

Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG
Curso de Engenharia Civil

MATHEUS HERIK BENTO DE ANDRADE
NATHAN VINICIUS BARBOSA SILVA

ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE
ALVENARIA ESTRUTURAL E ALVENARIA CONVENCIONAL

Publicação Nº 01

Goianésia - GO
2024

FICHA CATALOGRÁFICA

DE ANDRADE, MATHEUS HERIK BENTO. SILVA, NATHAN VINÍCIUS BARBOSA.

Análise comparativa de viabilidade econômica entre Alvenaria Estrutural e Alvenaria convencional 2024, 14P, 297 mm (ENC/FACEG, Bacharel, Engenharia Civil, 2024).

ARTIGO – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|------------------|-----------------|
| 1. Eficiência | 2. Planejamento |
| 3. Rentabilidade | 4. Alvenaria |
| I. ENC/FACEG | II. |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

DE ANDRADE, M. H. B. SILVA, N. V. B. Análise comparativa de viabilidade econômica entre Alvenaria Estrutural e Alvenaria Convencional. Artigo, Publicação 01 2024/2 Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG, Goianésia, GO, 14p. 2024.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Matheus Herik Bento de Andrade, Nathan Vinícius Barbosa Silva

TÍTULO DO TRABALHO DO ARTIGO: Análise comparativa de viabilidade econômica entre Alvenaria Estrutural e Alvenaria Convencional.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2024

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Documento assinado digitalmente
gov.br MATHEUS HERIK BENTO DE ANDRADE
Data: 16/12/2024 21:13:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Matheus Herik Bento de Andrade
Endereço: Rua 21 Nº 423 Setor Universitário
CEP 76382-039 – Goianésia/GO – Brasil

Documento assinado digitalmente
gov.br NATHAN VINICIUS BARBOSA SILVA
Data: 16/12/2024 21:16:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Nathan Vinícius Barbosa Silva
Endereço: Rua 05 Nº320 Negrinho Carrilho
CEP – 76.385.061 Goianésia/GO – Brasil

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, EM FORMA DE ARTIGO,
SUBMETIDO AO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG**

Aprovados por:

Documento assinado digitalmente
 **ROBSON DE OLIVEIRA FELIX**
Data: 17/12/2024 08:19:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Robson de Oliveira Félix, Mestre (FACEG)
(ORIENTADOR)**

Documento assinado digitalmente
 **IGOR CEZAR SILVA BRAGA**
Data: 17/12/2024 10:43:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Igor Cezar Silva Braga, Mestre (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

Documento assinado digitalmente
 **EDUARDO MARTINS TOLEDO**
Data: 18/12/2024 15:41:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Eduardo Martins Toledo, Mestre (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**Goianésia - GO
2024**

ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E ALVENARIA CONVENCIONAL

Matheus Herik Bento de Andrade¹, Nathan Vinicius Barbosa Silva², Robson de Oliveira Félix³

¹ Matheus Herik Bento de Andrade /FACEG - matheusherik2017@gmail.com.

² Nathan Vinicius Barbosa Silva /FACEG - barbosanathan05@gmail.com.

³ Robson de Oliveira Félix /FACEG -robsonfelix.eng2014@hotmail.com

Resumo: A indústria da construção, tem se adaptado a mudanças significativas, especialmente no Brasil durante o século XX. A busca por soluções eficazes para melhorar a produtividade impulsionou a adoção de métodos mais eficientes e sustentáveis na construção civil. Empresas brasileiras têm priorizado a economia nos canteiros de obras, enfrentando desafios devido à persistência de métodos ultrapassados. A diferença entre esses métodos é determinante na economia, planejamento e gestão de resíduos na construção civil, exigindo um planejamento preciso para minimizar incertezas e orientar decisões futuras. O objetivo elementar foi efetuar uma comparação entre dois métodos construtivos: alvenaria estrutural e alvenaria convencional com estrutura em concreto armado. Nessa análise foi abordado suas características qualitativas, vantagens e desvantagens, além de aspectos quantitativos, com o intuito de avaliar qual dos sistemas proporciona melhor economia. Para atingir os objetivos, a metodologia envolveu uma revisão de literatura para identificar as características de alvenaria estrutural e alvenaria convencional. Em seguida, foram coletados dados de custo, tempo e recursos de uma obra de referência de 6 pavimentos em alvenaria estrutural em Goianésia. Os resultados mostraram que o método de alvenaria estrutural oferece uma economia de aproximadamente 27% no custo da estrutura em relação ao concreto armado e alvenaria convencional. Além disso, o custo total da obra foi 6,12% menor para o sistema de alvenaria estrutural, destacando sua superioridade econômica sem prejudicar a qualidade estrutural ou a funcionalidade do projeto. As diferenças entre os métodos foram evidentes no consumo de materiais: enquanto o concreto armado apresentou maior uso de aço e concreto devido à separação entre estrutura e vedação, a alvenaria estrutural integrou esses elementos, reduzindo significativamente o consumo e o desperdício.

Palavras-chaves: Alvenaria estrutural, Economia, Eficiência; Planejamento;

Abstract: The construction industry has been adapting to significant changes, especially in Brazil during the 20th century. The search for effective solutions to improve productivity has driven the adoption of more efficient and sustainable methods in civil construction. Brazilian companies have prioritized savings on construction sites, facing challenges due to the persistence of outdated methods. The difference between these methods is decisive in the savings, planning and waste management in civil construction, requiring precise planning to minimize uncertainties and guide future decisions. The basic objective was to compare two construction methods: structural masonry and conventional masonry with reinforced concrete structure. This analysis addressed their qualitative characteristics, advantages and disadvantages, in addition to quantitative aspects, in order to evaluate which of the systems provides better savings. To achieve the objectives, the methodology involved a literature review to identify the characteristics of structural masonry and conventional masonry. Then, cost, time and resource data were collected from a reference project of 6 floors in structural masonry in Goianésia. The results showed that the structural masonry method offers savings of approximately 27% in the cost of the structure compared to reinforced concrete and conventional masonry. In addition, the total cost of the project was 6.12% lower for the structural masonry system, highlighting its economic superiority without compromising the structural quality or functionality of the project. The differences between the methods were evident in the consumption of materials: while reinforced concrete presented greater use of steel and concrete due to the separation between structure and sealing, structural masonry integrated these elements, significantly reducing consumption and waste.

Keywords: Structural masonry, Economy, Efficiency; Planning;

INTRODUÇÃO

Durante a metade do século XX, a elaboração de grandes conjuntos habitacionais no Brasil testemunhou uma significativa mudança paradigmática, caracterizada não apenas pela proliferação de sistemas construtivos inovadores, mas também pela emergência de uma preocupação primordial em encontrar soluções eficazes para a melhoria dos índices de produtividade na indústria da construção civil [1]. Neste cenário as empresas brasileiras têm direcionado suas prioridades para a adoção de métodos que possibilitem maior economia nos canteiros de obras, visando a redução de custos e o controle

financeiro. Entretanto, o setor ainda enfrenta desafios em relação a países mais desenvolvidos, devido à persistência de processos e produtos tradicionais ancorados em métodos construtivos ultrapassados. Nesse sentido, a busca incessante por reduzir custos e aumentar a eficiência tem impulsionado a realização de estudos comparativos entre diferentes métodos construtivos [2].

O sistema construtivo é um processo que engloba diversos elementos, todos alinhados para alcançar um resultado satisfatório [3]. Dentre os métodos construtivos a alvenaria estrutural emerge como uma alternativa vantajosa, especialmente em edifícios de múltiplos pavimentos com *layouts* repetitivos, onde a economia de

tempo e de custos se torna evidente. Esse método, no entanto, exige um planejamento minucioso e uma execução cuidadosa, pois há diferenças substanciais entre a alvenaria estrutural e a alvenaria convencional. Essas diferenças impactam diretamente nos custos, na eficiência da mão de obra, na utilização de recursos e na geração de resíduos. Portanto, a racionalização dos processos e um planejamento adequado são elementos fundamentais para a escolha do método mais apropriado, garantindo a eficácia e a eficiência do processo construtivo [4].

A alvenaria estrutural é um método em que os elementos responsáveis pela resistência estrutural são compostos por blocos de alvenaria projetados, dimensionados e executados de forma racional. Essa técnica pode ser classificada em armada, não armada e parcialmente armada, dependendo da utilização de armaduras de aço para aumentar a resistência estrutural. A alvenaria armada utiliza barras de aço posicionadas em locais estratégicos, enquanto a alvenaria não armada conta com reforços construtivos para evitar problemas patológicos, como fissuras. Já a alvenaria parcialmente armada combina ambas as técnicas, utilizando armaduras apenas em partes específicas da estrutura [5].

A alvenaria convencional, também conhecida como alvenaria de vedação, é uma técnica amplamente utilizada no Brasil e aplicável a diversos tipos de projetos, incluindo edificações de grande altura. Neste método, os blocos, não são projetados para resistir a forças além do seu próprio peso e, portanto, não atua como parte da estrutura principal. Sua função é basicamente dividir ambientes internos e proteger contra agentes externos, como chuva e vento, proporcionando conforto aos usuários. A alvenaria convencional permite cortes para a passagem de tubulações hidráulicas e elétricas, sendo relativamente fácil de alterar o *layout* de uma edificação durante ou após a construção, o que confere versatilidade ao método. Contudo, impõe limitações quanto à eficiência estrutural e à capacidade de suportar grandes cargas, quando comparada à alvenaria estrutural [6].

A diferença entre alvenaria convencional e alvenaria estrutural é um fator determinante na construção de estruturas, desde a fase de concepção até a execução. Existem diferenças significativas entre essas abordagens, que se refletem em aspectos como preços, eficiência da mão de obra, duração da obra, consumo de materiais e gestão de resíduos. O sistema convencional, por exemplo, tende a gerar mais resíduos e exige mais tempo de execução, enquanto a alvenaria estrutural é conhecida pela racionalização dos recursos e redução dos desperdícios, além de permitir uma obra mais rápida e eficiente. Portanto, um planejamento preciso e bem detalhado é essencial para minimizar incertezas e orientar decisões futuras no contexto da construção civil [7].

O objetivo deste trabalho é efetuar uma comparação entre os métodos construtivos de alvenaria estrutural e alvenaria convencional com estrutura em concreto armado, avaliando qual dos sistemas proporciona melhor economia. Para isso, será feita uma análise quantitativa dos dois métodos, considerando suas características técnicas e financeira. Especificamente, o estudo terá como base um projeto de edificação multifamiliar de seis pavimentos, em que serão comparados um modelo em alvenaria estrutural e outro em alvenaria convencional, ambos para a mesma edificação. A partir dessa análise, espera-se determinar qual método oferece o melhor custo-benefício e maior viabilidade econômica, além de identificar aspectos como consumo de materiais.

REFERENCIAL TEÓRICO

O concreto é um material de construção composto pela mistura de uma pasta de cimento e água, combinada com agregados miúdos e graúdos em proporções específicas, podendo também conter adições e aditivos químicos com o propósito de aprimorar algumas de suas propriedades básicas [8].

Assim como as pedras naturais, apresente alta resistência à compressão, tornando-o adequado para elementos estruturais sujeitos principalmente a esse tipo de

esforço, como pilares, suas propriedades frágeis e a baixa resistência à tração limitam seu uso em elementos sujeitos total ou parcialmente a esse tipo de tensão, tais como tirantes, vigas, lajes e outros elementos fletidos. Para superar essas limitações, o aço é incorporado ao concreto e posicionado estrategicamente na peça para resistir às tensões de tração. O aço também contribui significativamente para a resistência às tensões de compressão, especialmente em pilares [9].

Alvenaria estrutural é um sistema construtivo completo, com alto grau de racionalidade, que suporta e organiza os outros subsistemas da edificação. Esse sistema construtivo é um processo que envolve diversos elementos, todos voltados para a mesma linha de raciocínio para chegar a um resultado satisfatório. As paredes desempenham um papel fundamental nesse processo, não apenas como elementos de vedação, mas também como elementos estruturais capazes de resistir aos esforços [9].

Além disso é o método onde a estrutura é composta por paredes que trabalham como elementos portantes unidos por argamassa, compostos de alvenaria de blocos de concreto, armadura e graute em pontos específicos e são capazes de resistir a outras cargas além do peso próprio [10].

METODOLOGIA

Será feito uma comparação dos dois métodos, tendo como base o projeto arquitetônico e estrutural, bem como um levantamento quantitativo dos materiais e um orçamento detalhado incluindo a mão de obra, insumos e materiais necessários para execução do projeto completo e apresentar qual método é mais econômico.

Os projetos de arquitetura de uma edificação desempenham um papel crucial na construção civil, pois influencia não apenas a estética e a funcionalidade de uma estrutura, mas também sua viabilidade técnica, econômica e ambiental. O Projeto Arquitetônico utilizado como edifício-exemplo foi feito pela empresa M2 Arquitetura e está sendo executado pela THN Construtora na cidade de Goianésia – Goiás, sua fachada está retratada na Figura 1.

Figura 1 - Fachada Frontal do Edifício



Fonte: M2 Arquitetura.

Trata-se de um edifício residencial multifamiliar de alto padrão composto por térreo e 5 pavimentos tipo, cada pavimento possui quatro apartamentos sendo 2 apartamentos de 2 suítes sendo uma delas reversível, sala de jantar e estar integradas, cozinha, lavanderia, banheiro social, sacada, com área total do apartamento de 63,75 m² e pé direito de 2,70 m, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 -Planta Baixa do Apartamento de 63,75 m²



Fonte: M2 Arquitetura.

Ademais 2 apartamentos compostos por 2 suítes sendo uma delas reversível, quarto, sala de jantar e estar integradas, cozinha, lavanderia, banheiro social e sacada privativa, com área total do apartamento de 76,93 m², como pode ser visto na Figura 3. A área da circulação é de 35,03 m² composta de escada, hall escada e fosso elevador. Sendo a altura total do edifício de 24,41 m com o reservatório superior e barrilete.

Figura 3 - Planta Baixa do Apartamento de 76,93 m²



Fonte: M2 Arquitetura.

Projeto em alvenaria estrutural

O projeto de Alvenaria estrutural do edifício-exemplo foi elaborado pela Zhenge Engenharia e Estruturas. A fundação adotada no empreendimento foi do tipo estaca escavada com bloco de coroamento e executada com resistência característica à compressão (f_{ck}) do concreto de 20 MPa, foi executado um total de 83 estacas com 9 e 10 m de profundidade e 30, 40 e 50 cm de trado. Foram empregados grauteamento com f_{ck} de 15 MPa e barras de aço CA-50 em pontos especificados pelo projetista da estrutura, configurando a alvenaria estrutural parcialmente armada. O edifício apresentou uma carga vertical de 2031,3 tf. Os blocos utilizados na construção do edifício apresentam resistência mínima de 4,5 MPa, e tamanhos variados e utilizado argamassa de 2,4 MPa para assentamento dos blocos, todos atestados a partir de

ensaios em laboratório certificados através de Programa Setorial da Qualidade (PSQ). Toda a vedação e estrutura do prédio foi feito de alvenaria estrutural e para a instalação das tubulações de hidráulica, sanitária e gás fora utilizado de *shafts* de tijolos cerâmicos. A laje utilizada é do tipo treliçada armada em uma direção, feita com vigotas metálicas e preenchidas com lajotas em EPS. A Figura 4 apresenta a fachada da edificação em execução registrada em 19/04/2024.

Figura 4 - Fachada da Edificação



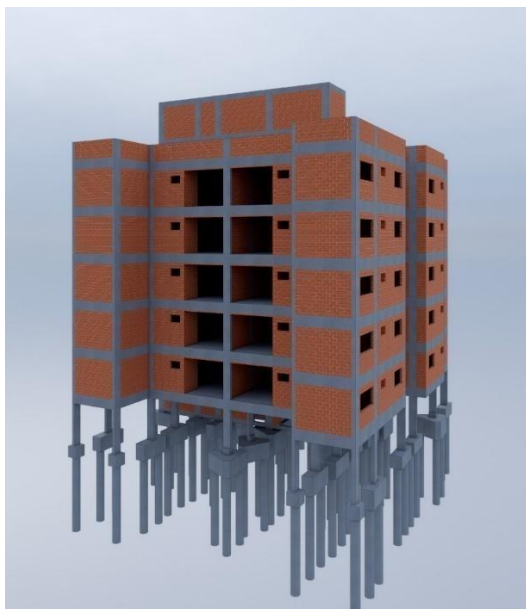
Fonte: Autor próprio

Projeto em alvenaria convencional

O projeto estrutural em concreto armado foi confeccionado com auxílio do *software* AltoQi Eberick 2024, que é um renomado *software* brasileiro de análise estrutural e dimensionamento de edificações em concreto armado. A estrutura foi modelada tendo como base o projeto arquitetônico mencionado anteriormente, levando em consideração as respectivas espessuras de paredes, pé direito, vãos de portas e janelas, escada e elevador, como é possível ver na Figura 5. Os pilares e vigas da estrutura foram modelados utilizando concreto de 30 MPa, cobrimento de 2,5 cm e barras de aço CA-50 e CA-60 que podem variar entre bitolas de 5.0mm até 16mm de acordo com o projeto, sendo que foi considerado o grau de agressividade II. A alvenaria de vedação foi feita utilizando

bloco cerâmico vazado com furo horizontal com a dimensão de 11,5x19x19cm e argamassa de assentamento com preparo em betoneira. A carga vertical total do projeto incluindo o peso próprio da estrutura, carga adicional e acidental é de 2226,04 tf.

Figura 5 – Alvenaria Convencional.



Fonte: Autor próprio.

A fundação adotada no projeto de concreto armado foi a estaca escavada com resistência característica a compressão de 25MPa, devido as necessidades de projeto, foram necessárias um total de 81 estacas com 50cm de diâmetro e 38 blocos de coroamento, sendo que o dimensionamento foi feito de acordo com a ABNT NBR 6122 (2022) [11] e os testes de SPT executados.

A laje utilizada foi a mesma utilizada no projeto de alvenaria estrutural sendo a laje treliçada em uma direção com preenchimento de lajotas em EPS.

O Dimensionamento foi executado seguindo todas as normas regulamentadoras vigentes, os carregamentos aplicados assim como os demais cálculos de concreto armado foram regidos pelas diretrizes estabelecidas pela ABNT NBR 6118 (2023) [12], os valores mínimos das cargas verticais aplicadas e ao peso específico dos materiais empregados na estrutura foram determinados conforme as especificações da ABNT NBR

6120 (2019) [13] e as forças devidas aos ventos segundo a ABNT NBR 6123 (2023) [14].

LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS

Com o objetivo de comparar a viabilidade econômica dos dois métodos construtivos foi realizado um levantamento de materiais e um orçamento do custo da edificação tendo como base a tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) do mês de setembro de 2024, que é uma ferramenta desenvolvida pelo Governo Federal do Brasil por meio da Caixa Econômica Federal em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ela é utilizada como referência para o Cálculo e atualização de custos relacionados à construção civil em todo País, também foi utilizado o preço de mercado da região de alguns materiais específicos.

Foi realizado o quantitativo de material dos dois métodos, levando em conta que para o sistema construtivo de alvenaria estrutural foram utilizados os seguintes materiais: Blocos de Concreto, Canaleta, Graute, Aço, argamassa de assentamento. E no projeto de concreto armado foi considerado os seguintes materiais: Bloco Cerâmico vazado com furo horizontal de 11,5x19x19cm e argamassa de assentamento, formas de Madeira, concreto com f_{ck} de 25 e 30 MPa e armadura de aço CA-50 e CA-60.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao comparar os métodos construtivos de Concreto Armado com alvenaria de vedação convencional e Alvenaria Estrutural, observa-se uma diferença marcante no consumo de materiais, com destaque para o uso de aço e concreto. O método de Concreto Armado é amplamente utilizado pela sua resistência e versatilidade, enquanto a Alvenaria Estrutural ganha destaque pela economia e eficiência no uso de recursos.

No método de Concreto Armado, o consumo total de aço é aproximadamente 25.328,1 kg, distribuído entre

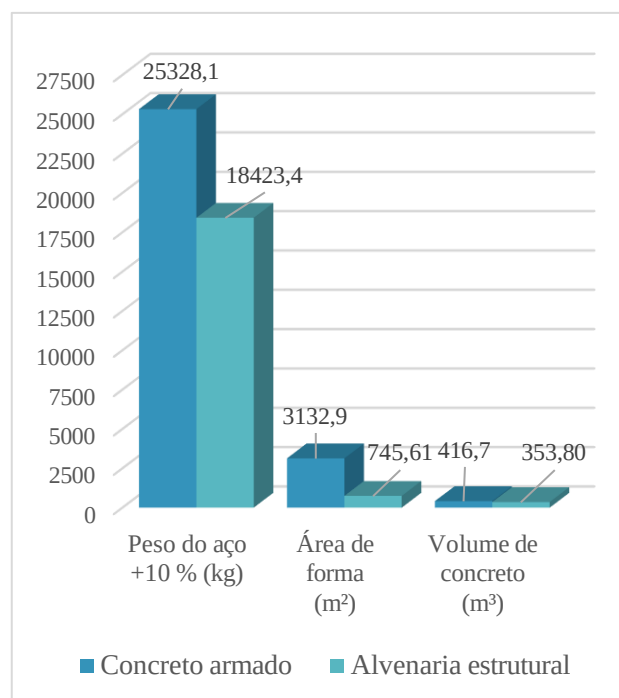
as categorias CA50 e CA60, aplicadas em vigas, pilares, lajes, escadas e fundações. O uso mais intenso de aço nesse sistema se explica pela necessidade de suportar e distribuir grandes cargas. Em contraste, a Alvenaria Estrutural, com um consumo reduzido de aço, cerca de 18.423,4 kg, incorpora as próprias paredes como elementos estruturais de suporte, diminuindo a necessidade de armaduras pesadas. Esse método também utiliza graute – uma argamassa estrutural – que complementa a estabilização da estrutura, sendo aplicado juntamente com o concreto.

No que se refere ao concreto, o método de Concreto Armado utiliza cerca de 416,7 m³, distribuídos entre as classes C-25 e C-30, selecionadas conforme as exigências de resistência dos elementos. No caso da Alvenaria Estrutural, o consumo total de concreto é menor, em torno de 353,8 m³, apresentando 15,09% de diferença, como visto na Figura 6, distribuído em diferentes classes de resistência, como C-15, C-20, C-25 e C-30. É importante ressaltar que o concreto C-15 é utilizado exclusivamente para o graute, que preenche as cavidades estruturais nas paredes e contribui para a integração e reforço da estrutura. A utilização de diferentes classes de concreto, especialmente com a exclusividade do C-15 para o graute, evidencia uma otimização de materiais, adequando a resistência de cada componente conforme suas necessidades específicas.

Comparando a eficiência do uso do aço em cada método, o Concreto Armado apresenta um consumo médio de 60,8 kg de aço por metro cúbico de concreto, enquanto a Alvenaria Estrutural consome 52,1 kg/m³. Esse índice sugere que a Alvenaria Estrutural oferece uma solução mais econômica e sustentável, especialmente em projetos onde as exigências de carga permitem esse sistema.

O método de Alvenaria Estrutural, com o uso exclusivo de concreto C-15 para o graute, mostra-se uma alternativa vantajosa na relação custo-benefício e no uso eficiente de materiais. A escolha entre os métodos, entretanto, deve considerar as características específicas de cada projeto, incluindo as demandas estruturais e de durabilidade, para assegurar a segurança e a viabilidade.

Figura 6 – Comparação de insumos total, Estrutura Concreto Armado x Alvenaria Estrutural



Fonte: Autor próprio.

No pavimento térreo, a comparação entre os métodos construtivos de Concreto Armado e Alvenaria Estrutural mostra diferenças significativas. No método de concreto armado, o maior consumo de materiais está concentrado nas vigas, que demandam 13.828,6 kg de aço e 167,0 m³ de concreto. Os pilares utilizam 7.623,3 kg de aço e 80,1 m³ de concreto, enquanto as lajes, escadas e fundações complementam o restante com valores menores, mas ainda expressivos. No total, esse método consome 25.328,1 kg de aço e 416,7 m³ de concreto, refletindo sua robustez e a necessidade de estruturas reforçadas para suportar cargas elevadas.

Por outro lado, na alvenaria estrutural, as vigas também são responsáveis pela maior parte do consumo de materiais, com 7.088,5 kg de aço e 58,2 m³ de concreto. Os pilares e as fundações têm um papel importante, mas utilizam menos aço e concreto em comparação ao concreto armado. As lajes e escadas possuem consumo semelhante em ambos os métodos, mas na alvenaria estrutural há uma categoria adicional, denominada graute, que utiliza 2.786,1

kg de aço. No total, esse método consome 18.423,4 kg de aço e 353,8 m³ de concreto.

A análise de cada componente evidencia que o concreto armado utiliza uma quantidade significativamente maior de aço e concreto em todos os elementos, exceto na escada, onde os valores são idênticos. Essa diferença pode ser explicada pelas funções distintas de cada método. No concreto armado, a separação entre estrutura e vedação exige o reforço em vigas, pilares e fundações. Já na alvenaria estrutural, a integração entre estrutura e vedação permite uma redução de materiais, especialmente no aço, que é cerca de 27% menor, e no concreto, com uma redução de aproximadamente 15%, conforme o Tabela 1.

A comparação entre os métodos construtivos de Concreto Armado e Alvenaria Estrutural também revela diferenças significativas na área de formas utilizadas. No método de Concreto Armado, a área total de formas necessárias é maior, pois cada elemento estrutural, como vigas, pilares, lajes, escadas e fundações, requer formas para moldagem e concretagem. Com base nos dados, a área total de formas nesse sistema é de aproximadamente 1.682,8 m² para vigas e 1.115,7 m² para pilares, somando grandes quantidades em toda a estrutura. Esse método exige formas em praticamente todos os elementos

estruturais, o que impacta no custo e no tempo de execução devido à necessidade de montagem e desmontagem.

Por outro lado, no método de Alvenaria Estrutural, a área de formas é reduzida, totalizando cerca de 459,3 m² para vigas e 191,7 m² para pilares, sendo que essas estruturas de concreto armado foram utilizadas apenas nos pilotis da estrutura em alvenaria estrutural. Essa diminuição significativa é resultado das paredes autoportantes, que, além de atuarem como divisórias, suportam as cargas, eliminando a necessidade de formas em diversos elementos. Assim, a Alvenaria Estrutural utiliza formas apenas para alguns componentes específicos, como vigas e escadas, o que reduz não só a quantidade de formas, mas também o tempo e o custo associados ao processo de moldagem.

Essa redução no uso de formas torna o método de Alvenaria Estrutural uma opção mais econômica e eficiente, especialmente em projetos onde a rapidez de execução e a redução de materiais são prioridades.

No estudo de viabilidade econômica comparativa entre os métodos de alvenaria convencional e alvenaria estrutural, os dados dos orçamentos indicam que a alvenaria estrutural apresenta vantagens econômicas significativas.

Tabela 1 – Comparação de insumos pavimento térreo.

TOTAL QUANTITATIVO DA ESTRUTURA - CONCRETO ARMADO X ALVENARIA ESTRUTURAL					
Método Construtivo	Elemento	Peso do aço +10 % (kg)	Volume de concreto (m³)	Área de forma (m²)	Consumo de aço (kg/m³)
Concreto Armado	Vigas	13.828,6	167,0	1.682,8	82,8
	Pilares	7.623,3	80,1	1.115,7	95,2
	Lajes	887,5	85,7	0,0	10,4
	Escadas	470,6	9,5	94,6	49,5
	Fundação	2.518,1	74,4	239,8	33,8
	Total	25.328,1	416,7	3.132,9	271,7
Alvenaria Estrutural	Vigas	7.088,5	58,2	459,29	121,8
	Pilares	2.285,7	13,8	191,7	165,6
	Lajes	887,5	85,7	0,0	10,4
	Escadas	470,6	9,5	94,6	49,5
	Fundação	4.905,0	164,7	128,1	29,8
	Graute	2.786,1	21,9	0,0	0
	Total	18.423,4	353,8	745,6	377,1

Fonte: Autor próprio.

Na análise do orçamento para a estrutura feita em alvenaria convencional e concreto armado, o custo total foi estimado em R\$ 1.552.555,66, como pode ser visto na Tabela 2. Esse valor é distribuído principalmente entre a execução de alvenaria de vedação e os componentes estruturais. A alvenaria de vedação, que utiliza blocos cerâmicos furados, representa aproximadamente 14% do orçamento, com um valor de R\$ 217.139,56. Os itens estruturais, por sua vez, incluem atividades de concretagem, armações com aço CA-50 e CA-60, e a fabricação de fôrmas, totalizando R\$ 1.335.416,09, ou 86% do orçamento. Cada item é detalhado quanto ao tipo de material, como o concreto e os vergalhões utilizados.

Por outro lado, o orçamento para o método de alvenaria estrutural apresenta um custo total inferior, de R\$ 1.130.172,79, como apresentado na Tabela 3. Esse orçamento também se divide entre a alvenaria e os elementos estruturais, porém, com um enfoque em blocos de concreto estrutural, que têm maior resistência ($f_{bk} = 4,5$

MPa). O custo da alvenaria estrutural é de R\$ 384.915,39, enquanto a parte estrutural, que inclui processos semelhantes de concretagem e armação, totaliza R\$ 745.257,40. Essa distribuição representa uma simplificação em relação ao método convencional, mantendo a especificação detalhada de insumos quanto ao tipo de aço, concreto, e custos por unidade.

O processo de escolha do sistema construtivo em uma obra envolve uma análise criteriosa de diversos fatores, sendo o custo um dos aspectos mais relevantes. Em projetos de médio e grande porte, como o atual, inicialmente orçado em R\$ 6.461.153,50, a seleção entre diferentes métodos de construção pode impactar significativamente o orçamento final. Entre os sistemas construtivos disponíveis, a alvenaria estrutural e a combinação de alvenaria convencional com estrutura em concreto armado são duas alternativas frequentemente consideradas, cada uma com características e implicações distintas em termos de custo e eficiência.

Tabela 2 – Orçamento Alvenaria Convencional

Código	Banco	Descrição	Und.	Quant.	Valor Unit.	Total
103330	SINAPI	alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 11,5x19x19 cm (espessura 11,5 cm) e argamassa de assentamento com preparo em betoneira.	m ²	2453	88,52	R\$ 217.139,56
96557	SINAPI	concretagem de bloco de coroamento ou viga baldrame, fck 30 MPa, com uso de bomba - lançamento, adensamento e acabamento.	m ³	342,3	813,42	R\$ 278.433,66
103684	SINAPI	concretagem de reservatórios, fck=25 MPa, com uso de bomba - lançamento, adensamento e acabamento.	m ³	74,4	747,56	R\$ 55.618,46
92760	SINAPI	armação de pilar ou viga de estrutura convencional de concreto armado utilizando aço ca-50 de 6,3 mm - montagem.	kg	1052,4	13,06	R\$ 13.744,34
00000032	SINAPI	aço ca-50, 6,3 mm, vergalhão	kg	1052,4	8,38	R\$ 8.819,11
92761	SINAPI	armação de pilar ou viga de estrutura convencional de concreto armado utilizando aço ca-50 de 8,0 mm - montagem.	kg	3754,7	12,26	R\$ 46.032,62
00000033	SINAPI	aço ca-50, 8,0 mm, vergalhão	kg	3754,7	8,43	R\$ 31.652,12
92762	SINAPI	armação de pilar ou viga de estrutura convencional de concreto armado utilizando aço ca-50 de 10,0 mm - montagem.	kg	4253,9	10,92	R\$ 46.452,58
00000034	SINAPI	aço ca-50, 10,0 mm, vergalhão	kg	4253,9	7,94	R\$ 33.775,96
92763	SINAPI	armação de pilar ou viga de estrutura convencional de concreto armado utilizando aço ca-50 de 12,5 mm - montagem.	kg	9401,8	9,19	R\$ 86.402,54
00043055	SINAPI	aço ca-50, 12,5 mm ou 16,0 mm, vergalhão	kg	11604,7	6,88	R\$ 79.840,34
92764	SINAPI	armação de pilar ou viga de estrutura convencional de concreto armado utilizando aço ca-50 de 16,0 mm - montagem.	kg	2202,9	8,89	R\$ 19.583,78
92759	SINAPI	armação de pilar ou viga de estrutura convencional de concreto armado utilizando aço ca-60 de 5,0 mm - montagem.	kg	4662,2	13,83	R\$ 64.478,22
00043059	SINAPI	aço ca-60, 4,2 mm, ou 5,0 mm, ou 6,0 mm, ou 7,0 mm, vergalhão	kg	4662,2	7,51	R\$ 35.013,12
92266	SINAPI	fabricação de fôrma para vigas, em chapa de madeira compensada plastificada, e = 18 mm.	m ²	3132,9	170,95	R\$ 535.569,25
					Total	R\$ 1.552.555,66

Fonte: Autor próprio.

Tabela 3 – Orçamento Alvenaria estrutural

Código	Banco	Descrição	Und.	Quant.	Valor Unit.	Total
89478	SINAPI	alvenaria de blocos de concreto estrutural, fbk = 4,5 MPa, utilizando colher de pedreiro.	m²	3500	60,04	R\$ 210.140,00
00038591	SINAPI	bloco de concreto estrutural 14 x 19 x 34 cm, fbk 4,5 MPa (NBR 6136)	un	4050	4,11	R\$ 16.645,50
00038589	SINAPI	meio bloco de concreto estrutural 14 x 19 x 19 cm, fbk 4,5 MPa (NBR 6136)	un	1299	2,57	R\$ 3.338,43
00025070	SINAPI	bloco de concreto estrutural 14 x 19 x 39 cm, fbk 4,5 MPa (NBR 6136)	un	25703	4,49	R\$ 115.406,47
00000001	próprio	bloco de concreto estrutural 4 x 14 x 19 cm, fbk 4,5 MPa	un	944	2,37	R\$ 2.237,28
00000002	próprio	bloco de concreto estrutural 9 x 14 x 19 cm, fbk 4,5 MPa	un	1110	2,60	R\$ 2.886,00
00000003	próprio	bloco de concreto estrutural 14 x 19 x 54 cm, fbk 4,5 MPa	un	786	7,45	R\$ 5.855,70
00000659	SINAPI	canaleta de concreto 14 x 19 x 19 cm (classe c - NBR 6136)	un	313	2,91	R\$ 910,83
00038600	SINAPI	canaleta de concreto estrutural 14 x 19 x 39 cm, fbk 14 MPa (NBR 6136)	un	3848	6,42	R\$ 24.704,16
00000004	próprio	canaleta de concreto estrutural 14 x 19 x 34 cm, fbk 4,5 MPa	un	1140	3,55	R\$ 4.047,00
96557	SINAPI	concretagem de bloco de coroamento ou viga baldrame, fck 30 MPa, com uso de bomba - lançamento, adensamento e acabamento.	m³	167,2	813,42	R\$ 136.003,82
103672	SINAPI	concretagem de pilares, fck = 25 MPa, com uso de bomba - lançamento, adensamento e acabamento.	m³	37,3	729,74	R\$ 27.219,30
102736	SINAPI	concretagem de boca para bueiro, fck = 20 MPa, com uso de bomba - lançamento, adensamento e acabamento.	m³	127,4	713,63	R\$ 90.916,46
90282	SINAPI	graute fgk=15 MPa; traço 1:2,2:2,5:0,3 (em massa seca de cimento/ areia grossa/ brita 0/ aditivo) - preparo mecânico com betoneira 400 l.	m³	21,86	499,64	R\$ 10.922,13
92760	SINAPI	armação de pilar ou viga de estrutura convencional de concreto armado utilizando aço ca-50 de 6,3 mm - montagem.	kg	1934,72	13,06	R\$ 25.267,44
00000032	SINAPI	aço ca-50, 6,3 mm, vergalhão	kg	1934,72	8,38	R\$ 16.212,95
92761	SINAPI	armação de pilar ou viga de estrutura convencional de concreto armado utilizando aço ca-50 de 8,0 mm - montagem.	kg	2479,65	12,26	R\$ 30.400,51
00000033	SINAPI	aço ca-50, 8,0 mm, vergalhão	kg	2479,65	8,43	R\$ 20.903,45
92762	SINAPI	armação de pilar ou viga de estrutura convencional de concreto armado utilizando aço ca-50 de 10,0 mm - montagem.	kg	2895,44	10,92	R\$ 31.618,20
00000034	SINAPI	aço ca-50, 10,0 mm, vergalhão	kg	2895,44	7,94	R\$ 22.989,79
92763	SINAPI	armação de pilar ou viga de estrutura convencional de concreto armado utilizando aço ca-50 de 12,5 mm - montagem.	kg	4090,61	9,19	R\$ 37.592,71
00043055	SINAPI	aço ca-50, 12,5 mm ou 16,0 mm, vergalhão	kg	9864,93	6,88	R\$ 67.870,72
92764	SINAPI	armação de pilar ou viga de estrutura convencional de concreto armado utilizando aço ca-50 de 16,0 mm - montagem.	kg	5774,32	8,89	R\$ 51.333,70
92759	SINAPI	armação de pilar ou viga de estrutura convencional de concreto armado utilizando aço ca-60 de 5,0 mm - montagem.	kg	1248,7	13,83	R\$ 17.269,52
00043059	SINAPI	aço ca-60, 4,2 mm, ou 5,0 mm, ou 6,0 mm, ou 7,0 mm, vergalhão	kg	1248,7	7,51	R\$ 9.377,74
92266	SINAPI	fabricação de fôrma para vigas, em chapa de madeira compensada plastificada, e = 18 mm.	m²	873,7	170,95	R\$ 149.359,02
					Total	R\$1.131.428,84

Fonte: Autor próprio

A análise comparativa entre os métodos construtivos, alvenaria estrutural e alvenaria convencional, revela diferenças significativas nos custos relacionados à estrutura e às etapas complementares da obra. O orçamento total considera tanto os valores específicos destinados à estrutura quanto os custos dos materiais e serviços necessários para a conclusão das demais etapas do projeto.

No caso da alvenaria estrutural, o custo da estrutura é de R\$ 1.131.428,84, enquanto os demais materiais e serviços necessários para etapas complementares, como cobertura, revestimentos, acabamento, instalações hidráulicas, sanitárias e elétricas, somam R\$ 5.329.725,50, resultando em um custo total de R\$ 6.461.153,50. Já para a alvenaria convencional, o custo

da estrutura é maior, alcançando R\$ 1.552.555,66, enquanto o custo das etapas complementares mantém-se no mesmo valor de R\$ 5.329.725,50, totalizando R\$ 6.882.281,15, conforme o Tabela 4.

Tabela 4 – Comparação do valor Total

Métodos	Alvenaria Convencional	Alvenaria Estrutural
Valor Estrutura (R\$)	1.552.555,65	1.131.428,84
Valor de etapas complementares (R\$)	5.329.725,50	5.329.725,50
Total	6.882.281,15	6.461.154,34
Diferença do valor total (R\$)	421.126,81	
Diferença do valor total (%)	6,12%	
Diferença do estrutural (%)	27,0%	

Fonte: Autor próprio.

As etapas complementares englobam serviços essenciais para a execução da obra, como instalações hidráulicas e elétricas, que incluem tubulações, fiações, reservatórios e quadros de energia, bem como os acabamentos, que abrangem revestimentos, pinturas e acessórios, além de cobertura, entre outras etapas e serviços que não estão ligadas diretamente à estrutura e fechamento. Além disso, etapas iniciais como movimentação de terra e fundações também fazem parte do custo total, sendo necessárias para garantir a base estrutural do projeto. Apesar de essas etapas apresentarem valores semelhantes entre os dois métodos construtivos, a alvenaria convencional pode gerar custos adicionais devido a adaptações e maior complexidade na execução da estrutura.

A diferença nos custos finais apresentados na Quadro 2 evidencia uma economia de 6,12% proporcionada pelo uso da alvenaria estrutural em comparação com a alvenaria convencional. Essa economia resulta principalmente da maior eficiência na execução da estrutura, enquanto as demais etapas da obra permanecem com custos inalterados. Essa diferença representa uma vantagem significativa para projetos que priorizam a otimização financeira sem comprometer a qualidade e a funcionalidade das demais fases construtivas.

Dessa forma, os dados reforçam que a alvenaria estrutural é uma escolha vantajosa para obras que buscam reduzir custos totais, preservando a eficiência nas etapas complementares e garantindo a competitividade do projeto no mercado da construção civil.

A comparação entre os métodos revela uma economia significativa ao optar pela alvenaria estrutural, que se traduz em um custo total 6,12% menor em relação ao método de alvenaria convencional com estrutura em concreto armado. Apesar de parecer uma diferença pequena em termos percentuais, essa economia representa uma redução substancial no orçamento para obras de grande porte, o que pode ser altamente vantajoso para construtoras e investidores que buscam uma gestão de recursos eficiente e racional.

O estudo realizado revela que, ao analisar exclusivamente os custos das estruturas, a alvenaria estrutural oferece uma economia de aproximadamente 27% em relação ao concreto armado. Esse valor é próximo, mas ligeiramente inferior ao apontado pelos autores Camacho [5] e Duarte [15], que indicam uma possível redução de custos de até 30% com a substituição do concreto armado pela alvenaria estrutural. Essa leve diferença pode ser atribuída a variações contextuais ou metodológicas específicas deste estudo, mas confirma a tendência geral observada por ambos os autores: a alvenaria estrutural é uma alternativa economicamente vantajosa para muitos tipos de edificações.

CONCLUSÃO

A análise dos métodos construtivos demonstra que a alvenaria estrutural oferece uma vantagem financeira significativa em comparação com a alvenaria convencional associada à estrutura de concreto armado. A escolha pela alvenaria estrutural resultou em uma economia de aproximadamente 6,12% em relação à alternativa de alvenaria convencional. Além disso, ao focar apenas nos custos das estruturas, observa-se que a alvenaria estrutural é cerca de 27% mais econômica que a estrutura em concreto armado. Essa diferença representa uma redução

substancial, especialmente em projetos de grande porte, contribuindo para uma gestão mais eficiente dos recursos sem comprometer a qualidade estrutural do edifício.

A alvenaria estrutural, ao integrar o sistema estrutural e de vedação, simplifica o processo construtivo e reduz a necessidade de materiais e mão de obra adicionais. Essa simplificação se traduz em uma economia que beneficia construtoras e investidores, reforçando a viabilidade econômica do empreendimento. Portanto, para projetos que buscam otimização de custos e eficiência sem abrir mão da funcionalidade e segurança, a alvenaria estrutural se revela como uma escolha estratégica, evidenciando seu valor tanto no planejamento quanto na execução de obras de médio e grande porte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COSTA, M. R. M. M.; FRANCO, L. S. Método construtivo de alvenaria de vedação de blocos de concreto celular autoclavado. 1996.
2. VIEIRA, H. F. Logística aplicada à construção civil: como melhorar o fluxo de produção nas obras - São Paulo: Editora Pini, 2006
3. PASTRO, R. Z. Alvenaria Estrutural sistema construtivo. Universidade São, 2007.
4. RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. Projeto de edifícios de alvenaria estrutural. São Paulo: PINI, 2003.
5. CAMACHO, Jefferson Sidney. PROJETO DE EDIFÍCIOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL. Ilha Solteira – Sp. 2006.
6. GONÇALVES, Leonardo Silva; CAZELLA, Pedro Henrique da Silva; AGIADO, Alan Cesar; PEDREIRO, Marcelo Rodrigo de Matos. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ALVENARIA CONVENCIONAL E ALVENARIA ESTRUTURAL. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S.L.], v. 8, n. 11, p. 2611-2618, 30 nov. 2022. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação. <http://dx.doi.org/10.51891/rease.v8i11.7851>.
7. KATO, Ricardo Bentes. Comparação entre o sistema construtivo convencional e o sistema construtivo em alvenaria estrutural segundo a teoria da construção enxuta. 2002. 104f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia) - Programa de pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
8. BASTOS, Paulo S. dos S. Fundamentos do concreto armado. Bauru: UNESP, 2006. Faculdade de Engenharia, departamento de engenharia civil. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/FUNDAMENTOS.pdf>> Acesso em: 20 Mar. 2024.
9. NILSON, A.H. ; DARWIN, D. ; DOLAN, C.W. Design of concrete structures. 14ª ed., McGraw Hill Higher Education, 2010, 795p.
10. MANZIONE, L. Projeto e execução de alvenaria estrutural. Editora O Nome da Rosa. São Paulo, 2004.
11. _____. NBR 6122/2022: Projeto e execução de fundações: procedimento. Rio de Janeiro, 2022.
12. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.. NBR 6118/2023: Projeto de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 2023.
13. _____. NBR 6120/2019: Ações para o cálculo de estruturas de edificações: procedimento. Rio de Janeiro, 2019.
14. _____. NBR 6123/2023: Forças devidas ao vento em edificações: procedimento. Rio de Janeiro, 2023.
15. DUARTE, R.B. Recomendações para o projeto e execução de edifícios de alvenaria estrutural. Porto Alegre: ANICER, 1999.