

COMPARATIVE STUDY BETWEEN REINFORCED CONCRETE AND STRUCTURAL MASONRY FOR LOW-STANDARD RESIDENTIAL BUILDINGS IN THE STATE OF GOIÁS

Oliveira, I.A.M.¹; Zart, A.²

Graduandos, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

Soares, M. M. P.³

Professor Me., Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

¹iara.mourah@gmail.com; ²andersonzart@gmail.com; ³murilomeiron@gmail.com

RESUMO: A escolha da concepção estrutural de uma edificação é um aspecto crucial para garantir o desempenho aliado a um baixo custo na execução entre duas das principais tecnologias construtivas do mercado brasileiro, o concreto armado e a alvenaria estrutural. Na revisão bibliográfica, foram identificadas as diferenças entre as tecnologias, com destaque para os custos de execução. Os quantitativos foram realizados levando em consideração o lançamento no software TQS Alvest e informações publicadas pelo Sinduscon-GO. Para o orçamento foram considerados os valores médios dos produtos, orçados em três empresas localizadas na região metropolitana de Goiânia – GO. Por fim, os resultados apontaram que o custo da construção em alvenaria estrutural é inferior ao do concreto armado. Conclui-se que a alvenaria estrutural é uma opção vantajosa em termos financeiros e de agilidade na construção.

Palavras-chaves: concepção estrutural, construção, racionalização, orçamento.

ABSTRACT: The choice of the structural design of a building is a crucial aspect to ensure performance combined with low cost in execution between two of the main construction technologies in the Brazilian market, reinforced concrete and structural masonry. In the literature review, the differences between the technologies were identified, with emphasis on execution costs. The quantities were calculated taking into account inputting data into the TQS Alvest software and information published by Sinduscon-GO. For the budget, average values of products were considered, estimated from three companies located in the metropolitan region of Goiânia – GO. Ultimately, the results indicated that the cost of construction using structural masonry is lower than that of reinforced concrete. It is concluded that structural masonry is an advantageous option in terms of financial aspects and construction efficiency.

Keywords: structural design, construction, rationalization, budget.

Área de Concentração: 02 – Estruturas

1 INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural constitui-se de um processo construtivo, no qual as paredes têm função estrutural, ou seja, são autoportantes. Dessa maneira, fica

encarregada da transmissão das cargas até a fundação. Diferentemente da alvenaria convencional, na qual aquela é utilizada como elemento de vedação. Na alvenaria estrutural, a resistência depende basicamente das unidades de alvenaria argamassadas, que podem ser compostas por: blocos de concreto, blocos cerâmicos

ou, ainda, de tijolos cerâmicos maciços, todos com grande capacidade resistente à compressão, entre outras propriedades. Essas unidades devem agir como uma combinação íntegra para resistir aos esforços de compressão e, de acordo com a conveniência do projeto, podem ser usadas barras de aço. Estas se ligam à alvenaria por meio de grauteamento, para resistir aos esforços de tração e propiciar maior homogeneidade ao conjunto monolítico, conforme citado por NETO, PELUSO e CARVALHO (2015).

Segundo Camacho (2006), a alvenaria estrutural é um método construtivo que pode proporcionar redução de custos de até 30% devido a simplificação das técnicas de execução, a menor diversidade de materiais empregados e a redução da quantidade de mão de obra especializada, além da maior rapidez na execução que permite *payback* do capital aplicado nos empreendimentos em um prazo menor. Apesar de tantas vantagens, tem como desvantagem a limitação do projeto arquitetônico, que exige um projeto muito bem pensado e não permite alterações e adaptações posteriores.

De acordo com Ramos e Noia (2016), o fato de a moradia ser uma necessidade básica de todo ser humano faz de cada família uma demandante em potencial do bem habitação, no entanto configura-se como um bem muito caro, de modo que depende de incentivos de financiamento de longo prazo aos demandantes finais.

Com base no relatório sobre o Déficit Habitacional no Brasil de 2016 a 2019, publicado pela FJP (2021), considerando os componentes conhecidos como habitação precária, coabitação e ônus excessivo, estima-se que tenha havido uma média de cerca de 5,9 milhões de habitações em déficit em todo o território nacional.

Segundo Filho (2016), no Brasil, há uma crescente demanda por projetos de edifícios em alvenaria estrutural, pois gera uma gama de vantagens, entre elas: redução de área de fôrmas; redução do consumo de aço; diminuição da espessura de argamassa de revestimento, ou até a ausência desta em ambientes internos; possibilidade de pré-fabricação de componentes estruturais, que é o caso dos pré-moldados; limpeza e racionalização do canteiro de obras; redução dos desperdícios e diminuição dos procedimentos em obra, principalmente com o emprego da alvenaria não armada.

De acordo com Meseguer (1983, apud Santos,1998), “A indústria da construção civil se destaca como uma das mais importantes em todos os países, pois a mesma contribui no Produto Interno Bruto (PIB) com cerca de 6 a 12% do total mundial e ainda emprega cerca de 10% da população economicamente ativa”.

De acordo com Santos (1998) outra característica marcante da indústria da construção civil no Brasil é o desperdício de insumos considerando o volume de entulho retirado além do que é incorporado no próprio processo construtivo, em função da necessidade de correções de problemas de níveis, prumos, entre outros, o que o torna um setor altamente degradante devido a sua importância e magnitude.

Como objetivo desse trabalho, foi realizado um estudo de caso comparando a execução de um projeto de casas populares em estrutura convencional com concreto moldado *in loco* e em alvenaria estrutural em blocos de concreto para ser comparada a viabilidade e buscar compreender até que ponto a alvenaria estrutural é mais vantajosa do que a estrutura em concreto convencional para o porte do empreendimento analisado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

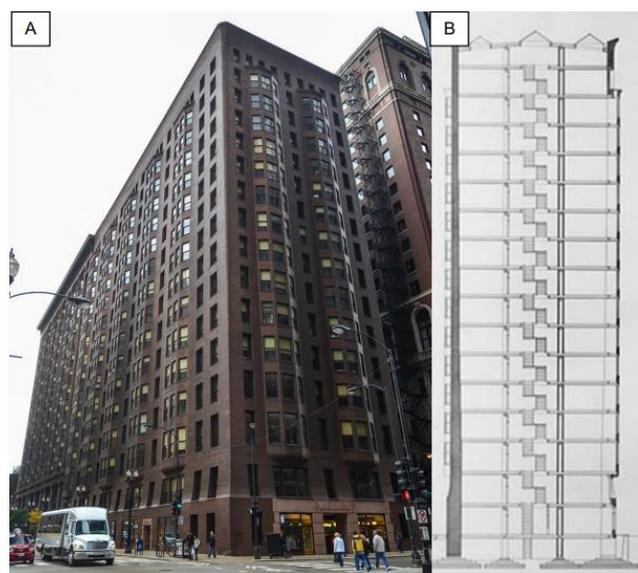
2.1 Histórico da Alvenaria Estrutural

A alvenaria é utilizada desde a antiguidade, sendo que até o início do século XX foram executadas de forma empírica, o que resultava em estruturas mais robustas quando comparadas com as utilizadas atualmente. Com a evolução das tecnologias construtivas e desenvolvimento de novos materiais passaram a ser utilizados para se executar estruturas autoportantes. Em 1950, Paul Haller dimensionou e construiu na Suíça um edifício com 13 pavimentos e 42 m de altura, em alvenaria não armada. As paredes internas possuíam 15 cm de espessura e as externas 37,5 cm.

Segundo Ramalho e Corrêa (2008), o Edifício *Monadnock Building*, mostrado na figura 1, foi construído em Chicago de 1889 a 1891 e tornou-se um símbolo clássico da moderna alvenaria estrutural. Com seus 16 pavimentos e 65 m de altura, foi considerado uma obra ousada, como se explorasse os limites dimensionais possíveis para edifícios de alvenaria estrutural. Entretanto, por causa dos métodos empíricos de dimensionamento empregados até então, as paredes na base têm 1,80 m de espessura. Acredita-se que se fosse dimensionado pelos procedimentos utilizados atualmente, com os mesmos materiais, essa espessura seria inferior a 30 cm.

Figura 1: Edifício *Monadnock Building*

A – Fachada; B – Corte Transversal



Fonte: REIS/2010

Segundo Sampaio (2010), no Brasil os primeiros edifícios foram construídos em 1966, no Condomínio Central Parque Lapa em São Paulo, com apenas quatro pavimentos, e em 1972 no mesmo condomínio foram construídos mais quatro blocos com 12 pavimentos feitos em alvenaria estrutural armada, mostrado na figura 2.

Figura 2: Primeira e segunda etapa do Condomínio Central Parque Lapa, localizado no município de São Paulo–SP.



Fonte: SAMPAIO/2010

Estima-se que entre 1964 e 1966 tenha sido executado no Brasil mais de 2 milhões de unidades habitacionais em alvenaria estrutural, sendo que a alvenaria não armada foi inaugurada no Brasil no ano de 1977, com a

construção em São Paulo de um edifício de 9 pavimentos em blocos sílico-calcário, conforme citado por FILHO (2016).

2.2 Conceitos

De acordo com a NBR 16868-1 (2020) temos os seguintes conceitos:

2.2.1 Bloco: É um componente básico da alvenaria que pode ser vazado, perfurado ou maciço e é unido por juntas de argamassa, formando paredes estruturais ou não estruturais.

2.2.2 Graute: É um material cimentício fluido, utilizado para o preenchimento de espaços vazios na alvenaria, com a finalidade de aumentar a capacidade resistente da estrutura.

2.2.3 Junta de argamassa: É o componente utilizado na ligação dos blocos ou tijolos.

2.2.4 Parede estrutural: É toda parede admitida como participante da estrutura, que não tem apenas função de vedação, mas sim de transmissão de cargas pela estrutura.

2.2.5 Parede não estrutural: É toda parede que não é admitida como participante da estrutura, que tem função apenas de vedar a estrutura.

2.3 Classificações

Segundo Camacho (2006), a alvenaria estrutural pode ser classificada em:

2.3.1 Alvenaria estrutural armada: É o processo construtivo que exige uma armadura passiva de aço, dispostas nas cavidades dos blocos, que posteriormente são preenchidos com graute.

2.3.2 Alvenaria estrutural não armada: É o processo construtivo que não exige armadura de aço, com

finalidades que não construtivas que previnam problemas patológicos.

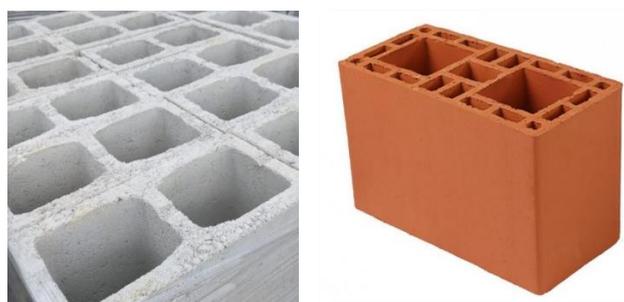
2.3.3 Alvenaria estrutural parcialmente armada: É o processo construtivo em que alguns elementos resistentes são projetados como armados e outros como não armados, o que de acordo com Camacho (2006) de modo geral é aplicado somente no Brasil.

2.3.4 Alvenaria estrutural protendida: É o processo construtivo que exige uma armadura ativa de aço contida na estrutura.

2.4 O material

Segundo Sampaio (2010), a alvenaria estrutural é composta basicamente por unidades, blocos ou tijolos como os apresentados nas imagens na figura 4 e 5, sendo esses os principais responsáveis pela característica de resistência e a base da coordenação modular dos projetos de alvenaria estrutural, pode ser denominada de acordo com o material de sua fabricação, como unidades de concreto, unidades cerâmicas entre outros materiais. A alvenaria estrutural também utiliza de argamassa estrutural e, eventualmente, graute e armadura para reforço da estrutura.

Figura 3– Blocos de concreto e Blocos de cerâmica.



Fonte: SAMPAIO/2010

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização do empreendimento objeto do estudo

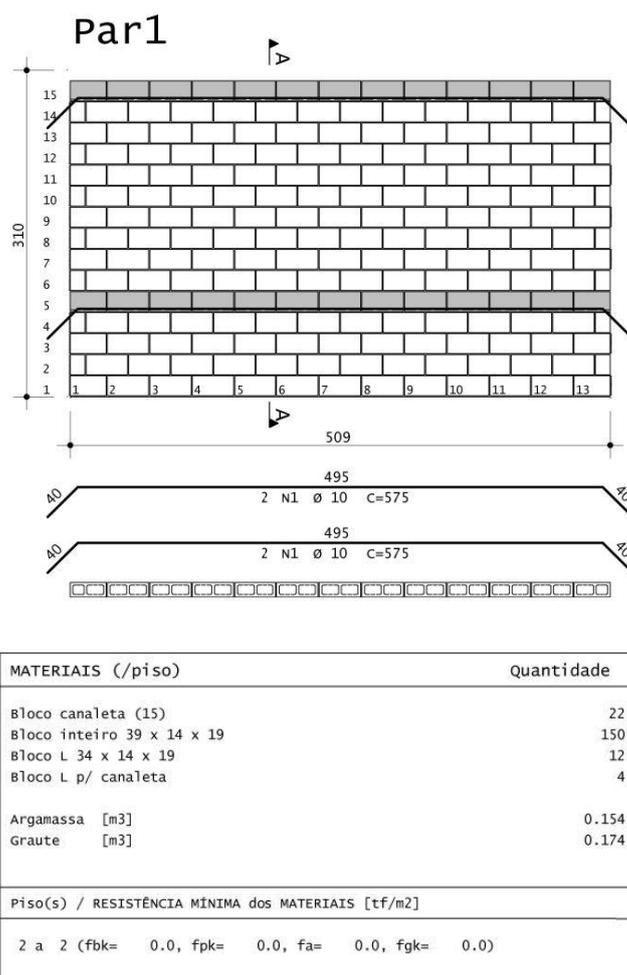
O projeto estudado, localizado na cidade de Rio Verde – GO, inicialmente planejado para ser executado em concreto armado convencional e alvenaria de vedação, é composto por duas casas térreas com 65,33 m² de área construída composta por dois quartos, sendo uma suíte, um banheiro social, cozinha, sala, lavanderia, uma garagem descoberta e uma área no fundo. A planta baixa das residências é mostrada no anexo A e a planta de cobertura é mostrada no anexo B. Para efeitos de comparação, analisaremos apenas o item de maior peso no orçamento da obra: a estrutura das residências em ambos os sistemas construtivos.

3.2 Utilização de ferramenta computacional

Segundo Kimura (2018) os primeiros programas de cálculo de estrutura de concreto reproduziam, de maneira automática, os modelos simples de análise das estruturas. Hoje temos à nossa disposição programas muito mais complexos e completos que permitem análises mais realistas do comportamento estrutural, e o subsequente detalhamento e desenho das armaduras.

A fim de obter quantitativos mais precisos, os autores optaram pelo lançamento no software TQS Alvest, que possibilitou após ajustes do projeto arquitetônico, a extração dos resultados apresentados nas tabelas 2 a 8 assim como as figuras 6 a seguir:

Figura 4 – Elevação da Parede 01 e quantitativos de Blocos, Graute e Argamassa – TQS Alvest



Fonte: dos autores, 2023.

3.3 Orçamento para estrutura convencional e alvenaria estrutural

O orçamento inicial foi elaborado considerando o Custo Unitário Básico de Construção (CUB) do Sinduscon, Goiás de dezembro de 2021, com data de início da obra, conforme apresentado na tabela 1 (anexo C).

O dimensionamento da alvenaria estrutural em blocos de concreto foi realizado utilizando o *software TQS Alvest*, versão educacional e segue a planta de distribuição das paredes, disponível no Anexo D.

Após um processamento preliminar, a quantidade necessária de blocos, canaletas graute e argamassa são apresentados na Tabela 2, juntamente com os respectivos valores de mercado fornecidos por

empresas localizadas na capital Goiânia e em Aparecida de Goiânia – GO.

Tabela 2 – Primeiro quantitativo e orçamento da alvenaria estrutural

Descrição	Qtd.	Valor Unit.	Valor
Bloco Inteiro 39x14x19	2430	R\$ 3,90	R\$ 10.424,70
1/2 Bloco 19x14x19	135	R\$ 2,73	R\$ 368,55
Bloco T 54x14x19	45	R\$ 6,63	R\$ 298,35
Bloco L 34x14x19	495	R\$ 3,78	R\$ 1871,10
Bloco Cortado (15)	540	R\$ 2,70	R\$ 1458,00
Bloco L p/ Canaleta	90	R\$ 4,16	R\$ 374,40
Bloco 1/2 Canaleta (15)	18	R\$ 3,00	R\$ 54,00
Bloco Canaleta (15)	1350	R\$ 2,70	R\$ 3645,00
Graute	3,774	R\$ 590,00	R\$ 2226,66
Argamassa	2,985	R\$ 530,00	R\$ 1582,05
Total			R\$ 22.302,81

Fonte: dos autores, 2023.

3.4 Ajustes do projeto

De acordo com Machado (1999) e **SILVA (1991)**, a implantação tecnológica e a definição do sistema construtivo, devem ser realizadas na fase de projeto pois a concepção do produto determina o "potencial de racionalização" do sistema que por sua vez viabiliza as vantagens que o sistema proporciona.

A análise inicial foi feita com o projeto arquitetônico elaborado para ser executado no sistema convencional de concreto armado e após a primeira análise, foram feitos ajustes nas dimensões dos ambientes do projeto, tendo como objetivo racionalizar ainda mais o empreendimento estudado.

O redimensionamento do projeto de arquitetura foi realizado utilizando dimensões dos ambientes internos de forma modular levando em consideração as medidas dos blocos adotados, evitando uma quantidade excessiva de recortes e preenchimento com peças complementares.

O dimensionamento adequado do projeto, levando em consideração o método construtivo correto, é de extrema importância pois pode trazer uma grande economia de elementos complementares na alvenaria estrutural e não necessariamente causa grandes modificações nas medidas lineares e de área. No projeto estudado a diferença causada pelo redimensionamento foi um aumento de 1,23 m² de alvenaria 0,2 m² na área construída, o que resultou no quantitativo e orçamento apresentado na tabela 3 a seguir:

Tabela 3– Quantitativo e orçamento da alvenaria estrutural– projeto racionalizado

Descrição	Qtd.	Valor Unit.	Valor
Bloco Inteiro 39x14x19	2242	R\$ 3,90	R\$ 8.743,80
1/2 Bloco 19x14x19	130	R\$ 2,73	R\$ 354,90
Bloco T 54x14x19	46	R\$ 6,63	R\$ 304,98
Bloco L 34x14x19	794	R\$ 3,78	R\$ 3.001,32
Bloco Cortado (15)	156	R\$ 2,70	R\$ 421,20
Bloco L p/ Canaleta	140	R\$ 4,16	R\$ 582,40
Bloco 1/2 Canaleta (15)	25	R\$ 3,00	R\$ 75,00
Bloco Canaleta (15)	449	R\$ 2,70	R\$ 1.212,30
Graute	3,2	R\$ 590,00	R\$ 1.886,82
Argamassa	2,28	R\$ 530,00	R\$ 1.210,52
Total			R\$ 17.793,24

Fonte: dos autores, 2023.

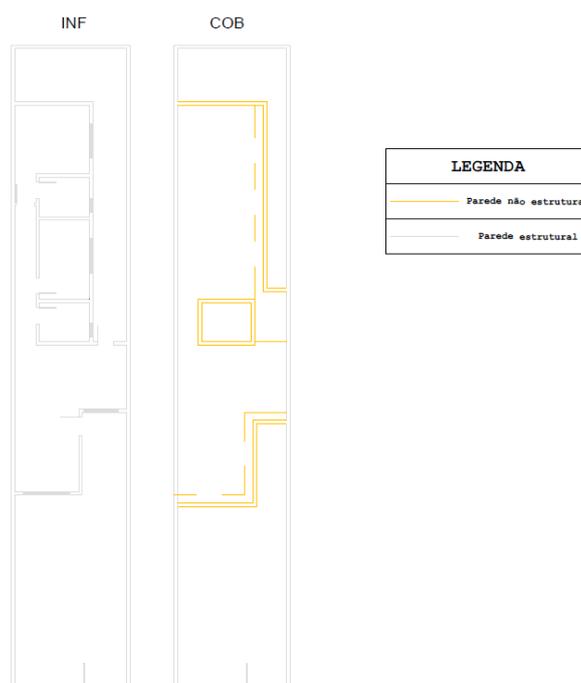
O redimensionamento do projeto levando em consideração o método construtivo, objeto desse estudo, possibilitou uma economia de 1.364 blocos com diferentes medidas, 0,576m³ de graute e 0,70m³ de argamassa, diminuindo o orçamento inicial em R\$ **4.509,57** reais.

3.5 Custos do projeto de alvenaria estrutural

Após o ajuste no projeto e com os devidos quantitativos de blocos estruturais apresentados no tópico 3.4, a próxima etapa passa a ser o quantitativo dos demais materiais necessários para um comparativo estrutural mais abrangente, como por exemplo os blocos de vedação e o aço a ser utilizado nas cintas de amarração, vergas e contravergas, quantitativos esses também extraídos com o auxílio do *Software TQS Alvest*. É importante informar que este estudo não contemplará a análise do elemento estrutural denominado "laje", pois sua inclusão não terá impacto nos valores comparativos, uma vez que esse elemento é idêntico nos dois projetos em análise.

Os blocos de concreto de vedação são necessários para a diminuição de custos em locais onde as alvenarias não necessitam de resistência estrutural. Sendo que nesse projeto eles serão aplicados na platibanda e no reservatório de água, e estão destacados na figura 5 a seguir:

Figura 5 – Projeção dos pavimentos identificando o que é alvenaria estrutural e alvenaria de vedação



Fonte: dos autores, 2023.

As paredes consideradas não estruturais tiveram como área total 48,91m², resultando no quantitativo e orçamento apresentado na tabela 4.

Tabela 4 - Orçamento de blocos de concreto de vedação

Descrição	Qtd.	Valor Unit.	Valor
Bloco de Vedação 09x19x39	612	R\$ 2,90	R\$ 1.774,80

Fonte: dos autores, 2023.

3.6. Custo Do Projeto Em Concreto Armado.

O orçamento apresentado na tabela 1 no anexo A de estrutura convencional foi elaborado considerando o Custo Unitário Básico de Construção (CUB) do Sinduscon, Goiás de dezembro de 2021. Foi realizado um orçamento mais detalhado levando em consideração os elementos estruturais e de vedação substituídos na concepção em alvenaria estrutural, demonstrado na tabela 5.

Tabela 5 – Orçamento de execução em concreto armado.

Descrição	Qtd.	Valor
Tijolo 8 furos 9x14x19	14.404 Un.	R\$ 0,85
Colunas 10mm (7x20) 6mts	37 Un.	R\$ 84,55
Concreto 25Mpa B0 e B1 Slump 12+-2	8,1 m ³	R\$ 540,00
Argamassa	3,033 m ³	R\$ 530,00
Tabuas (0.25x0.3x3)	26,4 m	R\$ 31,79
Total		R\$ 23.568,17

Fonte: dos autores, 2023.

3.7. Mão de Obra

Para determinar o valor da mão de obra em cada tipo de construção, foi utilizado um percentual fixo extraído da tabela de Custo Unitário Básico (CUB), disponibilizada pelo Sinduscon-GO (Sindicato da Indústria da Construção do Estado de Goiás), referente ao mês de dezembro de 2021, mesmo período em que o orçamento da Tabela 1 foi elaborada. O cálculo foi feito dividindo os valores fornecidos para a mão de obra pelo valor de referência, a fim de obter o percentual de custo da mão de obra em relação ao custo total dos materiais. O resultado está apresentado na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Percentual de custo de mão de obra em relação ao valor referencial

Mês de referência	Mão de Obra	Valor Referencial	Percentual de Custo
Dezembro de 2021	R\$ 945,70	R\$ 2.063,13	45,84%

Fonte: SINDUSCON-GO

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após finalizados os orçamentos e definido o percentual a se considerar para obter o valor da mão de obra, temos na tabela 7 e 8 o orçamento final da execução de uma unidade das residências estudadas em ambos os métodos construtivos analisados.

Tabela 7 – Orçamento de execução da alvenaria estrutural

Valor total dos materiais	Valor da Mão de Obra
R\$ 19.827,26	R\$ 9.088,82
Total	R\$ 28.916,08

Fonte: dos autores, 2023.

Tabela 8 – Orçamento de execução da alvenaria convencional

Valor total dos materiais	Valor da Mão de Obra
R\$ 23.568,17	R\$ 10.803,65
Total	R\$ 34.371,82

Fonte: dos autores, 2023.

Tendo como resultado comparativo dessas duas tabelas uma diferença de R\$ 5.455,74. conforme o gráfico 1 de custos comparados entre os dois métodos construtivos apresentados nesse trabalho.

Gráfico 1 – Relação de custos entre alvenaria convencional e alvenaria estrutural.



Fonte: dos autores, 2023.

5 CONCLUSÃO

Com base nos dados apresentados nas Tabelas 8 e 9, é possível concluir que, no caso em questão, a modificação do projeto originalmente concebido para uma estrutura convencional de concreto armado para a utilização de alvenaria estrutural pode resultar em uma economia de aproximadamente 15,87%, sem considerar a economia no tempo de execução das edificações, o qual pode trazer retornos ainda maiores.

Esses resultados sugerem que a adoção da alvenaria estrutural como sistema construtivo pode ser uma alternativa viável e economicamente vantajosa. Além da redução de custos, essa opção também pode oferecer outras vantagens, como a simplificação do processo construtivo, a redução de desperdícios.

No entanto, é importante ressaltar que cada projeto possui suas particularidades e é necessário realizar uma análise criteriosa para determinar a viabilidade da adoção da alvenaria estrutural em cada caso específico. Aspectos como as características do terreno, a carga estrutural, os requisitos de desempenho e as normas técnicas devem ser considerados na tomada de decisão.

Dessa forma, diante dos resultados promissores apresentados neste estudo, recomenda-se que futuras pesquisas sejam conduzidas para aprofundar a análise comparativa entre os sistemas construtivos, levando em conta não apenas os aspectos econômicos, mas também os aspectos técnicos, ambientais e de desempenho das edificações.

6 AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossos sinceros agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho.

Somos gratos ao Professor Me. Murilo Meiron de P. Soares, nosso orientador, pela orientação dedicada e valiosas contribuições ao longo do processo.

Agradecemos aos membros da banca examinadora, pela dedicação na avaliação e pelos comentários construtivos ao nosso trabalho.

Agradecemos também às nossas famílias e amigos pelo apoio constante durante todo o período de estudo.

Por fim, agradecemos a todos que colaboraram de alguma forma para o desenvolvimento deste trabalho.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16868-1: Alvenaria estrutural: Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro, 90 p. 2020.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº 307**, de 05/07/2002. Dispõe sobre diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

CAMACHO, Jefferson Sidney. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. 2006. 48 p. Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural – NEPAE, Ilha Solteira, 2006.

FILHO, George Luiz Martins Dias. **Análise da viabilidade econômica de uma obra residencial com utilização de alvenaria estrutural**. 2016. 59 p. Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, 2016.

FJP – FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Relatório Déficit Habitacional no Brasil 2016-2019**. Minas Gerais – MG. 173 p. 2021.

KIMURA, Alio. Informática aplicada a estruturas de concreto armado. 2ª Edição. Editora Oficina de Textos, 2018.

MACHADO, S. L. **Síntese de concepção e desenvolvimento de projetos arquitetônicos para alvenaria estrutural**. 1999. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

NETO, A.; PELUSO, E.; CARVALHO, V. **Alvenaria Estrutural: Empreendimento Flora Park II**. 2015. 59 p. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

RAMOS, Jefferson S.; NOIA, Angye C. **A construção de políticas públicas em habitação e o enfrentamento do déficit habitacional no Brasil:**

Uma análise do programa Minha Casa Minha Vida. Editora Unijuí. Ano 14. n. 33. Jan/Mar. 2016.

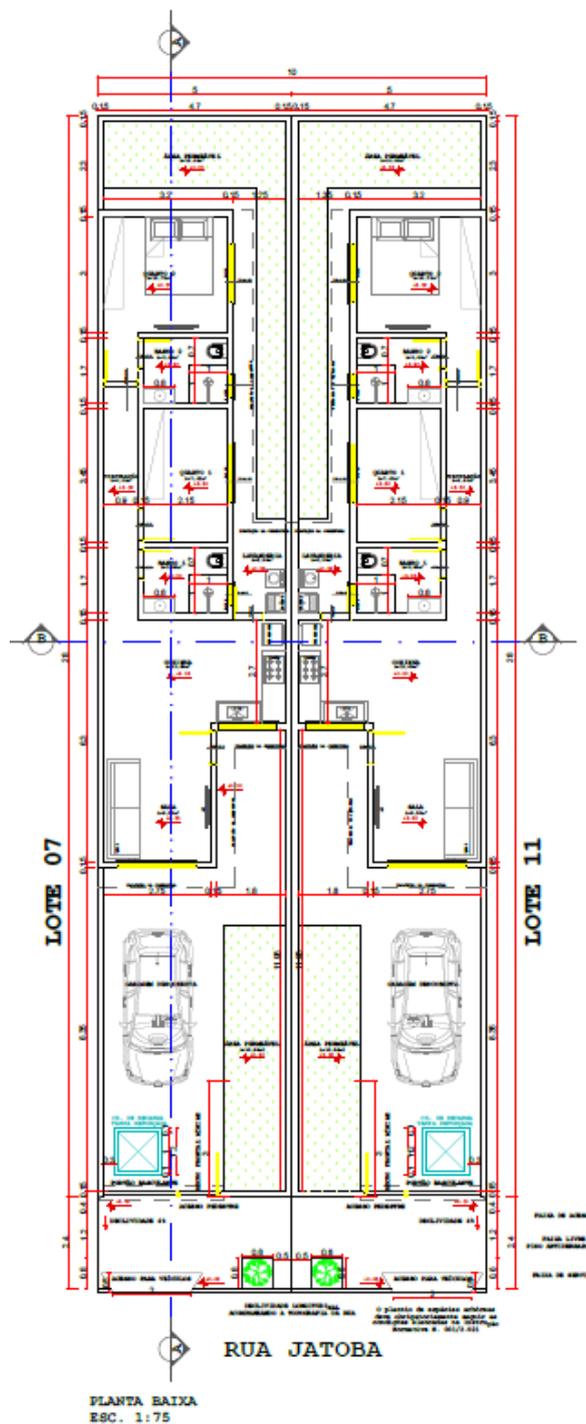
REIS, Waldir Costa. **Alvenaria estrutural com blocos de concreto vazados**. 2016. 85 p. Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2016.

SAMPAIO, Marliane Brito. **Fissuras em edifícios residenciais em alvenaria estrutural**. 2010. 104 p. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade São Paulo, São Carlos, 2010.

SANTOS, Daniel Friederich dos Santos. **Técnicas construtivas em alvenaria estrutural: Contribuição ao uso**. 1998. 157 p. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

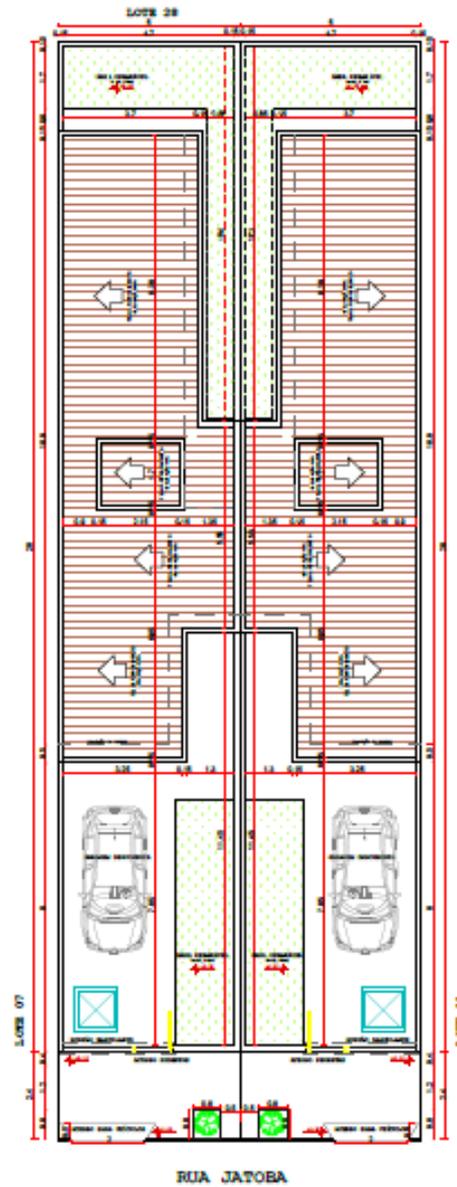
8 ANEXOS

ANEXO A – Planta baixa das edificações do objeto de estudo



Fonte: Eng. Wilson Jose Azevedo

ANEXO B – Planta de cobertura



PLANTA DE COBERTURA
ESC. 1:100

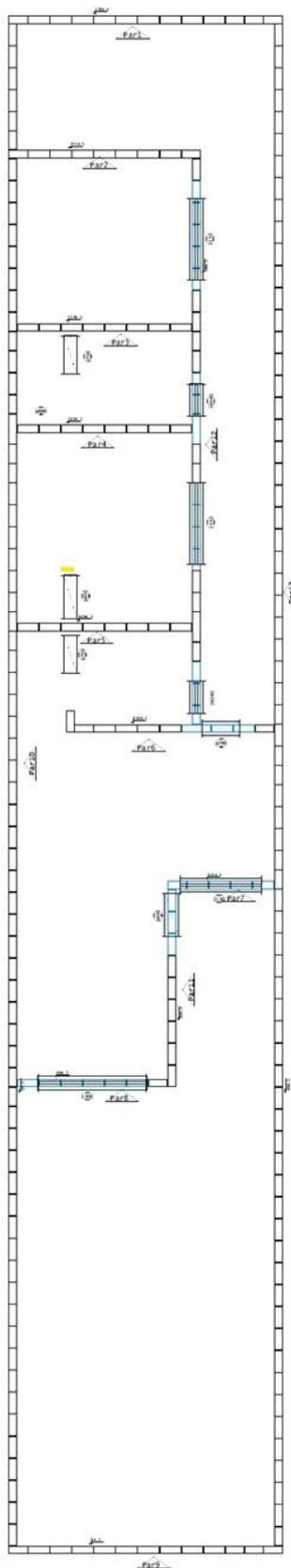
Fonte: Eng. Wilson Jose Azevedo

ANEXO C - Tabela 1 – Orçamento da obra de acordo com o CUB de dezembro de 2021.

Valores de Referência (m²)		Definições Gerais			
Valor Estimado Mão de Obra:	R\$ 787,47	Área da Edificação:	65,33	m²	
Valor Estimado Materiais:	R\$ 887,99	Número de Edificações	2	Unidades	
CUB R-1 Padrão Baixo:	R\$ 1.675,46	Número de Lotes Necessários	1	Lotes	
Fase da Obra	Peso	Materiais (m²)	Mão de Obra (m²)	Materiais (Área Total)	Mão de Obra (Área Total)
Projetos e Aprovações	5,00%	-	R\$ 39,37	-	R\$ 5.144,52
Serviços Preliminares	3,00%	R\$ 26,64	R\$ 23,62	R\$ 3.480,76	R\$ 3.086,71
Fundações	5,00%	R\$ 44,40	R\$ 39,37	R\$ 5.801,26	R\$ 5.144,52
Estrutura	16,00%	R\$ 142,08	R\$ 125,99	R\$ 18.564,04	R\$ 16.462,45
Fechamentos	17,00%	R\$ 150,96	R\$ 133,87	R\$ 19.724,30	R\$ 17.491,36
Cobertura	4,00%	R\$ 35,52	R\$ 31,50	R\$ 4.641,01	R\$ 4.115,61
Instalações Elétricas	8,00%	R\$ 71,04	R\$ 63,00	R\$ 9.282,02	R\$ 8.231,23
Instalações Hidráulicas	10,00%	R\$ 88,80	R\$ 78,75	R\$ 11.602,53	R\$ 10.289,03
Acabamentos	31,00%	R\$ 275,28	R\$ 244,11	R\$ 35.967,83	R\$ 31.896,00
Retoques, Arremates e Limpeza	1,00%	R\$ 8,88	R\$ 7,87	R\$ 1.160,25	R\$ 1.028,90
Total (m²)	100,00%	R\$ 843,59	R\$ 787,47	-	-
Custo Total da Obra por Unidade	100,00%	-	-	R\$ 55.112,00	R\$ 51.445,17
Custo Total da Obra	100,00%	-	-	R\$ 110.224,01	R\$ 102.890,33
				Total :	R\$ 213.114,34

Fonte: Eng. Wilson Jose Azevedo

ANEXO D - Planta de distribuição das paredes



Fonte: AUTORES