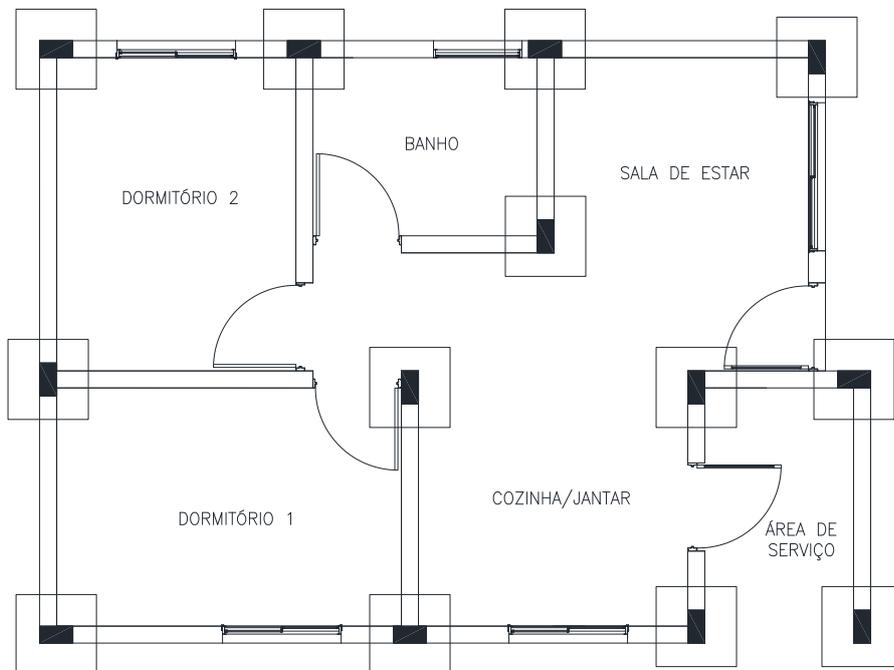
Este trabalho transcorre de uma análise de viabilidade entre a utilização do sistema de alvenaria convencional e alvenaria estrutural. Através dessa identificação, será possível

analisar qual tecnologia mais favorável ao projeto apresentado. Salienta-se que cada projeto possui suas particularidades e cada contexto se ajusta às tipologias dos diferentes materiais e métodos executivos existentes.

Utilizou-se como referência para a análise comparativa entre a alvenaria convencional em concreto armado e a alvenaria estrutural, o projeto da construção habitacional, modelo padrão popular, para execução de 300 unidades. A edificação é constituída de sala, cozinha, dormitórios, banheiro e área de serviço, totalizando 48,30 m², com pé direito de 2,60 m.

No sistema construtivo de alvenaria convencional, dimensionou-se a base como sendo sapatas e vigas baldrames. Tal decisão baseia-se no fato das cargas serem aplicadas, de forma pontal na fundação através dos pilares. Outro fator limitante para o uso desse tipo de fundação foi ocasionado devido às restrições do programa estrutural utilizado para seu dimensionamento, uma vez que o TQS (na versão estudantil) não disponibiliza o recurso desejado para dimensionamento tipo radier. Além da fundação, calculou-se os elementos da superestrutura (pilares e vigas). A figura 4 representa o posicionamento dos elementos citados.

Figura 4: Planta baixa, alvenaria convencional

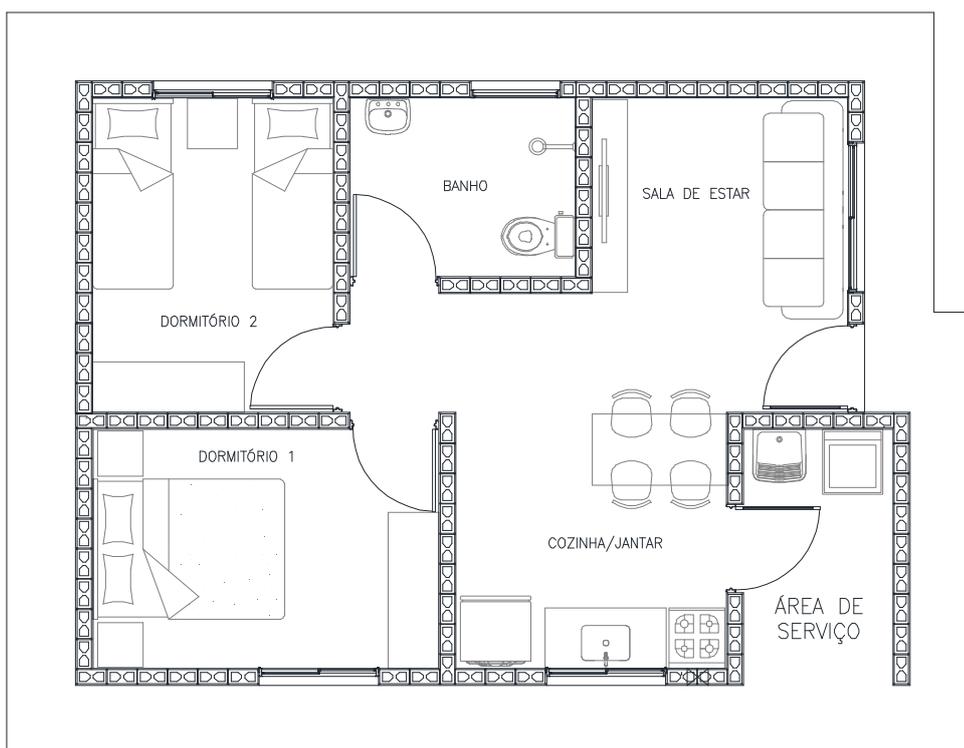


Fonte: Autoria Própria (2019)

Para o sistema de alvenaria estrutural, utilizou-se o projeto padrão para edificação popular, modelo TI22A, disponibilizado pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU), órgão público do estado de São Paulo, responsável por programas habitacionais voltados à população de baixa renda. A referida instituição assemelha-se com a Companhia de Habitação do Estado de Minas Gerais (COHAB Minas), empresa mineira que promove a construção e fiscalização de moradia popular.

O projeto, conforme a Figura 5, apresenta a mesma disposição dos ambientes, diferindo apenas o sistema construtivo. Para tal, executa-se o radier (laje de concreto armada sobre o solo) e posteriormente a alvenaria estrutural armada, recebendo reforço de aço nos pontos críticos, além do grauteamento desses pontos, que consiste na aplicação de concreto fluido, com resistência de $F_{ck} = 15\text{MPa}$, composto por cimento, areia e brita 0 (pedrisco).

Figura 5: Planta baixa, alvenaria estrutural



Fonte: Projeto disponibilizado pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU)

Ao analisar o custo de um serviço, é fundamental a elaboração de uma composição de preço unitário, onde constará o custo dos materiais e o consumo que será utilizado, da mão de obra a ser aplicada e, quando necessário, dos equipamentos. Todo serviço possui uma determinada unidade, sendo este por área (m^2), volume (m^3), peso (kg) dentre outros.

Salienta-se que o estudo se desenvolve sobre a execução da fundação (sapata/baldrame ou radier) e alvenaria até o ponto de laje, uma vez que a partir disso, as demais atividades são iguais para ambos os casos (laje, cobertura, revestimento, esquadrias e acabamentos).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição de preço da alvenaria convencional em concreto armado

De posse do levantamento de serviço, foi retirado da planilha SINAPI os serviços necessários para a montagem da composição da alvenaria convencional, exibida na Tabela 1, levando em consideração os insumos e a mão de obra necessária para a execução do objeto de estudo em questão.

Tabela 1: Composição da alvenaria convencional em concreto armado

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	CUSTO UNITÁRIO	QUANTID.	CUSTO TOTAL
93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_03/2016	M³	R\$ 52,93	7,94	R\$ 420,26
93382	REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA. AF_04/2016	M³	R\$ 21,06	3,02	R\$ 63,60
92264/ 1349	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, E = 14 MM. AF_12/2015	M²	R\$ 82,97	29,74	R\$ 2.467,53
92266/ 1349	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, E = 14 MM. AF_12/2015	M²	R\$ 68,28	34,57	R\$ 2.360,44
96619	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE COROAMENTO OU SAPATAS / VIGAS BALDRAMES, ESPESSURA DE 5 CM. AF_08/2017	M²	R\$ 19,74	12,30	R\$ 242,80
96557/ 1527	CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 25 MPA, COM USO DE BOMBA – LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2017	M³	R\$ 355,67	2,62	R\$ 931,85
92722	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MAIOR QUE 0,25 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	M³	R\$ 348,07	1,42	R\$ 494,26
96558	CONCRETAGEM DE SAPATAS, FCK 25 MPA, COM USO DE BOMBA – LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_11/2016	M³	R\$ 360,76	2,30	R\$ 829,74

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	CUSTO UNITÁRIO	QUANTID.	CUSTO TOTAL
92725/ 1527	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M ² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	M ³	R\$ 391,73	1,96	R\$ 767,79
92775	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 11,41	75,79	R\$ 864,76
92777	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 9,34	66,84	R\$ 624,29
92778	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 7,56	140,79	R\$ 1.064,37
96543	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME E SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	R\$ 11,35	30,23	R\$ 343,11
96545	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	R\$ 9,34	71,27	R\$ 665,66
96546	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM - MONTAGEM. AF_06/2017	KG	R\$ 7,62	78,17	R\$ 595,66
87492	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X39CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M ² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M ²	R\$ 47,39	96,26	R\$ 4.561,76
Custo Total					R\$ 17.297,89

Fonte: Planilha de custos do SINAPI.

4.2 Composição de preço da alvenaria estrutural

A Tabela 2 mostra a composição de preço unitário da alvenaria estrutural, onde os serviços foram extraídos da planilha SINAPI, apresentando os insumos e a mão de obra para a execução do radier e alvenaria.

Tabela 2: Composição da alvenaria estrutural

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	CUSTO UNITÁRIO	QUANTID.	CUSTO TOTAL
93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_03/2016	M ³	R\$ 52,93	4,94	R\$ 261,47
97086	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2017	M ²	R\$ 82,61	3,41	R\$ 281,70
89458	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM, (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M ² , COM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA. AF_12/2014	M ²	R\$ 46,91	98,15	R\$ 4.604,22

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	CUSTO UNITÁRIO	QUANTID.	CUSTO TOTAL
89993	GRAUTEAMENTO VERTICAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_01/2015	M³	R\$ 557,04	1,56	R\$ 868,98
92775	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 11,41	26,52	R\$ 302,59
92776	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 9,84	33,38	R\$ 328,46
92777	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 9,34	62,99	R\$ 588,33
92779	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	R\$ 6,64	5,25	R\$ 34,86
96622	LASTRO COM MATERIAL GRANULAR, APLICAÇÃO EM PISOS OU RADIER, ESPESSURA DE *5 CM*. AF_08/2017	M³	R\$107,14	3,47	R\$371,78
68053/ 43067	FORNECIMENTO/INSTALACAO LONA PLASTICA PRETA, PARA IMPERMEABILIZACAO, ESPESSURA 200 MICRAS.	M²	R\$4,82	91,19	R\$439,63
85662/ 7156	ARMAÇÃO EM TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA, CA-60, Q-196, ESPACAMENTO DA MALHA = 10 X 10 CM	M²	R\$22,67	85,20	R\$1.931,19
85662	ARMACAO EM TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA Q-92, ACO CA-60, 4,2MM, MALHA 15X15CM	M²	R\$12,02	85,20	R\$1.024,10
97094/ 1527	CONCRETAGEM DE RADIER, PISO OU LAJE SOBRE SOLO, FCK 25 MPA, ESPESSURA DE 12 CM - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_09/2017	M³	R\$342,87	9,32	R\$3.195,54
Custo Total					R\$ 14.232,84

Fonte: Planilha de custos do SINAPI

4.3 Análise e Confronto dos Resultados

Com base nas informações retratadas anteriormente, a Tabela 3 exibe o valor total dos serviços para a realização da alvenaria convencional em concreto armado e da alvenaria estrutural.

Tabela 3: Comparativo de custos

ALVENARIA CONVENCIONAL	ALVENARIA ESTRUTURAL	DIFERENÇA DE VALOR	ECONOMIA
R\$ 17.297,89	R\$ 14.232,84	R\$ 3.065,05	17,72%

Fonte: Autoria Própria.

Percebe-se que a alvenaria estrutural apresentou um custo de materiais e mão de obra inferior em relação a alvenaria convencional, sendo a diferença de R\$ 3.065,05 por unidade habitacional, o que totaliza uma diferença de R\$ 919.515,00 no conjunto de 300 casas, o que representa 17,72% de economia.

Avaliando o processo executivo, a alvenaria estrutural apresenta um menor tempo de execução. Pode-se assimilar essa informação considerando o volume reduzido de escavação manual e a exclusão das formas de madeira, utilizadas para moldar o concreto na alvenaria convencional. Além disso, percebe-se um canteiro de obras mais organizado e ganho de produtividade, otimizando assim a mão de obra empregada.

Por fim, destaca-se que para o projeto proposto, a viabilidade econômica se daria utilizando a alvenaria estrutural, ocorrendo uma redução significativa no custo do empreendimento. Porém, não se pode afirmar que o método construtivo de alvenaria estrutural sempre será o mais vantajoso, pois ele se limita aos casos de arquiteturas menos complexas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho em pauta apresentou um estudo de caso objetivando uma análise comparativa entre a utilização da alvenaria convencional em concreto armado e alvenaria estrutural para a obra de construção de um Conjunto Habitacional na cidade de Teófilo Otoni, demonstrando a relevância da exploração de dados financeiros para um estabelecido projeto. Para buscar a viabilidade e o resultado, é fundamental o aprofundamento nas novas tecnologias e técnicas construtivas que o mercado oferece.

No custo final, pôde-se perceber que o valor total da alvenaria estrutural apresentou um custo benefício melhor, representando uma economia de 17,72% para a execução das 300 unidades, apesar de ser necessário uma equipe com mão de obra especializada, nada impede que um treinamento seja dado, uma vez que o cenário em questão vislumbra o método mais econômico, sendo a alternativa mais indicada para o projeto proposto. A alvenaria convencional não se apresentou viável, apesar de tratar-se de um método muito usual atualmente, uma vez que o valor se mostra mais elevado quando comparado a alvenaria estrutural.

Visando o mercado de trabalho e o emprego de novas metodologias executivas, ressalta-se a importância do estudo contínuo e atualizado pelos profissionais existentes, sempre buscando viabilizar seus trabalhos apresentando um produto inovador e de baixo

custo para seus clientes. Neste mercado aquecido, destaca-se aqueles que buscam empregar novos métodos, reduzindo os custos e otimizando a produção.

O estudo nos demonstra uma instrução para a escolha da execução de fundações e superestrutura em edificações de padrão popular, salientando a necessidade do estudo analítico de cada projeto, pois cada um é singular e possui particularidades que irão influenciar de maneiras significativas na escolha dos métodos construtivos a serem empregados.

REFERÊNCIAS

ACCETTI, Kristiane Mattar. Contribuições ao projeto estrutural de edifícios em alvenaria. **São Carlos**, 1998.

ARGILÉS, J. Nineteenth century brick architecture: rationality and modernity. In: Proceeding OF INTERNATIONAL BRICK AND BLOCK MASONRY CONFERENCE, 10, 1994, Calgary - Canada. Anais... Calgary: 1994, Vol 2.

BENEVOLO, Leonardo. História da Arquitetura Moderna. São Paulo, Perspectiva, 1976. Acesso em 14/09/2019.

BOTELHO, Paula Monalisa Silva et al. ESTUDO COMPARATIVO DO CUSTO BENEFÍCIO ENTRE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO E ALVENARIA ESTRUTURAL EM OBRAS DA CIDADE DE VITÓRIA DA CONQUISTA: um estudo de caso. **Ciência & Desenvolvimento-Revista Eletrônica da FAINOR**, v. 10, n. 1, 2017.

Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU). Disponível em <http://www.cdhu.sp.gov.br/web/guest/institucional/quem-somos>. Acesso em 19/10/2019.

Companhia de Habitação do Estado de Minas Gerais (COHAB Minas). Disponível em <http://www.cohab.mg.gov.br/cohab/historia/>. Acesso em 19/10/2019.

FERREIRA, R. C. L. Desempenho de vedações verticais em Light Steel Framing: estudo comparativo com o sistema de alvenaria de blocos cerâmicos. 2015. 74 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FRANCO, Luiz Sérgio. Alvenaria estrutural. **A Pesquisa na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, 1999.

KALIL, Silvia Maria Baptista; LEGGERINI, M. R.; BONACHESKI, V. Alvenaria Estrutural. 2009. **Apostila de Estruturas Mistas–Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre**, 2009.

PILOTTO, Gisah Abramovici; VALLE, Thompson Ricardo do. Comparativo de custos de sistemas construtivos, alvenaria estrutural e estrutura em concreto armado no caso do Empreendimento Piazza Maggiore. 2011.

SILVA JUNIOR, Lourival Tibúrcio da; ZONTA, Thiago Rafael; MARÇAL, Rafael. ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DE SISTEMAS ESTRUTURAIS: ALVENARIA ESTRUTURAL E ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO. 2018

Sistema Nacional de Preços e Índices, SINAPI. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/site/páginas/downloads.aspx>. Acesso 19 de outubro de 2019.

SOUZA, MFSM DE; RODRIGUES, Rafael Bezerra; MASCIA, Nilson Tadeu. Sistemas estruturais de edificações e exemplos. **Orientador Dr. Nilson Tadeu Mascia. São Paulo**, 2008.

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