



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ANÁPOLIS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA
MOBILIDADE

ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE ALVENARIA
ESTRUTURAL E ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL

Milenna Thainá Teles Neves

ORIENTADOR (A): Prof. Me. Paulo Henrique Menezes Silva

COORIENTADOR (A): Prof. Me. Lucas de Oliveira Zuniga

PUBLICAÇÃO:

ANÁPOLIS

2023

Milenna Thainá Teles Neves

**ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE ALVENARIA
ESTRUTURAL E ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL**

Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil da
Mobilidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Goiás - Campus Anápolis, como requisito parcial
para conclusão de curso.

Orientador (a): Prof. Me. Paulo Henrique Menezes Silva.

Coorientador (a): Prof. Me. Lucas de Oliveira Zuniga

ANÁPOLIS, 2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Neves, Milenna Thainá Teles

N518a Análise comparativa de viabilidade econômica entre alvenaria estrutural e estrutura de concreto armado tradicional. / Milenna Thainá Teles Neves. – Anápolis: IFG, 2023.
51 f. il. color.

Orientador: Prof. Me. Paulo Henrique Menezes Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás: Campus Anápolis – Bacharelado em Engenharia Civil da Mobilidade, 2023.

1. Alvenaria estrutural. 2. concreto armado. 3. sistema construtivo.
I. Silva, Paulo Henrique Menezes (orient.).
II. Zuniga, Lucas de Oliveira (coorient.).
III. Título.

CDD 620



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ANÁPOLIS

ATA Nº 15/2023.1

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

No 29º dia do mês de Junho do ano de dois mil e vinte e três, às 15:00 horas na sala T-601 do IFG Câmpus Anápolis, foi realizada a sessão pública de apresentação e qualificação do Trabalho de Conclusão de Curso da Graduanda **Milenna Thainá Teles Neves** (matrícula 20181060130026) do curso de Engenharia Civil da Mobilidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Goiás (IFG), Câmpus Anápolis. A banca foi composta pelos seguintes membros: Patrícia Azevedo dos Santos, Lucas Araújo Pereira e Paulo Henrique Menezes Silva, sob a presidência do último. O trabalho de conclusão de curso tem como título "**ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL**", da área de Materiais e Estrutura de Concreto, sob orientação do Prof. Paulo Henrique Menezes Silva. Após a apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso, tendo sido o autor arguido pela Banca Examinadora, a nota obtida foi 9,5 (Nove pontos e 5 décimos).

Encerra-se a presente sessão às 16 horas e 00 minutos. Eu, Prof. Paulo Henrique Menezes Silva, dato e assino a presente ata que segue assinada por todos os membros da Banca e pela graduanda.

Prof. Paulo Henrique Menezes Silva

(Assinado eletronicamente)

Profa. Patrícia Azevedo dos Santos,

(Assinado eletronicamente)

Eng. Lucas Araújo Pereira

Milenna Thainá Teles Neves
(Graduanda)

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC – Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor:

Matrícula:

Título do Trabalho:

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

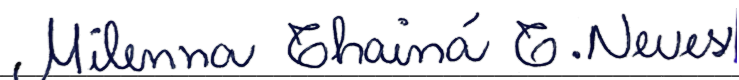
- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Anápolis, 05 de julho de 2023.



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Este trabalho é dedicado aos meus pais,
Márcia Teles Neves e Marcinei Pereira Neves.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, por me dar forças para chegar até aqui. Em segundo, meus familiares por todo o suporte durante esses anos de graduação e em todos os momentos de minha vida.

Aos meus pais, Marcinei e Márcia, por todo carinho e cuidado comigo, pelas inúmeras palavras de incentivo, e por não deixarem de acreditar em mim. Sem vocês nada disso estaria acontecendo, e por vocês concretizo este sonho. Obrigada por todo apoio, dedicação, suporte, inspiração e compreensão. Amo vocês incondicionalmente.

Em memória do meu namorado e melhor amigo Paulo Henrique Amorim Santos, que foi o meu maior incentivador nesse curso, gostaria que estivesse aqui vendo eu concretizando este sonho, mas infelizmente não vai ser assim. Obrigada por sempre ter ficado ao meu lado, este trabalho também é por você.

Aos meus amigos, por estarem comigo em todos os momentos, tornando meus dias melhores e mais fáceis. Vocês foram essenciais durante essa trajetória, e com certeza, não teria chegado até aqui sem vocês. É impossível descrever quão grata sou por tê-los em minha vida. A todos os meus professores que participaram de forma direta e indireta na minha informação, obrigada por auxiliar e transmitir seus.

Ao IFG, por ter me acolhido durante esses anos, e me fornecer suporte em diversas áreas para conclusão da graduação.

Por fim, sou grata de forma indireta a todos que de alguma maneira contribuíram para meu crescimento e elaboração deste trabalho. Muito obrigada!

“O homem comum é exigente com os outros, o homem superior é exigente consigo mesmo.”
(Marco Aurélio)

RESUMO

Com o avanço do mercado imobiliário e o desenvolvimento presente na construção civil do país, é grande a importância de estudos sobre os processos construtivos, a fim de avaliar a forma mais econômica e rápida. Diante disso, o presente trabalho consiste em um comparativo de custo entre os sistemas construtivos de alvenaria estrutural e estruturas de concreto armado convencional e fechamento em alvenaria de vedação, na etapa de fechamento, para uma residência unifamiliar de pequeno a médio porte. Inicialmente, realizou-se um breve estudo bibliográfico sobre os sistemas de construção, mostrando as principais vantagens e desvantagens para cada sistema construtivo. Para realização do comparativo, foi adotado o mesmo projeto, uma edificação residencial unifamiliar, com 103,96 m² de área construída, localizada na cidade de Anápolis/GO, a fim de realizar os orçamentos para cada um dos métodos propostos, utilizando os valores de referência fornecidos pela tabela SINAPI da Caixa Econômica Federal. Analisando os resultados obtidos nesse estudo, foi possível verificar que para a obra em estudo, houve uma diferença significativa entre os dois orçamentos. Para o método convencional com estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação, custo total se mostrou mais oneroso, sendo de R\$49.068,60. Enquanto isso, a alvenaria estrutural foi o método mais econômico dentre os dois analisados neste estudo, com um custo total de R\$39.677,32. Portanto, é importante e necessária a modernização na construção civil, que possui mecanismos para isso, já que existem atualmente diversos sistemas construtivos, que podem ser economicamente viáveis, minimizando desperdícios e ainda melhorando a qualidade das edificações executadas.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural. Concreto armado convencional. Sistema construtivo.

ABSTRACT

With the advancement of the real estate market and the development present in civil engineering in the country, the importance of studies on construction processes is great, in order to evaluate the most economical and quick way. In view of this, the present work consists of a cost comparison between structural masonry construction systems and conventional reinforced concrete structures and sealing masonry enclosure, in the closing stage, for a small to medium-sized single-family residence. Initially, a brief bibliographic study on construction systems was carried out, showing the main advantages and disadvantages for each construction system. To carry out the comparison, the same project was adopted, a single-family residential building, with 103.96 m² of built area, located in the city of Anápolis/GO, in order to carry out the budgets for each of the proposed methods, using the values of reference provided by the SINAPI table of Caixa Economica Federal. Analyzing the results obtained in this study, it was possible to verify that for the work under study, there was a significant difference between the two budgets. For the conventional method with reinforced concrete structure and sealing masonry, the most expensive total cost, being R\$49.068,60. Meanwhile, structural masonry was the most economical method among the two analyzed in this study, with a total cost of R\$39.677,32. Therefore, it is important and necessary to modernize civil engineering, which has mechanisms for this, since there are currently several constructive systems, which can be economically viable, minimizing waste and even improving the quality of the executed buildings.

Key words: Structural masonry. Conventional reinforced concrete. Construction system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Pirâmide de Queops.....	7
Figura 2- Tipos e tamanhos de blocos de concreto.	9
Figura 3- Argamassa de assentamento.	10
Figura 4- Grauteamento das canaletas.....	11
Figura 5- Armadura.	11
Figura 6- Ingalls Building.	14
Figura 7- Elementos da estrutura de concreto.	14
Figura 8- Cimento Portland.	16
Figura 9- Agregado natural	17
Figura10- Agregado artificial	18
Figura 11- Obra da edificação em estudo	24
Figura 12- Composição 87775 (Emboço ou massa única)	25

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

TABELA 1- Armadura para concreto armado com suas bitolas, áreas transversais de aço e massa linear.	19
TABELA 2- Fluxograma do processo de estudo.	22
TABELA 3- Orçamento para método em estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação.	28
TABELA 4- Custo de mão de obra e material separado para estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação.	28 e 29
TABELA 5- Orçamento para método em alvenaria estrutural.	29 e 30
TABELA 6- Custo de mão de obra e material separado para alvenaria estrutural.	30
GRÁFICO 1- Comparativo de custo por m ² para cada sistema construtivo	31
GRÁFICO 2- Comparativo de custo para material e mão de obra entre os dois sistemas construtivos.	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRAILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

CAIXA – CAIXA ECONÔMICA FEDERAL

FCK – RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA DO CONCRETO À COMPRESSÃO

m² - METRO QUADRADO

MPa – MEGA PASCAL

NBR – NORMA BRASILEIRA

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
1.1.	OBJETIVO GERAL	6
1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.3.	JUSTIFICATIVA	6
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1.	ALVENARIA ESTRUTURAL	7
2.1.1.	BREVE HISTÓRICO SOBRE A ALVENARIA ESTRUTURAL	7
2.1.2.	<i>SISTEMA CONSTRUTIVO</i>	8
2.1.3.	TIPOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL	8
2.1.4.	<i>BLOCOS DE CONCRETO</i>	9
2.1.5.	<i>ARGAMASSA</i>	10
2.1.6	<i>GRAUTE</i>	10
2.1.7	<i>ARMADURA</i>	11
2.1.8	VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL	12
2.2	CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL	13
2.2.1	BREVE HISTORICO SOBRE CONCRETO ARMADO	13
2.2.2	<i>SISTEMA CONSTRUTIVO</i>	14
2.2.3	PRINCIPAIS CONSTITUINTES DO CONCRETO ARMADO	16
2.2.4	VANTAGENS E DESVANTAGENS DO CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL.....	19
3.	METODOLOGIA.....	21
3.1	TÉCNICAS DE PESQUISA	22
3.2	OBJETO DE ESTUDO – DESCRIÇÃO DA OBRA.....	23
3.3	LEVANTAMENTO DOS QUANTITATIVOS E VALORES PARA EXECUÇÃO DOS ORÇAMENTOS.....	24
3.4	ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO COM ALVENARIA DE VEDAÇÃO – ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO	25

3.5	ALVENARIA ESTRUTURAL – ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO.....	26
4	RESULTADOS	27
4.1	ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO COM ALVENARIA DE VEDAÇÃO – ORÇAMENTO	27
4.2	ALVENARIA ESTRUTURAL – ORÇAMENTO.....	29
4.3	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	31
5	CONCLUSÃO.....	33
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
	ANEXOS	38

1 INTRODUÇÃO

A construção dos grandes conjuntos habitacionais no Brasil, a partir da segunda metade dos anos setenta e início dos anos oitenta, marca pela primeira vez, além da utilização em massa de sistemas construtivos inovadores, a preocupação em encontrar alternativas para o aumento dos níveis de produtividade no setor da construção civil (COSTA; FRANCO, 1996). Com isso várias alternativas construtivas apareceram nos mais diversos canteiros de obras.

As empresas passaram a priorizar métodos que trariam economia para os canteiros de obras, reduzindo os custos e tendo controle dos gastos. Na engenharia há sempre uma busca por aprimorar o crescimento e desenvolvimento exigidos pelo mercado imobiliário, como é o exemplo da alvenaria estrutural, que vem sendo empregada por diversas empresas, visto como, uma evolução significativa na redução de custos e nas soluções para o desperdício de materiais em obra (FERNANDES; SILVA FILHO, 2010).

Com o passar do tempo, pessoas passaram a ter um interesse maior em ter a casa própria, com isso, houve um aumento no investimento em imóveis, e a busca por sistemas construtivos de baixo custo e boa qualidade. Neste contexto, uma das alternativas é o uso da alvenaria estrutural, que vem ganhando espaço referente às construções convencionais de concreto armado (MELLO, 2004).

Apesar de serem os sistemas mais utilizados atualmente do Brasil, a alvenaria estrutural e estruturas de concreto armado com alvenaria de vedação também tem seus prós e contras. A indústria da construção civil no Brasil, ainda sofre um atraso referente aos outros países pelos seus processos e produtos tradicionais que incorporam métodos construtivos ultrapassados, por estar enraizados em sua essência.

O mercado imobiliário é movido pela competitividade entre as empresas, que buscam conseguir lucros satisfatórios e eficiência nos processos construtivos, devido isso, é indispensável analisar quais são os benefícios que os dois sistemas trazem para a construção civil. Fatos como, racionalização da mão de obra, qualidade do empreendimento, tempo de execução da obra, redução de desperdícios e resistência que o material fornece, buscam melhorar a produtividade da construção civil no país.

Para que haja uma melhoria na construção civil, novos estudos são indispensáveis. Em vista disso, essa pesquisa adota como tema a comparação de custos entre uma residência construída em alvenaria estrutural e a mesma em concreto armado convencional.

1.1. OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo, realizar uma análise comparativa de custo entre o método construtivo de alvenaria estrutural e de concreto armado convencional com alvenaria de vedação, para o mesmo modelo arquitetônico, para a fase de fechamento, analisando qual entre os dois é mais viável economicamente.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar os sistemas construtivos de Alvenaria Estrutural e Concreto Armado Convencional;
- Apontar as vantagens e desvantagens em utilizar os dois sistemas construtivos;
- Extrair de um projeto arquitetônico conhecido, executado pelo método convencional em estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação, dados suficientes, como área da edificação e área de vedação;
- Apropriar o projeto para o método construtivo em alvenaria estrutural;
- Realizar o orçamento para cada método construtivo, específico para a etapa de vedação da edificação;
- Analisar os resultados para os dois métodos e fazer o comparativo entre os sistemas construtivos de qual apresenta o melhor custo-benefício, sendo economicamente viável.

1.3. JUSTIFICATIVA

Constantemente são feitos estudos, a fim de buscar maneiras para reduzir custos, garantindo o desempenho mínimo desejado das habitações. Uma das alternativas utilizadas neste segmento é o processo construtivo de alvenaria estrutural.

De acordo com Duarte (1999), em substituição por estruturas convencionais de concreto armado, a alvenaria estrutural pode proporcionar uma economia de até 30% dos custos da obra para a grande maioria dos tipos de edificações.

Embora esses métodos já estejam no mercado há muitos anos, e possuam várias pesquisas relacionadas aos dois, torna-se importante esclarecer seus métodos construtivos, vantagens, analisar o custo de empregar ambos sistemas, na etapa de vedação, em uma residência familiar de pequeno à médio porte. Tal temática apresenta relevância para grande parte da sociedade que busca a casa própria. Para chegar nos resultados foram feitos orçamentos com os dois sistemas construtivos em alvenaria estrutural e em concreto armado convencional com alvenaria de vedação, comparando o custo de cada um dos sistemas, concluindo qual dos dois sistemas é mais econômico para o empreendimento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ALVENARIA ESTRUTURAL

2.1.1. BREVE HISTÓRICO SOBRE A ALVENARIA ESTRUTURAL

O uso da alvenaria está presente nas mais antigas formas de construções realizadas pelo ser humano. É um sistema construtivo tradicional e há milhares de anos vem sendo empregado em moradias, templos e monumentos pelo homem. Como exemplo, temos um dos mais antigos e famosos pontos turísticos do mundo, a Figura 1 apresenta a pirâmide de Queops, que foi construída com mais de dois milhões blocos de pedras (ACETTI, 1998).

Figura 1 – Pirâmide de Queops



Fonte: (DELLATORRE, 2014)

Apesar de ser muito utilizada em toda a história, foi somente por volta do século XVII, que a alvenaria estrutural passou a ser tratada como uma tecnologia na construção civil. Ainda assim, durante os séculos seguintes, os cálculos e testes realizados eram muito empíricos, levando a construção de diversos edifícios em alvenaria estrutural com paredes de espessuras excessivas, chegando a 1,80 metros (HENDRY, 2002).

No Brasil, apesar das características socioeconômicas serem favoráveis para o pleno desenvolvimento da alvenaria estrutural, somente na década de 60 que iniciou o estudo relacionado a alvenaria estrutural. Como exemplo de utilização da tecnologia no Brasil, temos quatro edifícios de 18 pavimentos em blocos de concreto, na cidade de São Paulo em 1988, os mais altos da América do Sul, na época (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Ainda que no Brasil sua chegada tenha sido tardia, o processo construtivo de alvenaria estrutural acabou se firmando como uma alternativa eficiente e econômica para a execução de edifícios residenciais e também industriais (RICHTER, 2007).

2.1.2. SISTEMA CONSTRUTIVO

Segundo Pasto (2007), sistema construtivo é o processo no qual envolve diversos elementos, todos voltados para a mesma linha de raciocínio para chegar a um resultado satisfatório. As paredes formam o processo construtivo, que além da função de vedação, também resistem aos esforços de forma estrutural. Para Manzione (2004), a alvenaria estrutural é um sistema construtivo completo, com alto grau de racionalidade, que suporta e organiza os outros subsistemas da edificação.

2.1.3. TIPOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL

Alvenaria estrutural pode ser definida como conjunto de blocos e tijolos unidos por argamassa, com finalidade de resistir os esforços de compressão. De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), existem os seguintes tipos de alvenaria estrutural:

- Alvenaria estrutural não armada: é o processo construtivo em que nos elementos estruturais existem somente armaduras com finalidades construtivas, de modo a prevenir problemas patológicos (fissuras, concentração de tensões, etc.).

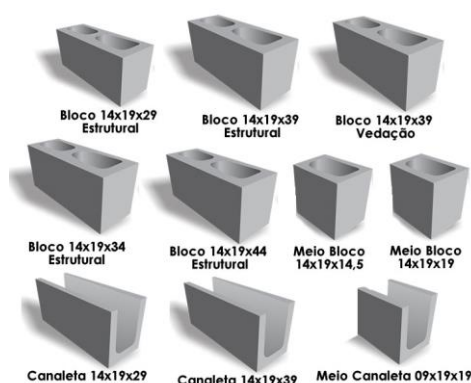
- Alvenaria estrutural armada: é o processo construtivo em que, por necessidade estrutural, os elementos resistentes (estruturais) possuem uma armadura passiva de aço. Essas armaduras são dispostas nas cavidades dos blocos que são posteriormente preenchidas com microconcreto (Graute).
- Alvenaria estrutural parcialmente armada: é o processo construtivo em que alguns elementos resistentes são projetados como armados e outros como não armados.
- Alvenaria Estrutural Protendida: é o processo construtivo em que existe uma armadura ativa de aço contida no elemento resistente.

2.1.4. BLOCOS DE CONCRETO

São blocos constituídos de cimento Portland, agregados e água. Possuem resistência especificada pelo fck, com mínimo de 4,5 MPa. Devem possuir aspecto homogêneo e compacto, com arestas vivas, sem trincas e textura com aspereza adequada à aderência de revestimentos. São classificados segundo as dimensões em: blocos modulares e não modulares. (FREIRE, 2007).

Através da utilização da técnica de coordenação modular e eliminação do uso de blocos com medidas especiais, reduz a quantidade de elementos dentro da obra, facilitando a mão-de-obra (MANZIONE, 2004). A Figura 2 apresenta os principais tipos e tamanhos de blocos de alvenaria estrutural utilizados.

Figura 2 – Tipos e tamanhos de blocos de concreto



Fonte: (Iporã Blocos)

2.1.5. ARGAMASSA

A argamassa de assentamento deve promover a aderência adequada entre os blocos e ajudar a dissipar as tensões, assim, evitando fissuras na interface bloco-argamassa e garantindo o desempenho estrutural e a durabilidade esperada da parede de alvenaria (SABBATINI, 2003).

De acordo com Manzione (2004), as principais características que as argamassas de assentamento devem possuir são: boa trabalhabilidade, capacidade de retenção de água suficiente, obtenção de resistência inicial rápida, aderência necessária para resistir os esforços de cisalhamento, ser durável e ter resiliência suficiente.

Na Figura 3 observa-se o assentamento dos blocos de concreto de alvenaria estrutural com a argamassa de assentamento.

Figura 3 – Argamassa de assentamento



Fonte: (Iporã Blocos)

2.1.6 GRAUTE

O graute, que está demonstrada na figura 4 é um microconcreto, constituído por cimento Portland, água, agregado miúdo e agregados graúdos de pequena dimensão (até 9,5mm), devem possuir alta fluidez para preencher adequadamente os vazios dos blocos onde serão lançados. As principais funções do graute é aumentar a resistência das paredes e propiciar a aderência com a armadura. Como propriedade temos, boa trabalhabilidade

devido à alta fluidez e uma adequada resistência a compressão (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Figura 4 – Grauteamento das canaletas



Fonte: (Iporã Blocos)

2.1.7 ARMADURA

São os elementos que absorvem os esforços de tração e cisalhamento do conjunto estrutural, junto à alvenaria, com função de travamento e de combate à retração como retratado na Figura 5. Também são usadas nas juntas das argamassas de assentamento e seu diâmetro mínimo deve ser 3,8mm (OLIVEIRA JUNIOR, 1992).

Figura 5 - Armadura



Fonte: (Iporã Blocos)

2.1.8 *VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL*

As vantagens do uso da alvenaria estrutural de acordo com Delatorre (2014):

- As fôrmas são apenas necessárias para a confecção das lajes, tem alto grau de reaproveitamento e um custo baixo;
- As paredes possuem melhoria acústica e facilidade nas instalações elétricas e hidrossanitárias;
- Custo reduzido com armadura, pelo pouco consumo de aço e dobras nas amarrações. Redução da mão de obra por simultaneidade da execução dos serviços;
- As paredes não permitem que, posteriormente, façam rasgos ou aberturas; isso proporciona redução de desperdício dos materiais;
- Flexibilidade na execução. Ao utilizar lajes pré-moldadas, o planejamento da obra não depende do tempo necessário para cura do concreto, por exemplo;
- Aceleração do cronograma da obra e redução dos encargos financeiros, já que, com o uso da alvenaria estrutural, os serviços podem ser executados simultaneamente pelos operários, que exercem diferentes métodos construtivos, reduzindo em até 50% o tempo;
- Os blocos utilizados são de maior qualidade, reduzindo o custo do revestimento de maneira bastante significativa e diminuindo também o custo na regularização das paredes.

Como todo sistema construtivo, o uso de alvenaria estrutural apresenta algumas desvantagens, que foram apresentadas segundo Delatorre (2014) e Freire (2007):

- Existe uma dificuldade de se adaptar arquitetura para um novo uso, pela função estrutural, não é possível retirar uma parede do lugar;
- Interferência entre projetos de arquitetura/estruturas/instalações, é necessária uma compatibilização perfeita;
- Necessita de uma mão-de-obra bem qualificada, não é qualquer operário que consegue executar o serviço, deve haver um treinamento de qualificação;

- Mudança no tipo de utilização do edifício (retrofit de utilização).

2.2 CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL

2.2.1 *BREVE HISTORICO SOBRE CONCRETO ARMADO*

Com o desenvolvimento tecnológico dos materiais aglomerantes, que endurecem em contato com a água, tornou possível a fabricação de uma “pedra artificial”, com a adição de materiais inertes, para aumentar o volume, dar estabilidade físico-química e reduzir custos, essa é denominada “concreto” ou “betão” (CLIMACO, 2008).

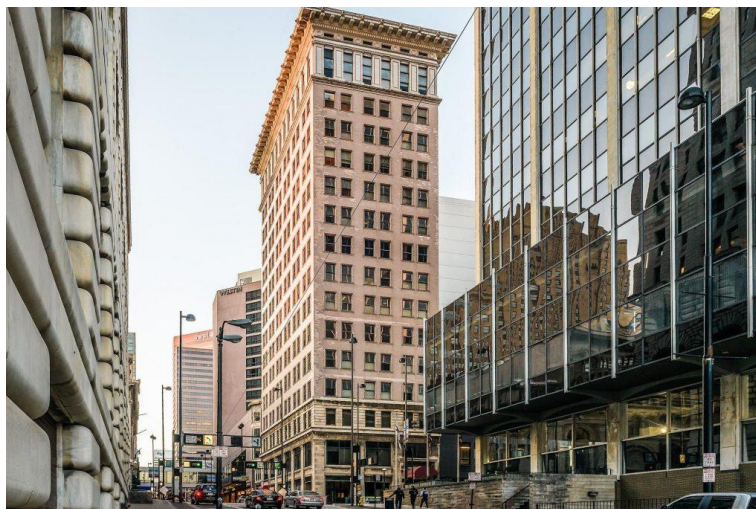
A partir do processo de fabricação industrial do cimento Portland, feito por Joseph Aspdin, na Inglaterra, em 1824, obteve-se a proliferação da dosagem de concreto, posteriormente, passou a ser patenteado em todo o mundo (LISBOA, 2008).

Todavia, destaca-se um dos importantes registros, em que os franceses Lambot, em 1855, na construção de barcos, juntamente com Joseph Monier, compreenderam que o concreto não teria resistência apropriada a peças submetidas à flexão e resolveram experimentar a junção da argamassa de cimento com armação de arame. Assim, surgiu a utilização do aço como material estrutural na construção civil. Em 1867, Joseph Monier, despertou o interesse dos engenheiros e empresas alemãs, ao expor seus produtos em uma exposição internacionais, estas compraram a patente e montaram um laboratório para estudos e experimentais (LISBOA, 2008). Foi assim que surgiu as primeiras conclusões racionais do comportamento do material.

O concreto armado surgiu da necessidade de ter um material estrutural, em que se integrasse a essa pedra artificial a um material com resistência à tração, denominado armadura. O material estrutural composto pela associação de concreto simples com uma armadura passiva, ambos resistindo solidariamente aos esforços submetidos (CLIMACO, 2008).

A Figura 6 retrata o primeiro arranha-céus, em concreto armado, construído nos Estados Unidos, que recebeu o nome de Ingalls Building, com 16 andares.

Figura 6 – Ingalls Building



Fonte: (Andrews Dickman, 2018)

No Brasil, o concreto armado atingiu um grau de desenvolvimento excepcional. Hoje, assim como a maioria dos países europeus, utilizam-se as estruturas em concreto armado convencionais para suas edificações. As estruturas são projetadas para satisfazer a segurança e as exigências de estabilidade a que seriam solicitadas. Pode-se destacar também que o avanço tecnológico do concreto e os métodos de cálculo possibilitaram a execução de estruturas cada vez mais esbeltas e com dimensões reduzidas (FONSECA, 2007).

2.2.2 SISTEMA CONSTRUTIVO

Concreto é um material de construção resultante da mistura de uma pasta de cimento e água, com a junção dos agregados miúdos e graúdos, em determinadas proporções. O concreto tem como principal propriedade, alta resistência aos esforços de compressão, mas, uma baixa resistência a tração, dessa maneira, utiliza-se barras de aço, que tem função de resistir a tração. Contudo, os dois materiais em perfeita aderência entre si resistem a ambos os esforços que forem submetidos.

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2007), estão apresentados os elementos básicos das estruturas de concreto armado.

Pilares – São elementos estruturais de maior importância nas estruturas. Seus principais esforços nominais sofridos são os de compressão e são elementos de eixo reto,

armados na vertical e tem a responsabilidade de apoiar às vigas e lajes transmitindo as cargas atuantes até as fundações.

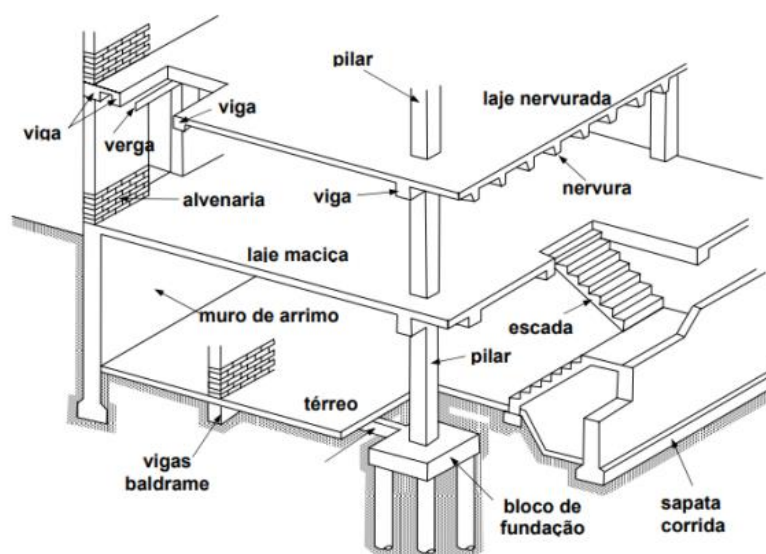
Vigas – São elementos lineares essencialmente preparados na horizontal, tem a função de vencer vãos e transmitir as ações nelas atuantes para os pilares em geral e seu esforço predominante é o de flexão.

Lajes – Existem alguns tipos mais comuns de lajes: maciça apoiada nas bordas, nervurada, lisa e cogumelo. São sujeitas principalmente a ações normais a seu plano. As lajes podem ser apoiadas nas paredes ou nas vigas e, em outras circunstâncias, ela pode ser apoiada sobre pilares.

Além do sistema convencional moldado in loco, existem alternativas de execução da estrutura em concreto armado. Uma delas seriam as peças de concreto armado pré-moldado, utilizando uma protensão também as lajes nervuradas.

A Figura 7 apresenta o sistema construtivo em concreto armado convencional e seus elementos.

Figura 7 – Elementos da estrutura de concreto



Fonte: (MAC GREGOR, 1988)

De acordo com Dellatorre (2014), além do sistema convencional moldado in loco, existem alternativas de execução da estrutura em concreto armado, como, as peças de concreto armado pré-moldado, utilizando uma protensão as lajes nervuradas.

2.2.3 PRINCIPAIS CONSTITUINTES DO CONCRETO ARMADO

O concreto é um material composto, constituído por cimento, água, agregado miúdo, agregado graúdo, e ar. Afim de melhorar ou modificar suas propriedades, podem conter adições de cinza volante, pozolanas, sílica ativa e aditivos químicos (BASTOS, 2006).

É importante ter um controle dos materiais empregados no concreto. Já que a maioria das patologias presente nas estruturas de concreto armado está relacionada aos componentes ou o mau emprego dos mesmos (VILABOAS, 2004).

2.2.3.1 Cimento Portland

O cimento é o principal elemento dos concretos, através dele transformamos a mistura de materiais que compõem o concreto no produto desejado. O Cimento Portland é um pó muito fino com propriedades aglomerantes, ligantes e aglutinantes que ao misturar com a água formam um material sólido enrijecido. Ele é obtido na moagem do clínquer, que tem como matéria-prima básica o calcário e a argila, sendo empregado no processo de fabricação do cimento (BASTOS, 2006).

No Brasil, encontramos diferentes tipos de cimento. Eles diferem através de sua composição, como por exemplo, o Cimento Portland comum, o de alto-forno, o pozolânico e o de alta resistência inicial. Os mais utilizados nas construções são os CII E-32, os CII F-32 e CIII 40 (DELLATORRE, 2014).

Figura 8 – Cimento Portland



Fonte: (BASTOS, 2006)

2.2.3.2 Agregados

O Concreto tem em sua composição 70% de agregados, que são considerados o material com menor custo. Os agregados são classificados quanto à origem em naturais, que são aqueles encontrados na natureza, como areias de rios e pedregulhos, e artificiais, que são aqueles que passaram por algum processo para obter as características finais, como as britas originárias da trituração de rochas (BASTOS, 2006).

As características dos agregados são de extrema importância para a tecnologia e um bom desempenho do concreto. Eles derivam-se da composição mineralógica da rocha matriz. Suas características incluem a porosidade, composição granulométrica, absorção de água, forma, textura, resistência e módulo de elasticidade (VILASBOAS, 2004).

A figura 9 e 10 mostram a diferença de agregado natural (areia) e agregado artificial (seixo rolado), onde a figura 9 demonstra o agregado natural e a figura 10 o agregado artificial.

Figura 9 – Agregado natural



Fonte: (BASTOS, 2006)

Figura 10 – Agregado artificial



Fonte: (BASTOS, 2006)

2.2.3.3 Água

A água é necessária no concreto, pois possibilita que aconteça as reações químicas do cimento, chamadas reações de hidratação, que garantem as propriedades de resistência e durabilidade do concreto. Também é responsável por lubrificar as demais partículas para proporcionar o manuseio do concreto (BASTOS, 2006).

A qualidade da água empregada no concreto tem fundamental papel, pois o uso de água que contém impurezas pode interferir na pega do cimento, na resistência do concreto, ocasionar manchas, e até corrosão da armadura. Dessa forma, deve-se adequar a água para o amassamento e cura do concreto (VILASBOAS, 2004).

2.2.3.4 Armadura

A armadura é composta de barras de aço, também chamadas de vergalhões. O uso do aço como elemento estrutural tem como finalidade resistir os esforços de tração. Devido a isso, são utilizados nas partes da peça de concreto que vão sofrer esses esforços. Por exemplo, numa viga em balanço a parte de cima sofre tração e a de baixo sofre compressão, nesse caso os vergalhões devem ficar na parte de cima da viga (LISBOA, 2008).

As Normas Técnicas Brasileiras classificam os aços de acordo com a sua resistência, quando maior o número, maior será a resistência. São comercializados hoje no mercado, três categorias: aço CA 25, aço CA 50 e aço CA 60.

De acordo com a NBR 7480 (ABNT, 2007), a tabela 1 representa as dimensões dos vergalhões de aço, seu peso em quilogramas por metro e sua área transversal, que são parâmetros estabelecidos para sua produção.

Tabela 1 - Armadura para concreto armado com suas bitolas, áreas transversais de aço e massa linear.

Bitola (pol)	Bitola (mm)	Peso da barra (Kg)	Peso (Kg/m)	Área de trans. (cm ²)
**	5	1,848	0,109	0,196
1/4"	6,3	2,94	0,245	0,312
5/16"	8	4,74	0,395	0,502
3/8"	10	7,404	0,617	0,785
1/2"	12,5	11,556	0,963	1,227
5/8"	16	18,936	1,578	2,01
3/4"	20	29,592	2,466	3,14
1"	25	46,236	3,853	4,906
1.1/4"	32	75,756	6,313	8,038
1.9/16"	40	118,38	9,865	12,56

Fonte: (DELLATORRE, 2014)

Os principais defeitos existentes, são ocasionados pela falha na amarração das armaduras, podendo acarretar a fissuração dos elementos estruturais, na corrosão da armadura e destruição do concreto. Na maioria dos casos, acabam exercendo um efeito indesejável sobre as condições resistentes dos elementos estruturais (VILASBOAS, 2004).

2.2.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL

De acordo com Clímaco (2008), Fernandes e Silva Filho (2010), apresentamos as principais vantagens na utilização do concreto armado em relação ao sistema de alvenaria estrutural.

- Materiais: Por ser um sistema convencional, geralmente há grande disponibilidade de materiais nas proximidades da obra, gerando economia nas construções.

- Mão-de-obra: Alta disponibilidade de mão-de-obra qualificada no mercado, por ser a técnica de execução com maior domínio em todo o país.

- Rapidez na construção: Através do uso de peças pré-moldadas, estruturais ou não, e de tecnologias avançadas para a execução de formas e escoramentos, o processo construtivo ganha agilidade na execução.

- Resistência: Com o tempo, a resistência do concreto aumenta, tendo uma elevada resistência aos choques, vibrações, altas temperaturas e diversas maneiras de solicitações na estrutura.

- Arquitetura: Favorece a arquitetura, pela fácil adaptabilidade e boa trabalhabilidade, possibilitando uma arquitetura mais arrojada com a execução de vãos, arcos, balanços, marquises entre outras. Há maior facilidade na personalização dos projetos arquitetônicos, pois não é necessária a modulação em função dos blocos estruturais.

Existem várias desvantagens a ser citadas em relação ao sistema construtivo, devido as patologias e problemas que surgem na obra. Para este estudo, foram representados os pontos mais críticos e de maior ênfase econômica que são (DELLATORRE, 2008):

- Fissuração inerente à baixa resistência a tração - a fissuração se inicia na moldagem das peças, com a retração do concreto, persistindo durante toda vida útil da estrutura, pelas condições ambientais e de utilização.

- Formas de madeira e escoramentos – o prazo para a retirada do escoramento e das formas dos componentes estruturais, o tempo e a quantidade de material utilizado, faz com que esse sistema tenha desvantagens em relação a alvenaria estrutural.

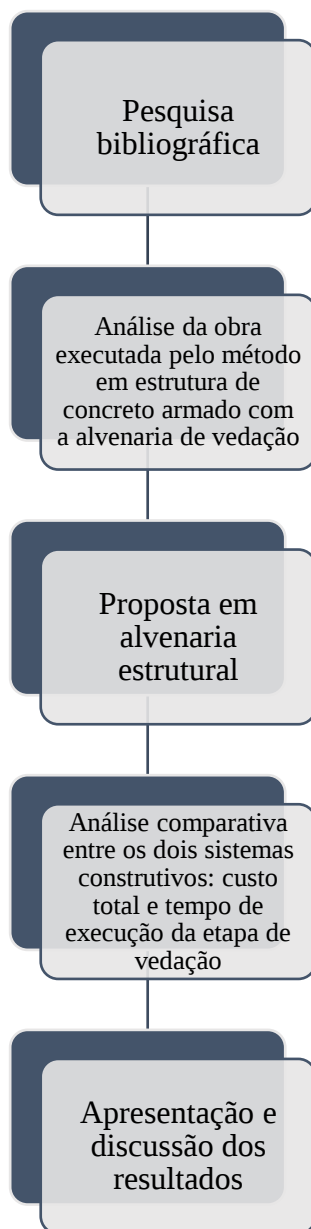
- Concreto – quando exposto ao ambiente sofre uma agressividade dos agentes externos, fazendo com que ocorram corrosão e oxidação na armadura.

- Armadura – Quando dimensionado uma estrutura em concreto armado, é primeiramente considerado o peso próprio dos seus componentes estruturais, quando a existência de armaduras é trabalhada em grande quantidade acarreta um peso próprio muito grande, limitando seu uso, em determinadas situações, ou elevando bastante seu custo.

3. METODOLOGIA

Este trabalho tem como base uma revisão de literatura, em que os assuntos abordados são os sistemas construtivos em estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação convencional e alvenaria estrutural. Também foi feita uma comparação entre os sistemas construtivos estudados. Para obter o custo-benefício dos sistemas, foi orçada a execução de uma mesma edificação a partir dos dois métodos distintos, utilizando a SINAPI como referência, e ao final foram discutidos os valores obtidos para cada método, por metro quadrado de parede.

Além do comparativo de custo, foi realizada uma estimativa do tempo levado para construção da residência utilizando os dois sistemas, verificando o tempo real de execução da obra em estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação, com o sistema proposto em alvenaria estrutural. A Tabela 2 apresenta um fluxograma, que ilustra o processo desenvolvido durante o estudo.

Tabela 2 – Fluxograma do processo de estudo

Fonte: (Autoria própria, 2023)

3.1 TÉCNICAS DE PESQUISA

A pesquisa ocorre por meio de revisão bibliográfica, buscando conceitos e informações sobre os sistemas construtivos que serão apresentados. O estudo tem caráter tanto qualitativo, pois busca demonstrar as vantagens e desvantagens de cada sistema,

como quantitativo, pois apresenta resultados de orçamentos numéricos obtidos através da base nacional de valores de referência para a construção civil.

As atividades realizadas durante a pesquisa foram na seguinte sequência:

- a. Revisão de literatura sobre os sistemas construtivos;
- b. Análise do projeto original da edificação já executada, apresentando custo e tempo de execução;
- c. Adequação do projeto original para o método construtivo em alvenaria estrutural;
- d. Orçamento da edificação utilizando os dois métodos construtivos;
- e. Definição aproximada do tempo de execução para cada método;
- f. Análise comparativa dos orçamentos e tempos de execução de cada método.

O orçamento para a obra em estudo e para a proposta em alvenaria estrutural foi elaborado com base nos valores de referência do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), que é uma fonte de dados para construção civil de responsabilidade do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Caixa Econômica Federal (CAIXA).

Foi desenvolvido o orçamento para execução da obra acompanhada, e para a proposta em alvenaria estrutural, a partir dos valores desonerados dos insumos e composições obtidos pelos relatórios de preços do SINAPI, com finalidade de apresentar o custo final do metro quadrado de parede executado, por meio de cada sistema construtivo.

Foram utilizados como referência para extrair os dados necessários para realizar os orçamentos da edificação os projetos contidos nos Anexos A e B, contendo a planta baixa e cortes da edificação.

3.2 OBJETO DE ESTUDO – DESCRIÇÃO DA OBRA

Para essa análise comparativa, foi utilizado um projeto de uma edificação residencial já executada, utilizando o método convencional, com estrutura em concreto armado e fechamento em alvenaria de vedação com blocos cerâmicos.

A obra utilizada nesse estudo, é uma residência unifamiliar, de pequeno a médio porte, com área de 103,96 m², localizada na cidade de Anápolis/GO, teve seu início em meados de 2022 e fim em março de 2023.

A fase de vedação foi contemplada pela elevação da alvenaria juntamente com a estrutura. A elevação da alvenaria com tijolos cerâmicos 9 furos e concretagem de pilares de forma manual, com fôrmas e concreto feitos *in loco*, até atingir a altura da parede a ser executada, como podemos observar na figura 11.

Figura 11 – Obra da edificação em estudo



Fonte: (Autoria própria, 2023)

3.3 LEVANTAMENTO DOS QUANTITATIVOS E VALORES PARA EXECUÇÃO DOS ORÇAMENTOS

Os orçamentos para execução dos serviços necessários foram desenvolvidos, através do cálculo da quantidade em m², de material necessário para o fechamento da edificação. A partir da área de paredes, calculada pela relação entre o pé-direito e comprimento, descontando-se os vãos das aberturas que totalizam mais de 2 m² cada, foi possível realizar o orçamento para cada sistema construtivo, sendo que todas as composições utilizadas têm em seus serviços o custo unitário por m².

Os valores unitários de cada serviço para os dois métodos construtivos, foram extraídos a partir de composições da Tabela SINAPI referente ao mês de abril de 2023

para orçamento desonerado, ou seja, sem incidência de encargos sociais. Todas as composições utilizadas para realizar os orçamentos estão em anexo. A Figura 12 mostra, como exemplo, a composição 87775 que foi utilizada, e se trata do serviço de emboço ou massa única em argamassa, onde é possível observar todos os insumos e serviços que fazem parte da composição.

Figura 12 – Composição 87775 (Emboço ou massa única)

87775	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETON M2							
	EIRA 400 L, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS,							
	ESPESURA DE 25 MM. AF_08/2022							
I	37411 TELA DE AÇO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,24 MM, M2	CR	0,1388000	17,19	2,38			
	MALHA 25 X 25 MM							
C	87292 ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA M3	CR	0,0314000	602,71	18,92			
	EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO							
	COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019							
C	88309 PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,6790000	24,24	16,45			
C	88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,6790000	17,16	11,65			
	EQUIPAMENTO	:	0,05	0,1015022	%			
	MATERIAL	:	27,45	55,5623225	%			
	MAO DE OBRA	:	21,87	44,2752740	%			
	OUTROS	:	0,03	0,0609013	%			
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	49,40	100,0000000	%			
						- ORIGEM DE PREÇO: CR		
87777	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADA M	M2						

Fonte: (CAIXA, 2023)

Em algumas situações houve-se dificuldades em ter composições compatíveis com a obra como foi executada. Desta forma, foram alterados alguns itens das composições, com o objetivo de manter o orçamento o mais próximo da realidade da execução da obra.

Além disso, foram extraídos da Tabela SINAPI dados que remetem ao percentual do custo de material e mão de obra que compõe cada serviço. A fim de obter uma padronização para o revestimento das paredes, foi considerado o revestimento sem pintura em ambos os sistemas construtivos. Assim como, optou-se por utilizar o mesmo revestimento composto por chapisco e massa única.

3.4 ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO COM ALVENARIA DE VEDAÇÃO – ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO

Depois de analisar as plantas da edificação, foram obtidos os dados necessários para calcular a área de paredes, volume de concreto, e os demais elementos para execução dos serviços. Para o método de construção convencional, após o levantamento dos quantitativos, foi possível realizar o orçamento com as seguintes características construtivas:

- a) Estrutura em concreto armado, com f_{ck} de 25 MPa, com armadura longitudinal composta por 4 barras de aço CA-50, de diâmetro 10,0 mm, e armadura transversal (estribos) em aço CA-60 de 5,0 mm de diâmetro com espaçamento de 15 cm, para vigas e pilares. Para vergas e contravergas 2 barras de aço CA-50 de 10,0 mm;
- b) Tijolos cerâmicos furados na horizontal, com dimensões de 11,5x19x19cm;
- c) Concreto feito in loco com preparo na betoneira;
- d) Total de 18 pilares em concreto armado, com seção transversal de 15x20 cm, e aproximadamente 60 metros lineares de vigas, com seção transversal de 15x30 cm.

Foi necessária a alteração de duas composições fornecidas pela Tabela SINAPI, que dizem respeito a concretagem das estruturas em concreto armado, existentes nesse sistema construtivo, os serviços chamados pelos códigos da Tabela SINAPI: 103669 e 103682, que são a concretagem manual de pilares e vigas, respectivamente.

A alteração aconteceu porque a composição original 103669 para concretagem dos pilares, está considerando concreto usinado de 25 MPa com código 38408, e é preciso uma composição para concretagem manual com concreto feito in loco. Dessa forma, verificou-se na tabela o valor do m^3 do concreto feito *in loco*, que se trata do código 94965, e substituído esse valor na composição. Da mesma forma, foi feito para a composição 103662, que originalmente apresenta o concreto usinado de 25 MPa com código 38408, para concretagem das vigas, sendo substituído pelo concreto feito in loco com o código 94965.

Pela Tabela SINAPI, com valores de referência para o mês de abril de 2023 para o orçamento desonerado, foram levantados os dados para as composições que representam os serviços, entre eles os valores unitários, o percentual da composição referente a material e mão de obra, e assim calculados os valores necessários para execução de cada método proposto.

3.5 ALVENARIA ESTRUTURAL – ELABORAÇÃO DO ORÇAMENTO

A fim de realizar o orçamento para a edificação pelo sistema construtivo em alvenaria estrutural em blocos de concreto, foram feitas algumas modificações ao projeto original. Optou-se em realizar o orçamento com a alvenaria estrutural armada, sendo

adotado 18 pontos onde há armadura longitudinal junto com o graute, que é o número de pilares existentes no projeto original.

Para a área de alvenaria considerou-se a mesma nos dois métodos. O cálculo do volume de graute, foi estimado a partir do número de pontos de pilares e de acordo com o pé direito e dimensões vazadas dos blocos. Também foi estimado o volume de graute para as vergas e contravergas, assim como a cinta intermediária e superior, de acordo com o comprimento linear das mesmas e com a dimensão do bloco canaleta. As características construtivas consideradas para realização do orçamento são:

- a) Blocos estrutural cerâmico com dimensões de 14x19x39cm;
- b) Graute com f_{ck} de 20 MPa;
- c) Cinta intermediária na altura da sétima fiada de blocos, e uma cinta superior para amarração. Armação com 2 barras de aço CA-50 de 10,0 mm de diâmetro para todos os pontos com armação, exceto nas vergas e contravergas onde adotou-se 2 barras de 8,0 mm de diâmetro.

4 RESULTADOS

A fim de apresentar os resultados, estão expostas as planilhas de cálculo utilizadas no desenvolvimento dos orçamentos. Cada orçamento demonstra os serviços de cada uma das composições utilizadas, para os dois sistemas construtivos propostos nessa pesquisa.

4.1 ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO COM ALVENARIA DE VEDAÇÃO – ORÇAMENTO

Os resultados apresentados do custo total para a execução da edificação pelo método convencional, com estrutura em concreto armado e fechamento em alvenaria de vedação, indicando ainda individualizados os custos para material e mão de obra, estão descritos nas Tabelas 3 e 4. Estas listam os serviços considerados para realização do orçamento, os quais são: execução de alvenaria de vedação com tijolos cerâmicos, estrutura em concreto armado feito *in loco*, serviços de armação e confecção de fôrmas

para a execução da estrutura, revestimento das paredes com chapisco e massa única. Vale ressaltar que foi considerado o orçamento para esse sistema construtivo seguindo de maneira mais fiel à forma real de execução da obra a qual serviu de objeto de estudo.

Tabela 3 – Orçamento para método em estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QTDE.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
103669	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BALDES EM EDIFICAÇÃO	M³	1,6	R\$ 795,48	R\$ 1.272,77
103682	CONCRETAGEM DE VIGAS (E VERGAS E CONTRAVERGAS), FCK = 25 MPA, COM USO DE BALDES EM EDIFICAÇÃO TÉRREA	M³	3,3	R\$ 809,10	R\$ 2.670,03
92270	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM MADEIRA SERRADA	M²	50	R\$ 168,37	R\$ 8.418,50
92919	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM	KG	303,44	R\$ 12,73	R\$ 3.862,79
92915	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM	KG	50,18	R\$ 16,63	R\$ 834,51
103330	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 11,5X19X19CM (ESPESSURA 11,5M) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA	M²	165	R\$ 79,74	R\$ 13.157,10
87900	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA	M²	330	R\$ 7,73	R\$ 2.550,90
87775	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA	M²	330	R\$ 49,40	R\$ 16.302,00
				TOTAL	R\$ 49.068,60

Fonte: (Autoria própria, 2023)

Tabela 4 – Custo de mão de obra e material separado para estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	% MAT.	% MO	CUSTO MAT	CUSTO MO
103669	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BALDES EM EDIFICAÇÃO	M³	82,03	17,97	R\$ 1.044,05	R\$ 228,72
103682	CONCRETAGEM DE VIGAS (E VERGAS E CONTRAVERGAS), FCK = 25 MPA, COM USO DE BALDES EM EDIFICAÇÃO TÉRREA	M³	81,44	18,56	R\$ 2.174,47	R\$ 495,56
92270	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM MADEIRA SERRADA	M²	81,15	18,85	R\$ 6.831,61	R\$ 1.586,89

92919	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM	KG	87,64	12,36	R\$ 3.385,35	R\$ 477,44
92915	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM	KG	69,88	30,12	R\$ 583,15	R\$ 251,35
103330	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 11,5X19X19CM (ESPESSURA 11,5M) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA	M²	63,36	36,64	R\$ 8.336,34	R\$ 4.820,76
87900	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA	M²	68,32	31,68	R\$ 1.742,77	R\$ 808,13
87775	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA	M²	55,56	44,44	R\$ 9.057,39	R\$ 7.244,61
				TOTAL	R\$ 33.155,15	R\$ 15.913,45

Fonte: (Autoria própria, 2023)

A partir das tabelas apresentadas, é possível observar que o custo total para a execução da alvenaria de vedação pelo método convencional resultou em R\$ 49.068,60, vale ressaltar que a edificação analisada tem 103,96 m² de área construída, gerando aproximadamente 165 m² de paredes.

O custo individualizado para material o custo foi de R\$ 33.155,15 representando 68% do custo total, e para mão de obra R\$ 15.913,45 com 32% do custo total.

4.2 ALVENARIA ESTRUTURAL – ORÇAMENTO

Para o orçamento com a hipótese de execução em alvenaria estrutural, foram realizadas adaptações no projeto e nas condições de execução original do projeto da edificação, o orçamento está representado pela Tabela 5, que lista os serviços considerados para realização do orçamento, sendo eles: execução de alvenaria estrutural com blocos de concreto, grauteamento vertical e horizontal, armação vertical e horizontal, e ainda o revestimento das paredes com chapisco e massa única. Na Tabela 6 encontram-se os valores referentes ao custo individualizado de material e mão de obra.

Tabela 5 – Orçamento para método em alvenaria estrutural

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QTDE.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
89453	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM (ESPESSURA 14 CM), M2 FBK = 4,5 MPA, UTILIZANDO PALHETA	M²	165	R\$ 84,56	R\$ 13.952,40

89993	GRAUTEAMENTO VERTICAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL	M³	1,5	R\$ 954,95	R\$ 1.432,43
89994	GRAUTEAMENTO DE CINTA INTERMEDIÁRIA OU DE CONTRAVERGA EM ALVENARIA ESTRUTURAL	M³	1,8	R\$ 831,83	R\$ 1.497,29
89995	GRAUTEAMENTO DE CINTA SUPERIOR OU DE VERGA EM ALVENARIA ESTRUTURAL	M³	1,6	R\$ 923,46	R\$ 1.477,54
89996	ARMAÇÃO VERTICAL DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0MM	KG	65,52	R\$ 11,07	R\$ 725,31
89999	ARMAÇÃO DE VERGA E CONTRA VERGA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 8,0MM	KG	16,51	R\$ 15,83	R\$ 261,35
89998	ARMAÇÃO DE CINTA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0MM	KG	139,05	R\$ 10,63	R\$ 1.478,10
87900	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA	M²	330	R\$ 7,73	R\$ 2.550,90
87775	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA	M²	330	R\$ 49,40	R\$ 16.302,00
				TOTAL	R\$ 39.677,32

Fonte: (Autoria própria, 2023)

Tabela 6 – Custo de mão de obra e material separado para alvenaria estrutural

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	% MAT	% MO	CUSTO MAT	CUSTO MO
89453	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM (ESPESSURA 14 CM), M2 FBK = 4,5 MPA, UTILIZANDO PALHETA	M²	83,56	16,44	R\$ 11.658,63	R\$ 2.293,77
89993	GRAUTEAMENTO VERTICAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL	M³	71,15	28,85	R\$ 1.019,17	R\$ 413,25
89994	GRAUTEAMENTO DE CINTA INTERMEDIÁRIA OU DE CONTRAVERGA EM ALVENARIA ESTRUTURAL	M³	77,55	22,45	R\$ 1.161,15	R\$ 336,14
89995	GRAUTEAMENTO DE CINTA SUPERIOR OU DE VERGA EM ALVENARIA ESTRUTURAL	M³	72,62	27,38	R\$ 1.072,99	R\$ 404,55
89996	ARMAÇÃO VERTICAL DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0MM	KG	85,84	14,16	R\$ 622,60	R\$ 102,70
89999	ARMAÇÃO DE VERGA E CONTRA VERGA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 8,0MM	KG	70,94	29,06	R\$ 185,40	R\$ 75,95
89998	ARMAÇÃO DE CINTA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0MM	KG	88,34	11,66	R\$ 1.305,75	R\$ 172,35
87900	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA	M²	68,32	31,68	R\$ 1.742,77	R\$ 808,13
87775	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA	M²	55,52	44,48	R\$ 9.050,87	R\$ 7.251,13
				TOTAL	R\$ 27.819,34	R\$ 11.857,98

Fonte: (Autoria própria, 2023)

A Tabela 4, apresenta o custo total para a execução da alvenaria estrutural com blocos cerâmicos, que resultou em R\$ 39.677,32. O custo individualizado de material e

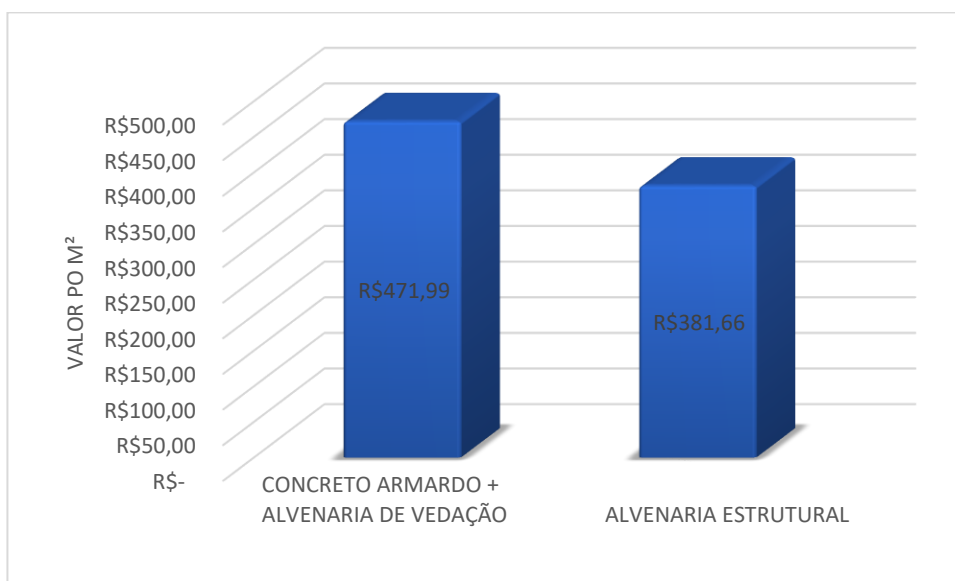
mão de obra aparece na Tabela 5, o qual ficou para material em um total de R\$ 27.819,34 representando 70% do custo total, e para mão de obra R\$ 11.857,98 compondo 30% do custo total.

4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Analizando todos os dados obtidos para cada uma das duas propostas para execução de uma mesma edificação residencial, foi possível realizar uma comparação entre os sistemas construtivos, no que diz respeito ao custo total de execução para a etapa de fechamento da obra estudada, chegou-se ao seguinte resultado: o método mais oneroso para a obra considerada para realização do orçamento, é o convencional com estrutura em concreto armado e alvenaria de vedação com um custo de R\$ 49.068,60, e como solução mais barata ficou a alvenaria estrutural, com custo de R\$ 39.677,32.

Com o custo total de cada um dos sistemas construtivos, é possível calcular o valor necessário, por m² da residência, para executar o fechamento da mesma, dividindo o valor total pela área de 103,96 m² da edificação. O resultado para o valor por m² para a alvenaria convencional ficou em R\$ 462,38 e para a alvenaria estrutural R\$ 381,66. Esses valores estão apresentados no Gráfico 1.

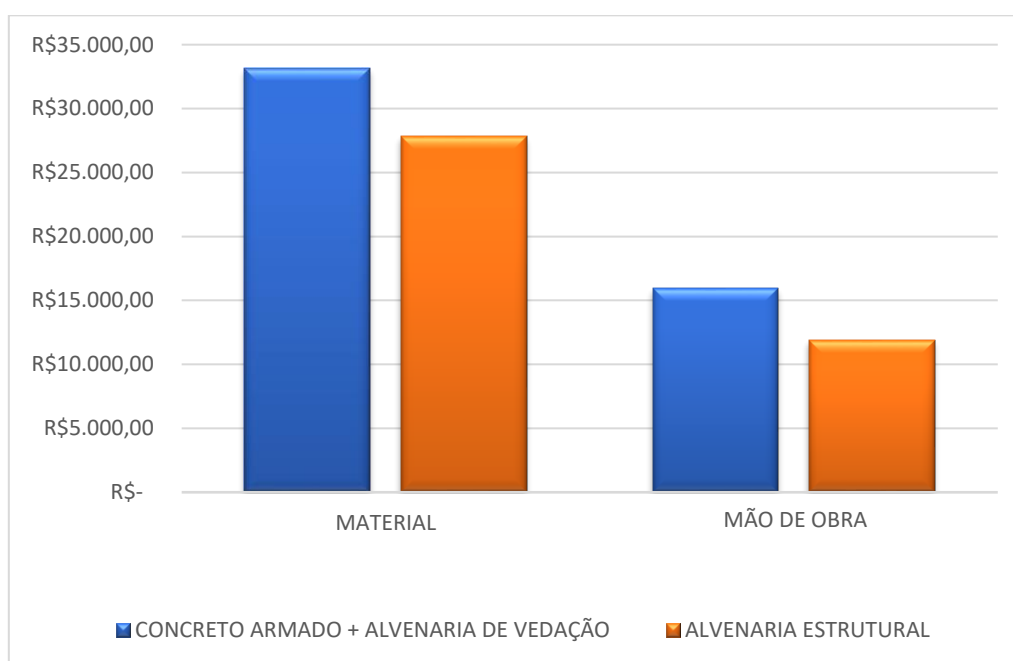
Gráfico 1 – Comparativo de custo por m² para cada sistema construtivo



Fonte: (Autoria própria, 2023)

Outro fator que é possível observar é que, o sistema construtivo que tem maior custo com materiais é o convencional, sendo dois terços do custo total do orçamento. Ainda referente a essa comparação, a alvenaria estrutural também tem o custo de material representando aproximadamente um terço do custo total do orçamento, também é possível notar que a mão-de-obra desse método é mais barata do que o método convencional. O Gráfico 2 apresenta um gráfico para esse comparativo.

Gráfico 2 – Comparativo de custo para material e mão de obra entre os dois sistemas construtivos



Fonte: (Autoria própria, 2023)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como principal objetivo, realizar um comparativo do custo para a etapa de fechamento de uma residência de pequeno à médio porte, medindo 103,96 m², já executada na cidade de Anápolis/GO. Foram propostos dois sistemas construtivos para o estudo, o convencional com estrutura em concreto armado e alvenaria de vedação, e o racionalizado em alvenaria estrutural.

Com essa finalidade, foram utilizados os valores fornecidos pelo SINAPI, sendo o mês de referência abril de 2023. Como o SINAPI fornece os valores unitários de cada serviço, o percentual de material e mão de obra, e os coeficientes de rendimento da mão de obra, foi possível comparar, além do custo total, os custos de material e mão de obra separadamente para cada sistema construtivo.

Analizando os custos de mão de obra, entende-se que o sistema construtivo que obteve maior custo foi o convencional em concreto armado com alvenaria de vedação. Ainda, percebe-se que a alvenaria estrutural apresentou o menor custo com materiais, assim como com a mão de obra, tornando-se o sistema mais econômico na relação de material versus mão de obra.

Após analisar todos os resultados obtidos durante essa pesquisa, é possível notar que apesar da obra em estudo ser considerada de pequena a médio porte, houve uma diferença significativa entre os dois orçamentos apresentados. A alvenaria de vedação convencional, com sua estrutura em concreto armado, teve custo total de R\$ 49.068,60, sendo o mais oneroso. Enquanto a alvenaria estrutural foi o método mais econômico dentre os dois analisados neste estudo, com um custo total de R\$ 39.677,32.

Ao decorrer do desenvolvimento deste trabalho, foi possível observar que estão disponíveis atualmente diversos sistemas construtivos na indústria da construção civil, e que a análise de qual o melhor método utilizar em uma obra é essencial para a escolha, e esta passa por diversos critérios, como: localização da obra, custo e rapidez de execução, disponibilidade de materiais e mão de obra qualificada, entre outros.

Contudo, após toda a análise e resultados dessa pesquisa, comparando os dois sistemas construtivos distintos, foi possível concluir que a construção civil está desatualizada quando comparada a outras áreas. Pois mesmo existindo várias formas e

métodos inovadores para construir uma edificação, a maioria das obras são executadas da maneira tradicional, sendo que existem outras possibilidades que são economicamente viáveis, como mostra este estudo em questão.

Embora o estudo apresente resultados somente para a etapa de vedação de uma edificação, é possível afirmar que utilizar a alvenaria estrutural como método construtivo é uma opção viável economicamente comparando com o método convencional. Ainda que a alvenaria estrutural não seja utilizada na mesma proporção que a alvenaria convencional, ela apresenta inúmeras vantagens, principalmente pelo seu custo que se mostrou inferior.

Entretanto, vale ressaltar que existe outros diversos fatores que vão influenciar na escolha do sistema construtivo e no seu orçamento, como: transporte de materiais, limitação do fornecimento de materiais e mão de obra, entre outros. Esses, não foram abordados nesta pesquisa, pois não eram o foco, mas interferem na escolha de qual sistema construtivo adotar. E são pautas para novas pesquisas relacionadas ao tema.

Também, salienta-se a importância e a necessidade da modernização na construção civil, que possui mecanismos para isso, pois utilizando sistemas racionalizados por exemplo, com maior nível de planejamento e controle de obras, é possível diminuir custos, minimizar desperdícios e ainda melhorar a qualidade das edificações executadas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14931: Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8545: Execução de alvenaria sem função estrutural – Procedimento. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7480: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15961-2: Alvenaria estrutural – Blocos de concreto: Execução e controle de obras Componentes cerâmicos: blocos e tijolos para alvenaria – Requisitos. Rio de Janeiro, 2011.

ACCETTI, K. M. Contribuições ao projeto estrutural de edifícios em alvenaria estrutural. 1998. 247 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 1998.

BASTOS, P. S. S. Fundamentos do concreto armado. Bauru, 2006. 92 p. Apostila. Faculdade de Engenharia. Universidade Estadual Paulista.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). Disponível em: < <http://www.caixa.gov.br/>>, acesso em abril, 2023.

CLIMACO, J. C. T. S. Estruturas de concreto armado: fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação. 2. ed. rev. Brasília: Editora UnB, Finatec, 2008.

COSTA, M. R. M. M.; FRANCO, L. S. Metodo construtivo de alvenaria de vedacao de blocos de concreto celular autoclavado. 1996.

DELLATORRE, L. A. Análise comparativa de custo entre edificio de alvenaria estrutural e de concreto armado convencional. Santa Maria, RS, Brasil. Trabalho de conclusão de curso apresentado na Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

DUARTE, R.B. Recomendações para o projeto e execução de edifícios de alvenaria estrutural. Porto Alegre: ANICER, 1999.

FERNANDES, M. J. G., SILVA FILHO, A. F. Estudo comparativo do uso da alvenaria estrutural com bloco de concreto simples em relação ao sistema estrutural em concreto armado. Salvador: Ucsal, 2010.

FONSECA, R. P. A estrutura do Instituto Central de Ciências: aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e propostas de manutenção. 2007. 213 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

FREIRE, B. S. Sistema Construtivo em Alvenaria Estrutural de bloco de concreto. 2007. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Anhembí Morumbi. São Paulo. 2007.

HENDRY, A.W. Engineered design of masonry buildings: fifty years development in Europe. Prog. Struct. Eng. Mater, University of Edinburgh, Scotland, v. 4, n. 3, p.291–300.jul./set. 2003.

LISBOA, R. Q. Análise comparativa entre prédios com estrutura convencional em concreto armado e alvenaria estrutural. 2008. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade da Amazônia, Belém, 2008.

MANZIONE, L. Projeto e execução de alvenaria estrutural. Editora O Nome da Rosa. São Paulo, 2004.

MEDEIROS, G. S. Projeto edificação residencial unifamiliar. Anápolis, 2022.

MELLO, C. W. Avaliação de sistemas construtivos para habitações de interesse social. 2004. 171 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004

OLIVEIRA JUNIOR, V. Recomendações para projetos de edifícios em alvenaria estrutural. 1992. 266 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 1992.

PASTRO, R. Z. Alvenaria Estrutural sistema construtivo. Universidade São, 2007.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. Projeto de edifícios de alvenaria estrutural. 2003.

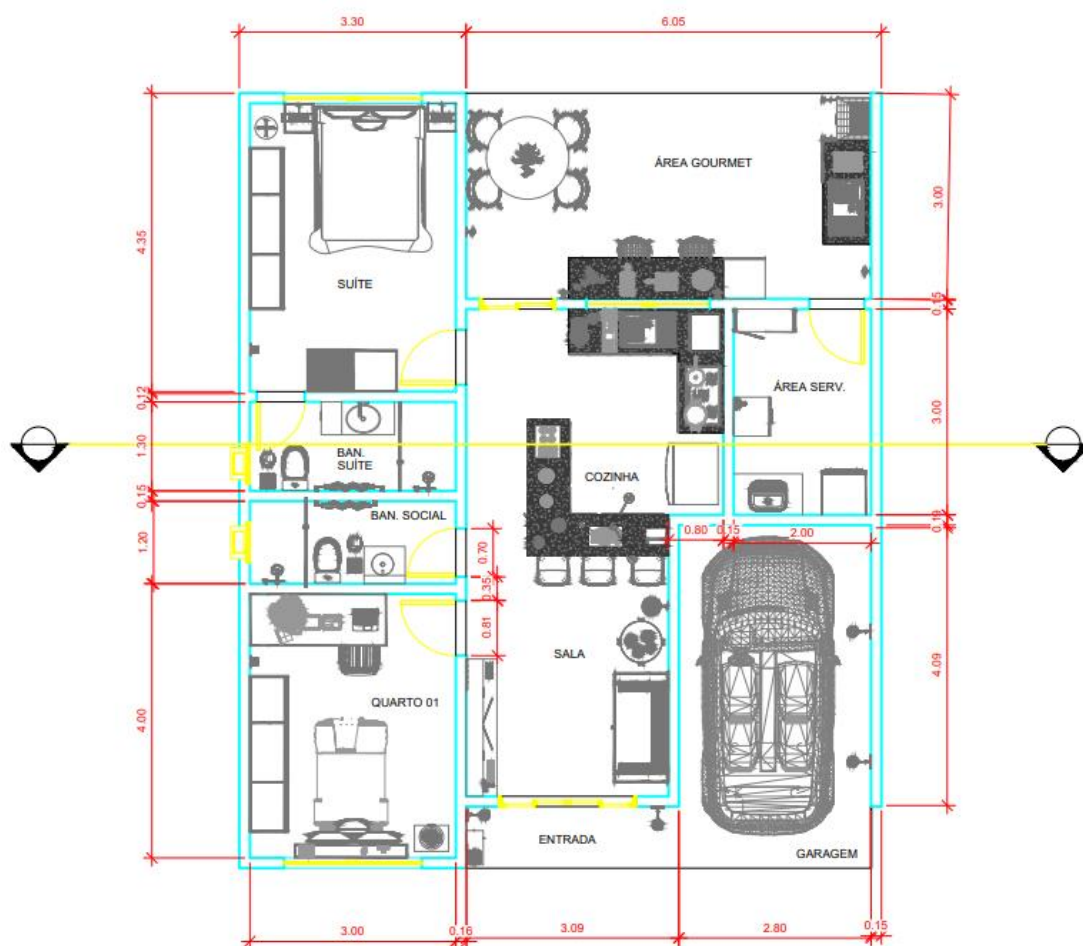
RICHTER, C. Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda: Uma análise de confiabilidade e da conformidade. 2007.

SABBATINI, F.H. Alvenaria Estrutural - Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico: Requisitos e critérios mínimos a serem atendidos para solicitação de financiamento de edifícios em alvenaria estrutural junto à Caixa Econômica Federal, 2003-Caixa econômica Federal. Diretoria de Parcerias e Apoio ao Desenvolvimento Urbano.

VILASBOAS, J. M. L.V. Durabilidade das edificações de concreto armado em Salvador: uma contribuição para a implantação da NBR 6118:2003. 2004. 229 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambiental no Processo Produtivo) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

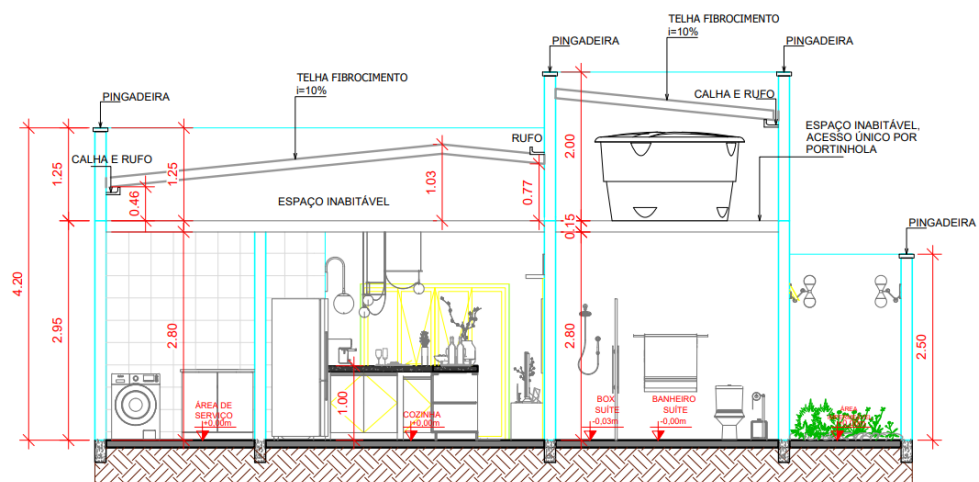
ANEXOS

Anexo A – Planta Baixa



Fonte: (MEDEIROS, 2022).

Anexo B – Corte



Fonte: (MEDEIROS, 2022).

Anexo C – Composições SINAPI

103669	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BALDES - LANÇAMENTO, ADE	M3			
	NSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022				
I	38408 CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SL M3	CR	1,1030000	655,95	723,51
	UMP = 190 +/- 20 MM, EXCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)				
C	88262 CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H C	2,4590000	23,88	58,72
C	88309 PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H C	2,4590000	24,24	59,60
C	88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H C	7,3770000	17,16	126,58
C	90586 VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO P CHP	AS	1,0420000	1,29	1,34
	OTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015				
C	90587 VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO P CHI	AS	1,4170000	0,50	0,70
	OTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015				
	EQUIPAMENTO	:	1,57	0,1618006 %	
	MATERIAL	:	796,09	82,0329168 %	
	MAO DE OBRA	:	172,34	17,7589067 %	
	OUTROS	:	0,45	0,0463759 %	
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	970,45	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: AS
103682	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA QUALQUER TIPO DE LAJE COM B	M3			
	ALDES EM EDIFICAÇÃO TÉRREA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2				
	022				
I	38408 CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SL M3	CR	1,1030000	655,95	723,51
	UMP = 190 +/- 20 MM, EXCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)				
C	88262 CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H C	1,1900000	23,88	28,41
C	88309 PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H C	3,5710000	24,24	86,56
C	88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H C	8,4070000	17,16	144,26
C	90586 VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO P CHP	AS	0,9420000	1,29	1,21
	OTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015				
C	90587 VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO P CHI	AS	0,2490000	0,50	0,12
	OTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015				
	EQUIPAMENTO	:	0,90	0,0914708 %	
	MATERIAL	:	801,43	81,4395481 %	
	MAO DE OBRA	:	181,33	18,4273111 %	
	OUTROS	:	0,41	0,0416700 %	
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	984,07	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: AS
94965	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA	M3		480,98	
	MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	CR			
92270	FABRICAÇÃO DE FÓRMA PARA VIGAS, COM MADEIRA SERRADA, E = 25 MM. AF_09/	M2		168,37	
	2020	CR			
92919	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DIVERSAS DE CONCRETO ARMADO, EXCETO VIGAS, PILARES,	KG			
	LAJES E FUNDAÇÕES, UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022				
I	39017 ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA V UN	AS	0,5430000	0,22	0,11
	ERGAHIAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM				
I	43132 ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,	KG	0,0250000	25,50	0,63
	01 KG/M)				
C	88238 AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H CR	0,0116000	17,55	0,20
C	88245 ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H CR	0,0709000	24,06	1,70
C	92803 CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_06/2022	KG CR	1,0000000	10,09	10,09
	MATERIAL	:	11,16	87,6484561 %	
	MAO DE OBRA	:	1,57	12,3515439 %	
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	12,73	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: AS
52915	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DIVERSAS DE CONCRETO ARMADO, EXCETO VIGAS, PILARES,	KG			
	LAJES E FUNDAÇÕES, UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022				
I	39017 ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA V UN	AS	1,1900000	0,22	0,26
	ERGAHIAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM				
I	43132 ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,	KG	0,0250000	25,50	0,63
	01 KG/M)				
C	88238 AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H CR	0,0316000	17,55	0,55
C	88245 ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H CR	0,1933000	24,06	4,65
C	92800 CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM. AF_06/2022	KG CR	1,0000000	10,54	10,54
	MATERIAL	:	11,63	69,8787879 %	
	MAO DE OBRA	:	5,00	30,1212121 %	
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	16,63	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: AS
103330	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 11,5X19X	M2			
	19 CM (ESPESSURA 11,5 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETON				
	EIRA. AF_12/2021				
I	34558 TELA DE AÇO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1, M	CR	0,4200000	3,02	1,26
	70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 10,5* CM				
I	37395 PINO DE AÇO COM FURO, HASTE = 27 MM (AÇAO DIRETA)	CENTO AS	0,0100000	38,74	0,38
I	38783 BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, FUROS NA HORIZON	CR	28,3100000	1,16	32,83
	TAL, 11,5 X 19 X 19 CM (NBR 15270)				

C	87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA M3	CR	0,0098000	602,71	5,90
EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO						
COM BETONEIRA 400 L. AF 08/2019						
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	1,2000000	24,24
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,6000000	17,16
		EQUIPAMENTO	:	0,01	0,0125549 %	
		MATERIAL	:	50,53	63,3647208 %	
		MAO DE OBRA	:	29,19	36,6101694 %	
		OUTROS	:	0,01	0,0125549 %	
		TOTAL COMPOSIÇÃO	:	79,74	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: AS
	87900	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONC	M2			
RETO DE FACHADA, COM ROLO PARA TEXTURA ACRÍLICA. ARGAMASSA TRAÇO 1:4 E EM						
ULSÃO POLIMÉRICA (ADESIVO) COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF 10/2022						
C	87325	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA GROSSA ÚMIDA) COM ADIÇÃO M3	CR	0,0015000	3.019,19	4,52
DE EMULSÃO POLIMÉRICA PARA CHAPISCO ROLADO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIR						
A 400 L. AF 08/2019						
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,1074000	24,24
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,0358000	17,16
		MATERIAL	:	5,29	68,3246074 %	
		MAO DE OBRA	:	2,44	31,6753926 %	
		TOTAL COMPOSIÇÃO	:	7,73	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: CR
	87775	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETON	M2			
EIRA 400 L, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS,						
ESPESSURA DE 25 MM. AF 06/2022						
I	37411	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,24 MM, M2	CR	0,1388000	17,19	2,38
MALHA 25 X 25 MM						
C	87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA M3	CR	0,0314000	602,71	18,92
EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO						
COM BETONEIRA 400 L. AF 08/2019						
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,6790000	24,24
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,6790000	17,16
		EQUIPAMENTO	:	0,05	0,1015022 %	
		MATERIAL	:	27,45	55,5623225 %	
		MAO DE OBRA	:	21,87	44,2752740 %	
		OUTROS	:	0,03	0,0609013 %	
		TOTAL COMPOSIÇÃO	:	49,40	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: CR
	87777	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADA M	M2			
	89453	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM (ESPESSURA 14 CM),	M2			
FBK = 4,5 MPA, UTILIZANDO PALHETA. AF 10/2022						
I	25070	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 39 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	CR	10,2040000	4,42
I	38589	MEIO BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 19 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	CR	1,4600000	2,53
I	38591	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 34 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	CR	1,4600000	4,04
I	38597	CANALETA DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 39 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	CR	0,9700000	4,98
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,4500000	24,24
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,4500000	17,16
C	88715	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA M3	CR	0,0113000	569,68	6,43
EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO						
COM BETONEIRA 400 L. AF 08/2019						
		EQUIPAMENTO	:	0,01	0,0118427 %	
		MATERIAL	:	70,67	83,5622929 %	
		MAO DE OBRA	:	13,87	16,4140217 %	
		OUTROS	:	0,01	0,0118427 %	
		TOTAL COMPOSIÇÃO	:	84,56	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: CR
	89996	ARMAÇÃO VERTICAL DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF 09/2021	KG			
I	34	ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	CR	1,0000000	8,89
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,0410000	17,55
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,0615000	24,06
		MATERIAL	:	9,51	85,8439202 %	
		MAO DE OBRA	:	1,56	14,1560798 %	
		TOTAL COMPOSIÇÃO	:	11,07	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: CR
	89998	ARMAÇÃO DE CINTA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF 09/2021	KG			
I	34	ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	CR	1,0000000	8,89
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,0325000	17,55
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,0488000	24,06
		MATERIAL	:	9,40	88,3412323 %	
		MAO DE OBRA	:	1,23	11,6587677 %	
		TOTAL COMPOSIÇÃO	:	10,63	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: CR
	89999	ARMAÇÃO DE VERGA E CONTRAVERGA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 8,0 MM	KG			
AF 09/2021						
I	33	ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	CR	1,0000000	9,43
C	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,1195000	17,55
C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,1792000	24,06
		MATERIAL	:	11,23	70,9390863 %	
		MAO DE OBRA	:	4,60	29,0609137 %	
		TOTAL COMPOSIÇÃO	:	15,83	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: CR

89993	GRAUTEAMENTO VERTICAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF 09/2021	M3			
C	88309 PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	8,2973000	24,24
C	88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	5,5315000	17,16
C	90279 GRAUTE FGK=20 MPA; TRAÇO 1:0,04:1,8:2,1 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ CAL/ AR M3	CR		1,2030000	547,73
	EIA GROSSA/ BRITA 0) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 09/2021				658,91
	EQUIPAMENTO	:	1,17	0,1225592	%
	MATERIAL	:	679,43	71,1472390	%
	MAO DE OBRA	:	272,92	28,5804072	%
	OUTROS	:	1,43	0,1497946	%
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	954,95	100,0000000	% - ORIGEM DE PREÇO: CR
89994	GRAUTEAMENTO DE CINTA INTERMEDIÁRIA OU DE CONTRAVERGA EM ALVENARIA ESTRUTU	M3			
	RAL. AF 09/2021				
C	88309 PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	4,8469000	24,24
C	88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	3,2313000	17,16
C	90279 GRAUTE FGK=20 MPA; TRAÇO 1:0,04:1,8:2,1 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ CAL/ AR M3	CR		1,2030000	547,73
	EIA GROSSA/ BRITA 0) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 09/2021				658,91
	EQUIPAMENTO	:	1,17	0,1407011	%
	MATERIAL	:	645,09	77,5503578	%
	MAO DE OBRA	:	184,14	22,1369731	%
	OUTROS	:	1,43	0,1719680	%
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	831,83	100,0000000	% - ORIGEM DE PREÇO: CR
89995	GRAUTEAMENTO DE CINTA SUPERIOR OU DE VERGA EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF 09/	M3			
	2021				
C	88309 PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	7,4148000	24,24
C	88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	4,9432000	17,16
C	90279 GRAUTE FGK=20 MPA; TRAÇO 1:0,04:1,8:2,1 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ CAL/ AR M3	CR		1,2030000	547,73
	EIA GROSSA/ BRITA 0) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 09/2021				658,91
	EQUIPAMENTO	:	1,17	0,1267385	%
	MATERIAL	:	670,64	72,6222975	%
	MAO DE OBRA	:	250,22	27,0960613	%
	OUTROS	:	1,43	0,1549027	%
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	923,46	100,0000000	% - ORIGEM DE PREÇO: CR

Fonte: (CAIXA, 2023).