



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GABREIL WILLIAM SILVA DIAS

**ANÁLISE COMPARATIVA DO ORÇAMENTO
DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM ALVENARIA ESTRUTURAL E
ALVENARIA CONVENCIONAL EM CONCRETO ARMADO: um estudo de
caso em Bacabal, MA.**

Bacabal

2024

GABRIEL WILLIAM SILVA DIAS

**ANÁLISE COMPARATIVA DO ORÇAMENTO
DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM ALVENARIA ESTRUTURAL E
ALVENARIA CONVENCIONAL EM CONCRETO ARMADO: um estudo de
caso em Bacabal, MA.**

Trabalho de Conclusão de Curso do
tipo monografia apresentado à Banca
Examinadora do curso de Engenharia
Civil para análise e aprovação.
Orientadora: Prof. Me. Natália Barros
Falcão Cutrim
Co-orientador: Gabriel Gregório
Sousa Pereira

Bacabal

2024

D536a Dias, Gabriel William Silva.

Análise Comparativa do orçamento de uma residência unifamiliar em alvenaria estrutural e alvenaria convencional em concreto armado: Estudo de caso em Bacabal-MA / Gabriel William Silva Dias – Bacabal-MA, 2024.

00 f: il.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil Bacharelado - Universidade Estadual do Maranhão-UEMA/ Campus Bacabal-MA, 2024.

Orientador: Prof^ª Mestre Natália Barros Falcão Cutrim

1. Concreto Armado 2. Alvenaria Estrutural 3. Orçamento
4. Economia 5. Estruturas 6. Segurança

CDU: 330: 62

Elaborada por Poliana de Oliveira Ferreira CRB/13-702 MA

GABRIEL WILLIAM SILVA DIAS

**ANÁLISE COMPARATIVA DO ORÇAMENTO
DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM ALVENARIA ESTRUTURAL E
ALVENARIA CONVENCIONAL EM CONCRETO ARMADO: um estudo de
caso em Bacabal, MA.**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de
Engenharia Civil Bacharelado da
Universidade Estadual do Maranhão
- Campus Bacabal como requisito
parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Civil

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profª. Me.Natália Barros Falcão Cutrim.(Orientadora)
UEMA – Campus Bacabal

_____ 1º examinador

_____ 2º examinador

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho não seria possível sem o apoio incondicional e o carinho de pessoas especiais, às quais expressam minha sincera gratidão. Primeiramente, dedico este trabalho a minha amada avó paterna, Graciete M. que até aqui, exerceu papel de pai, mãe, avó e é a base da minha vida, e cuja sabedoria e amor criou uma marca que jamais será apagada em minha jornada pessoal, acadêmica e profissional. Sua influência positiva e inspiração permanecerão comigo para sempre.

À minha mãe Maria Gorete, cujo amor, apoio e incentivo foram pilares fundamentais em todos os momentos desta jornada acadêmica. Sua força e dedicação são fontes constantes de inspiração.

À minha orientadora, Prof. Me. Natália Falcão, expresso minha profunda gratidão pela paciência, orientação e colaboração dedicadas ao longo deste processo. Sua experiência e comprometimento foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu professor, co-orientador Gabriel Gregório que além de inspiração para escolha do ramo de atuação na Engenharia Civil, tornou-se um grande amigo ao longo desta caminhada acadêmica.

Por fim, não poderia deixar de agradecer à minha tia paterna, que não só desempenhou o papel de tia, mas também de segunda mãe. Seu apoio constante, encorajamento, acolhimento e amor foram fundamentais para superar desafios e alcançar conquistas.

A todos, meus mais sinceros agradecimentos. Suas contribuições e presença tornaram esta jornada acadêmica mais significativa e enriquecedora.

RESUMO

Este trabalho revisa a literatura sobre a análise comparativa de custos entre a alvenaria estrutural e a alvenaria convencional em concreto armado para residências unifamiliares, com o objetivo de determinar qual método construtivo é mais econômico.

Os resultados indicam que uma alvenaria estrutural é mais econômica e eficiente para projetos de pequeno e médio porte, enquanto uma alvenaria convencional é preferível para estruturas que necessitam de alta resistência. A escolha do método deve considerar uma avaliação abrangente dos custos diretos e indiretos, tempo de construção e requisitos do projeto. A revisão de normas técnicas e dados estudados por outros autores foram essenciais para garantir uma análise fundamentada.

Palavras-chave: alvenaria estrutural, concreto armado, métodos construtivos, custos.

ABSTRACT

This paper reviews the literature on the comparative cost analysis between structural masonry and conventional reinforced concrete masonry for single-family homes, with the aim of determining which construction method is more economical.

The results indicate that structural masonry is more economical and efficient for small and medium-sized projects, while conventional masonry is preferable for structures that require high resistance. The choice of method should consider a comprehensive assessment of direct and indirect costs, construction time and project requirements. The review of technical standards and data studied by other authors were essential to ensure a well-founded analysis.

Keywords: structural masonry, reinforced concrete, construction methods, costs.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo Geral	12
2.2	Objetivo Específico.....	12
3	METODOLOGIA.....	13
4	CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO	14
5	ALVENARIA ESTRUTURAL	14
5.1	Materiais Utilizados	16
6	ALVENARIA CONVENCIONAL EM CONCRETO ARMADO.....	18
6.1	Materiais Utilizados	19
7	COMPARAÇÃO ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E ALVENARIA CONVENCIONAL.....	21
8	VANTAGENS E DESVANTAGENS ENTRE OS MÉTODOS	23
9	APLICAÇÕES	25
10	ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS.....	27
10.1	Metodologia de Análise de Custos.....	27
10.2	Custos de Materiais	28
10.3	Blocos e Tijolos	30
10.4	Concreto e Aço	32
10.5	Argamassas e Revestimentos	33
10.6	Custo de Mão de Obra.....	33
10.7	Comparação e Impactos nos custos totais	35
10.8	Tempo de Construção e Custos Associados	37
11	DISCUSSÃO DE RESULTADOS	39
11.1	Análise Comparativa de Custos	39
11.2	Vantagens Econômicas e Operacionais	39
12	Considerações Finais.....	41
	REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico na Construção Civil com o passar dos anos tem acelerado cada vez mais. A demanda por habitação e empreendimentos sustentáveis tem se tornado amplamente discutidos nesse mercado, devido a grandes desafios encontrados na construção civil no que se diz respeito ao meio ambiente.

Com os avanços dos estudos, hoje existem diversas tipologias de construção/métodos construtivos que podem garantir (cada um com suas peculiaridades) conforto, segurança, economia e qualidade para cada tipo de projeto. A escolha do sistema construtivo é uma decisão fundamental em qualquer projeto de construção civil. Dentre os diversos métodos disponíveis, a alvenaria estrutural e a alvenaria em concreto armado destacam-se como opções populares para a construção de residências unifamiliares ou outros tipos de edificações, comerciais ou multifamiliares.

Visando abordar a problemática sobre qual método de construção - alvenaria estrutural ou alvenaria convencional em concreto armado - oferece uma economia mais significativa no orçamento de uma residência unifamiliar, este trabalho justifica-se pela necessidade de identificar dentre os métodos construtivos apresentados, quais das opções geram economia mais significativa na construção de uma residência unifamiliar e sua viabilidade na cidade de Bacabal, MA. Além disso, ser o ponto de partida para novos estudos voltados a prática de métodos alternativos que visam além da segurança e sustentabilidade, uma economia em obras de grande e pequeno porte na região. Assim a pesquisa oferece uma fundamentação teórica sólida para a prática profissional, incentivando a adoção de métodos construtivos mais eficientes de acordo com a realidade de cada projeto.

Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é realizar um estudo comparativo dos custos de forma simplificada entre o sistema construtivo em Alvenaria Estrutural e o sistema convencional mais utilizado na cidade de Bacabal (MA) – Concreto Armado com vedação em bloco cerâmico. De forma mais específica, buscou-se comparar as vantagens e desvantagens dos diferentes sistemas estruturais empregados na construção de residências

unifamiliares na cidade de Bacabal, MA; demonstrar as peculiaridades e atrativos de cada um dos métodos construtivos; levantar os insumos de maiores representatividade no custo global de cada método construtivo; analisar a maior viabilidade econômica dentre os sistemas estruturais apresentados neste trabalho.

A metodologia utilizada compreendeu-se a partir de uma revisão bibliográfica afim de se conhecer um pouco mais sobre cada método construtivo e as especificidades de cada um deles. Além disso, foi realizada uma entrevista informal com o engenheiro responsável pelo controle de qualidade de uma empresa de concreto (Koncretek) na cidade de Bacabal.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo comparativo orçamentário entre o sistema construtivo em Alvenaria Estrutural e o sistema convencional mais utilizado na cidade de Bacabal (MA) – Concreto Armado com vedação em bloco cerâmico.

2.2 Objetivos Específicos

Comparar as vantagens e desvantagens dos diferentes sistemas estruturais empregados na construção de residências unifamiliares na cidade de Bacabal, MA;

Demonstrar as peculiaridades e atrativos de cada um dos métodos construtivos;

Levantar os insumos de maiores representatividade no custo global de cada método construtivo;

Analisar a maior viabilidade econômica dentre os sistemas estruturais apresentados neste trabalho.

3. METODOLOGIA

Aqui serão abordados todos os aspectos metodológicos da pesquisa realizada, descrevendo-se os procedimentos necessários e úteis para a realização de um estudo comparativo orçamentário simples entre o sistema construtivo em Alvenaria Estrutural e o sistema convencional mais utilizado na cidade de Bacabal (MA) – Concreto Armado com vedação em bloco cerâmico.

Este estudo tem por finalidade realizar uma pesquisa de natureza básica, uma vez que gera conhecimento, trazendo comparativos de métodos construtivos já existentes através da releitura de outros autores que trazem importantes ressalvas acerca da problemática.

Para alcançar os objetivos propostos e melhor apreciação deste trabalho, foi utilizada uma abordagem qualitativa.

Com intuito de conhecer a problemática sobre métodos alternativos para a construção de residências unifamiliares foi realizada uma pesquisa descritiva.

Para a obtenção dos dados necessários, foram utilizadas um breve levantamento acerca da disponibilidade de materiais para execução de residências em Alvenaria Estrutural.

4. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

O presente trabalho será realizado tendo base a análise de diferentes autores acerca da viabilidade da construção de residências populares em Alvenaria Estrutural na cidade de Bacabal (MA), comparando-a com o método construtivo em Concreto Armado. Alguns aspectos vivenciados por outros autores durante seus estudos serão apresentados na pesquisa, com intuito de chegar a um resultado de custo menor de construção analisando diferentes métodos construtivos.

Este estudo pretende trazer de forma simples e didática uma demonstração de dois diferentes métodos construtivos abordando características peculiares de cada um destes.

5. ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural, uma técnica de construção milenar, teve suas origens nas primeiras civilizações, sendo amplamente utilizada pelos romanos em obras monumentais como o Coliseu e aquedutos. De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), no Brasil, seu uso ganhou relevância a partir da década de 1960 de acordo com a crescente demanda por habitações populares. Segundo Souza e Giongo (2000), a alvenaria estrutural se consolidou como uma alternativa viável e econômica, proporcionando rapidez na construção e redução de custos. Essa técnica se distingue por utilizar blocos de concreto ou cerâmica com função estrutural, eliminando a necessidade de pilares e vigas convencionais.

Figura 1 – Elevação em Alvenaria Estrutural com blocos de concreto



Fonte: ARAÚJO (2020)

A evolução tecnológica dos materiais e métodos construtivos aprimorou a alvenaria estrutural, tornando-a uma opção competitiva no mercado da construção civil. Estudos de autores como Sabbatini (1997) destacam que as inovações em blocos estruturais e argamassas de alta resistência contribuíram para a popularização dessa técnica. Além disso, o uso de softwares de análise estrutural permite otimizar projetos, garantindo segurança e eficiência. Dessa forma, a alvenaria estrutural passou a ser empregada não apenas em habitações populares, mas também em edificações comerciais e industriais.

Nos dias de hoje, a alvenaria estrutural é amplamente utilizada em projetos de construção civil, especialmente em regiões que buscam soluções mais econômicas e sustentáveis, como as regiões mais ao Centro- Sul do país. Autores como Lima e Gonçalves (2010) apontam que essa técnica oferece vantagens significativas, como a redução do desperdício de materiais e a menor demanda por mão-de-obra especializada. Assim, a alvenaria estrutural se apresenta como uma alternativa viável e eficiente para a construção de

residências unifamiliares, destacando-se pela sua capacidade de atender às exigências modernas de sustentabilidade e economia.

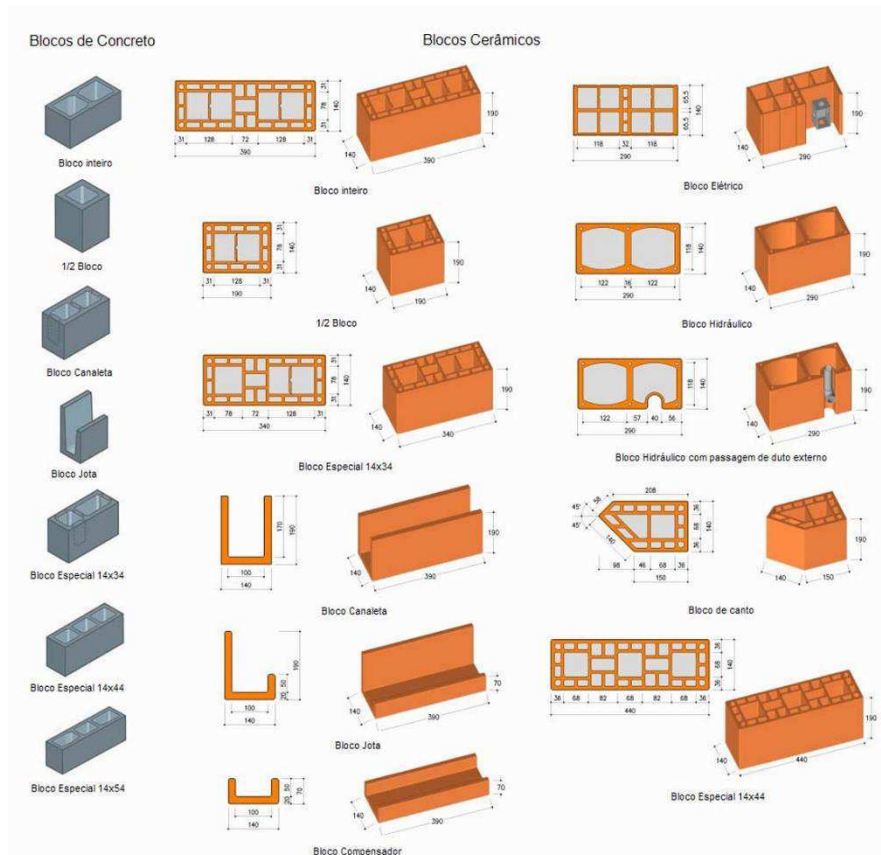
A alvenaria estrutural é um método construtivo antigo que está marcada na história através de diversas obras da antiguidade compostas por blocos de pedra (MOHAMED, 2020). Neste método construtivo, destaca-se a simplicidade e eficiência na sustentação de cargas verticais e horizontais por meio de paredes de alvenaria. Esse sistema se diferencia dos métodos convencionais, como o concreto armado, por dispensar o uso de vigas e pilares, utilizando as próprias paredes como elementos portantes da estrutura, ou seja, que é capaz de suportar cargas além de seu próprio peso como define a NBR 8798/85.

5.1 Materiais

A alvenaria estrutural é caracterizada pelo uso de blocos que desempenham simultaneamente a função estrutural e de vedação. Segundo a NBR 15961-1:2011, que trata da alvenaria estrutural com blocos de concreto, esses blocos devem atender a requisitos específicos de resistência, durabilidade e dimensões. Os blocos podem ser de concreto ou cerâmicos, cada qual com suas particularidades e aplicações. Os blocos de concreto são amplamente utilizados devido à sua alta resistência à compressão e flexibilidade de produção em diferentes formatos e tamanhos (PINHEIRO, 2010).

Os blocos cerâmicos, por sua vez, possuem vantagens como melhor isolamento térmico e acústico, além de serem mais leves, o que facilita o manuseio e a redução de cargas nas fundações. A NBR 15270-2:2005 estabelece os critérios para os blocos cerâmicos estruturais, incluindo as especificações de resistência e absorção de água, fundamentais para garantir a durabilidade das construções (FERREIRA, 2004). Além dos blocos, a argamassa de assentamento e de revestimento desempenha um papel crucial na alvenaria estrutural, sendo responsável pela ligação entre os blocos e pelo acabamento superficial.

Figura 2: tipos de blocos



Fonte: (CAMACHO, 2006)

Conforme as especificações de cada projeto é que deve ser escolhido o tipo de material a ser utilizado, além de se considerar fatores como disponibilidade na região, custo e propriedades específicas. De acordo com Souza e Giongo (2000), a qualidade dos materiais é determinante para o desempenho global da alvenaria estrutural. Portanto, é essencial seguir as normas técnicas e utilizar materiais de qualidade comprovada para garantir a segurança e a eficiência das edificações. Além disso, avanços tecnológicos, como o desenvolvimento de argamassas poliméricas e blocos com aditivos especiais, têm ampliado as possibilidades de aplicação e melhorado o desempenho das construções em alvenaria estrutural.

6. ALVENARIA CONVENCIONAL EM CONCRETO ARMADO

O método construtivo em concreto armado é uma técnica construtiva que combina alvenaria com a estrutura de concreto armado, utilizando tijolos ou blocos para vedação e elementos em concreto armado para suportar as cargas estruturais. Essa técnica é amplamente empregada devido à sua versatilidade e capacidade de suportar grandes cargas, além de permitir uma maior liberdade no design arquitetônico. Segundo a NBR 6118:2023, que trata do projeto de estruturas de concreto – o concreto armado deve ser dimensionado para suportar as tensões de compressão e tração, garantindo a segurança e durabilidade da edificação.

Os materiais utilizados na alvenaria convencional em concreto armado incluem tijolos de cerâmica, blocos de concreto, aço para as armaduras e o próprio concreto. Os tijolos cerâmicos, fabricados a partir de argila, são frequentemente utilizados devido à sua boa resistência mecânica e propriedades térmicas e acústicas. De acordo com Souza e Giongo (2000), os blocos de concreto, que podem ser sólidos ou vazados, são outra opção popular, especialmente em projetos que demandam maior rapidez na construção. A NBR 6136:2016 especifica os requisitos para blocos de concreto, incluindo resistência à compressão e absorção de água.

A utilização de concreto armado nas estruturas oferece uma série de vantagens, como a possibilidade de criar vãos maiores e formas arquitetônicas mais complexas. Autores como Neville (1997) destacam que a combinação do concreto com o aço resulta em um material com excelente comportamento sob esforços de compressão e tração. A NBR 7480:2007, que regulamenta as barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado, especifica os requisitos quanto à composição química, propriedades mecânicas e marcação das barras, garantindo a qualidade do material utilizado. Dessa forma, a alvenaria convencional em concreto armado se mantém como uma técnica essencial na construção civil contemporânea, atendendo às demandas por edificações seguras e duráveis.

6.1 Características Dos Materiais Utilizados

A alvenaria convencional em concreto armado utiliza uma combinação de materiais que desempenham papéis específicos para garantir a resistência e durabilidade das estruturas. O concreto, composto por cimento, agregados (areia e brita) e água, é o principal material utilizado. A NBR 6118:2023 define os requisitos para o projeto de estruturas de concreto armado, destacando a importância da qualidade dos materiais para garantir a segurança estrutural. A correta dosagem dos componentes do concreto é essencial para obter a resistência desejada e minimizar problemas como fissuras e deformações.

O aço é outro componente crucial na composição do concreto armado, utilizado como armadura para absorver os esforços de tração que o concreto, por si só, não é capaz de suportar. Segundo a NBR 7480:2007, as barras e fios de aço destinados às armaduras para concreto armado devem cumprir requisitos rigorosos de composição química e propriedades mecânicas. Araújo (2005) enfatiza que a escolha adequada do aço e seu correto posicionamento nas formas e a garantia do cobrimento são fundamentais para a eficiência do concreto armado, assegurando que as estruturas possam suportar cargas elevadas e oferecer maior durabilidade.

Os blocos cerâmicos e de concreto são comumente usados na alvenaria convencional para vedação e suporte das estruturas de concreto armado. Esses blocos devem atender aos padrões de resistência e qualidade especificados na NBR 6136:2016 para blocos de concreto e na NBR 15270:2017 para blocos cerâmicos. Souza e Giongo (2000) observam que a uniformidade dimensional e a resistência à compressão dos blocos são características essenciais para garantir a estabilidade e integridade das paredes. A escolha entre blocos de concreto ou cerâmicos pode influenciar o desempenho térmico e acústico das edificações e estará diretamente ligada as especificações de projeto ou orçamento do construtor.

A argamassa, utilizada para assentamento dos blocos e revestimentos, desempenha um papel vital na alvenaria convencional. Conforme Campos (2016), a qualidade da argamassa afeta diretamente a aderência entre os blocos e a resistência final das paredes. A NBR 13281:2005 estabelece os requisitos

para argamassas de revestimento e assentamento, destacando a importância de uma composição balanceada para garantir boa trabalhabilidade e resistência mecânica. A mistura correta dos componentes da argamassa torna-se indispensável para evitar patologias na construção, como fissuras e desagregações.

A interação entre os diferentes materiais utilizados na alvenaria convencional em concreto armado é complexa e requer um planejamento cuidadoso. A integração do concreto com o aço, conforme Araújo (2005), permite a construção de estruturas robustas e duráveis, capazes de suportar cargas significativas. A escolha dos blocos e argamassas adequados complementa essa combinação, resultando em paredes e estruturas que atendem às exigências de segurança e conforto. A aplicação correta das NBRs garante que cada componente contribua de forma eficiente para a integridade e longevidade das edificações.

Além dos materiais principais, a alvenaria convencional pode incorporar aditivos químicos ao concreto e à argamassa para melhorar suas propriedades. Segundo Neville (1997), aditivos plastificantes e retardadores de pega são comumente utilizados para aumentar a trabalhabilidade e controlar o tempo de cura do concreto. Esses aditivos permitem a execução de estruturas mais complexas e com melhor acabamento, atendendo às demandas dos projetos arquitetônicos contemporâneos. A NBR 11768:2011 fornece diretrizes para a utilização de aditivos em concretos e argamassas, assegurando a melhoria das propriedades dos materiais sem comprometer a qualidade final.

Em resumo, a alvenaria convencional em concreto armado é uma técnica construtiva que depende da interação harmoniosa de vários materiais, cada um com características específicas e regulamentadas por normas técnicas. A compreensão das propriedades e das interações desses materiais, conforme descrito por autores como Araújo (2005) e Campos (2016), é fundamental para o sucesso dos projetos de construção civil. A correta aplicação das NBRs garante que as edificações sejam seguras, duráveis e capazes de atender às exigências modernas de desempenho e sustentabilidade.

7. COMPARAÇÃO ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL E ALVENARIA CONVENCIONAL

A alvenaria estrutural e a alvenaria convencional em concreto armado são duas técnicas amplamente utilizadas na construção civil, cada uma com suas características, vantagens e desvantagens. A alvenaria estrutural, conforme descrito pela NBR 15812-1:2010, utiliza blocos de concreto ou cerâmica como elementos estruturais, eliminando a necessidade de pilares e vigas convencionais. Essa técnica é conhecida por sua economia de materiais e rapidez na execução, características que a tornam ideal para projetos de habitação de interesse social. Souza e Giongo (2000) destacam que a alvenaria estrutural proporciona uma construção mais limpa e com menor desperdício de materiais, uma vez que se reduz drasticamente a necessidade de quebrar ou cortar paredes para integração de outras instalações na construção.

Por outro lado, a alvenaria convencional em concreto armado combina tijolos ou blocos (apenas como vedação) com estruturas de concreto armado, conforme especificado pela NBR 6118:2023. Essa técnica oferece maior flexibilidade arquitetônica e permite a construção de edifícios mais altos e com formas mais complexas, uma vez que o concreto armado permite que se molde diferentes formas de estruturas. Campos (2016) ressalta que o esse método construtivo é capaz de suportar grandes cargas e resistir a esforços de tração e compressão, proporcionando segurança e durabilidade às edificações. A integração do aço no concreto armado, garante que as estruturas possam suportar cargas significativas e oferecer maior durabilidade.

Quando se comparam os custos das duas técnicas, a alvenaria estrutural tende a ser mais econômica devido ao menor consumo de materiais e à rapidez na execução. Conforme Neville (1997), a redução do tempo de construção e do uso de formas e escoramentos contribui significativamente para a diminuição dos custos. No entanto, a alvenaria convencional em concreto armado pode ser mais vantajosa em projetos que requerem maior flexibilidade de design e resistência estrutural. Araújo (2005) aponta que, embora o custo inicial possa ser mais alto, a durabilidade e a robustez das estruturas de concreto armado podem compensar o investimento ao longo do tempo.

Em termos de sustentabilidade, a alvenaria estrutural apresenta vantagens devido ao menor desperdício de materiais e à utilização de blocos que podem ser produzidos localmente, reduzindo o impacto ambiental do transporte. A NBR 15812-1:2010 enfatiza a importância de utilizar blocos de boa qualidade para garantir a eficiência estrutural e minimizar patologias. Por outro lado, a alvenaria convencional em concreto armado pode incorporar aditivos e materiais reciclados no concreto, conforme descrito por Neville (1997), contribuindo para práticas de construção mais sustentáveis.

A análise de desempenho térmico e acústico também revela diferenças entre as duas técnicas. Os blocos cerâmicos utilizados na alvenaria estrutural possuem boas propriedades de isolamento térmico e acústico, tornando-os ideais para climas quentes, como em Bacabal, MA. A NBR 15270:2017 especifica os requisitos para blocos cerâmicos, garantindo que esses elementos proporcionem conforto térmico e acústico. Já a alvenaria convencional em concreto armado, embora eficiente em termos estruturais, pode necessitar de revestimentos adicionais para alcançar níveis semelhantes de isolamento.

A escolha entre alvenaria estrutural e alvenaria convencional em concreto armado deve considerar diversos fatores, incluindo o tipo de projeto, as condições locais, o orçamento e as exigências de desempenho. Souza e Giongo (2000) sugerem que a alvenaria estrutural é mais adequada para projetos padronizados e de menor porte, enquanto Campos (2016) argumenta que o projeto em concreto armado é ideal para construções mais complexas e de maior escala. A aplicação correta das técnicas é essencial para garantir a eficiência de qualquer projeto.

Com isso, tanto a alvenaria estrutural quanto a alvenaria convencional em concreto armado têm seu espaço na construção civil, cada uma com suas vantagens e limitações. A compreensão das características de cada técnica, conforme descrito por autores como Araújo (2005) e Neville (1997), permite que engenheiros e arquitetos façam escolhas informadas, alinhadas com os objetivos e necessidades de seus projetos. A correta aplicação das normas técnicas, garante que as edificações sejam seguras, eficientes e duráveis, independentemente da técnica escolhida.

8. VANTAGENS E DESVANTAGENS

A escolha entre alvenaria estrutural e alvenaria convencional em concreto armado envolve a análise de diversas vantagens e desvantagens, considerando fatores como custo, tempo de execução, flexibilidade de design e desempenho estrutural. A alvenaria estrutural é amplamente reconhecida por sua eficiência econômica. Segundo Souza e Giongo (2000), essa técnica utiliza menos material e requer menos mão de obra especializada, quando não se há a necessidade de um armador ou profissional da carpintaria na utilização de formas como no outro método construtivo, o que resulta em uma redução significativa dos custos de construção. Além disso, a rapidez na execução, proporcionada pela montagem de blocos estruturais, contribui para prazos de construção e entrega mais curtos.

Por outro lado, a alvenaria convencional em concreto armado oferece maior flexibilidade de design, como balanços, marquises, o que permitem a criação de estruturas mais complexas e arquitetonicamente desafiadoras. Campos (2016) destaca que essa técnica permite a construção de edifícios com grandes vãos livres e formas variadas, que seriam difíceis de alcançar com a alvenaria estrutural. Essa versatilidade é particularmente importante em projetos que exigem personalização e inovação arquitetônica, como projetos de residências de alto padrão, por exemplo.

Em termos de desempenho estrutural, o concreto armado proporciona uma resistência superior às cargas de compressão e tração. Neville (1997) observa que a combinação de concreto e aço resulta em um material com excelente desempenho sob tensões, o que é crucial para a segurança das edificações.

No entanto, a alvenaria estrutural também possui suas vantagens estruturais. Araújo (2005) menciona que, quando corretamente projetada e executada, essa técnica pode oferecer resistência suficiente para suportar cargas significativas, especialmente em edificações de pequeno a médio porte. A NBR 15812-1:2010 estabelece os padrões para a utilização de blocos estruturais, assegurando que as construções atendam aos requisitos de segurança.

Em relação à sustentabilidade, a alvenaria estrutural apresenta uma vantagem clara devido ao menor desperdício de materiais e ao uso eficiente dos recursos. Souza e Giongo (2000) afirmam que a menor quantidade de formas e escoramentos utilizados na alvenaria estrutural contribui para a redução do impacto ambiental. Além disso, os blocos utilizados podem ser fabricados localmente, diminuindo a pegada de carbono associada ao transporte de materiais, o que atualmente tem se tornado amplamente discutido no cenário ecológico.

Já a alvenaria convencional em concreto armado pode incorporar práticas sustentáveis, como a utilização de aditivos e materiais reciclados no concreto. Neville (1997) aponta que aditivos plastificantes e retardadores de pega podem melhorar a trabalhabilidade e reduzir o consumo de cimento, contribuindo para práticas de construção mais sustentáveis. No entanto, a maior quantidade de aço necessária para a armadura pode aumentar o impacto ambiental, uma desvantagem em comparação com a alvenaria estrutural.

O desempenho térmico e acústico também varia entre as duas técnicas. Os blocos cerâmicos utilizados na alvenaria estrutural oferecem boas propriedades de isolamento térmico e acústico, ideais para climas quentes. A NBR 15270:2017 garante que esses blocos proporcionem conforto térmico e acústico adequado. Em contrapartida, a alvenaria convencional em concreto armado pode necessitar de revestimentos adicionais para alcançar níveis semelhantes de isolamento.

A durabilidade das construções é outro fator importante a ser considerado. A alvenaria convencional em concreto armado tende a oferecer uma maior durabilidade devido à robustez do concreto e do aço. Campos (2016) argumenta que, com a manutenção adequada, essas estruturas podem ter uma vida útil muito longa. A NBR 7480:2007 assegura que as barras de aço utilizadas nas armaduras atendam aos padrões de qualidade necessários para garantir a longevidade das construções.

A alvenaria estrutural, embora durável, pode apresentar limitações em termos de flexibilidade e resistência em projetos de grande porte. Araújo (2005) sugere que essa técnica é mais adequada para edificações de pequeno a médio porte, onde suas vantagens econômicas e de rapidez na execução podem ser

plenamente aproveitadas. A correta aplicação da NBR 15812-1:2010 é crucial para garantir a segurança e a durabilidade das construções em alvenaria estrutural.

Portanto, a escolha entre alvenaria estrutural e alvenaria convencional em concreto armado deve ser baseada em uma análise cuidadosa das necessidades específicas do projeto, incluindo custo, tempo de execução, flexibilidade de design, desempenho estrutural e sustentabilidade. A compreensão das vantagens e desvantagens de cada técnica, conforme descrito por autores como Souza e Giongo (2000), Neville (1997) e Campos (2016), permite que engenheiros e arquitetos façam escolhas informadas, alinhadas com os objetivos e requisitos do projeto. Independentemente da técnica escolhida, o essencial para garantir a segurança da estrutura é a execução correta das técnicas.

9. APLICAÇÕES

Para os métodos construtivos citados existem distintas aplicações práticas, dependendo das exigências do projeto e das condições locais. Na construção de habitações de interesse social, por exemplo, a alvenaria estrutural é frequentemente escolhida devido à sua economia de materiais e rapidez na execução. Souza e Giongo (2000) destacam que esse método é amplamente utilizado em programas governamentais de habitação popular, onde a velocidade de construção e os custos reduzidos são cruciais.

Um exemplo prático de alvenaria estrutural pode ser observado em projetos de edifícios residenciais de baixo e médio porte. Esses projetos geralmente empregam blocos de concreto ou cerâmicos, conforme regulamentado pela NBR 15812-1:2010 e NBR 15270:2017, garantindo a resistência e a estabilidade das construções. Araújo (2005) ressalta que esses materiais, além de proporcionarem uma boa resistência mecânica, também oferecem vantagens térmicas e acústicas, essenciais para o conforto dos moradores.

Por outro lado, a alvenaria convencional em concreto armado é frequentemente aplicada em edifícios comerciais e residenciais de grande porte.

Campos (2016) observa que essa técnica permite a construção de estruturas complexas, como shopping centers, hospitais e edifícios de escritórios, que requerem grande resistência e flexibilidade de design. A NBR 6118:2014 fornece as diretrizes para o dimensionamento dessas estruturas, assegurando que elas possam suportar cargas elevadas e oferecer segurança aos usuários.

Em áreas sujeitas a eventos sísmicos, a alvenaria convencional em concreto armado é preferida devido à sua capacidade de dissipar energia e resistir a movimentos sísmicos. Neville (1997) menciona que a combinação de concreto e aço proporciona uma ductilidade superior, essencial para a resistência sísmica. Exemplos de aplicação incluem edifícios em regiões como o Japão e a Califórnia, onde as normas de construção exigem estruturas altamente resistentes a terremotos.

A construção de pontes e viadutos também se beneficia da alvenaria convencional em concreto armado. Araújo (2005) aponta que o concreto armado permite a criação de grandes vãos e estruturas complexas que suportam tráfego intenso. A NBR 7187:2003, que trata do projeto de pontes de concreto armado e protendido, estabelece os critérios para garantir a segurança e a durabilidade dessas construções, que são essenciais para a infraestrutura de transporte.

Em termos de sustentabilidade, tanto a alvenaria estrutural quanto a convencional em concreto armado podem incorporar práticas ecológicas. Campos (2016) destaca que a utilização de materiais reciclados e a aplicação de técnicas de construção sustentável são cada vez mais comuns. A inclusão de aditivos que melhoram a eficiência energética e reduzem o consumo de recursos naturais está alinhada com as diretrizes ambientais modernas.

Além disso, a reabilitação de estruturas antigas pode se beneficiar de ambas as técnicas. Souza e Giongo (2000) mencionam que a alvenaria estrutural pode ser utilizada para reforçar edifícios históricos sem alterar significativamente sua aparência. Por outro lado, a alvenaria convencional em concreto armado pode ser aplicada em projetos de retrofit, onde a modernização das infraestruturas exige a integração de novas tecnologias e materiais.

Em projetos industriais, a alvenaria convencional em concreto armado é frequentemente utilizada devido à sua resistência a condições adversas. Campos (2016) observa que fábricas e armazéns, que requerem grandes

espaços livres de colunas intermediárias, se beneficiam da flexibilidade e da robustez oferecidas pelo concreto armado. A aplicação correta das normas técnicas, como a NBR 6118:2023, é crucial para garantir a segurança e a funcionalidade dessas estruturas.

No contexto educacional, tanto escolas quanto universidades podem optar por alvenaria estrutural ou convencional, dependendo do projeto específico. Neville (1997) sugere que a escolha da técnica deve levar em conta fatores como durabilidade, custo e tempo de construção. Edifícios escolares muitas vezes exigem construções rápidas e econômicas, enquanto universidades podem demandar estruturas mais complexas e duráveis.

Finalmente, em projetos de infraestrutura urbana, como estações de metrô e terminais de ônibus, a alvenaria convencional em concreto armado é frequentemente a técnica preferida devido à necessidade de estruturas robustas e duráveis. Araújo (2005) menciona que essas construções devem suportar grandes cargas e fluxo constante de pessoas, exigindo um alto padrão de resistência e segurança, conforme estabelecido pelas normas técnicas aplicáveis.

10. ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS

10.1 Metodologia De Análise De Custos

A análise de custos é fundamental para a compreensão e comparação dos métodos construtivos em alvenaria estrutural e alvenaria convencional em concreto armado. A escolha da metodologia adequada permite uma avaliação precisa dos custos envolvidos em cada técnica, considerando aspectos como materiais, mão de obra e tempo de construção.

Para realizar essa análise comparativa, será adotada uma abordagem baseada na revisão bibliográfica, que consiste na coleta e análise de dados disponíveis em estudos anteriores. Segundo Gil (2008), a revisão bibliográfica é uma técnica essencial para identificar, avaliar e interpretar as pesquisas relevantes sobre um determinado tema, proporcionando uma visão abrangente e fundamentada.

Inicialmente, serão identificadas e selecionadas as principais fontes de dados, incluindo artigos acadêmicos, teses, dissertações, normas técnicas e publicações especializadas. Autores como Souza e Giongo (2000) e Campos (2016) fornecerão a base teórica necessária para a compreensão dos métodos construtivos e seus custos associados. Além disso, a utilização das normas técnicas NBR 15812-1:2010 e NBR 6118:2023 garantirá que os dados analisados estejam em conformidade com os padrões de qualidade e segurança estabelecidos.

10.2 Custos de Materiais

A análise dos custos de materiais é um dos principais componentes na comparação entre alvenaria estrutural e alvenaria convencional em concreto armado. A metodologia adotada considera os diferentes tipos de materiais utilizados em cada técnica construtiva, conforme descrito por autores como Souza e Giongo (2000) e Neville (1997). Não somente os materiais, mas também o método construtivo está diretamente ligado ao custo global da obra.

Figura 3 – Comparativo A.E x C.A

COMPARAÇÃO DE CUSTOS SINAPI MA 06/2024

DESCRIÇÃO DOS INSUMOS (MATERIAL + MÃO DE OBRA)	Alvenaria Estrutural (R\$)	CÓDIGO SINAPI (MA)	Concreto Armado Convencional (R\$)	CÓDIGO SINAPI (MA)
AÇO CA-50	8,28	34	8,28	34
ARMADOR	...	...	17,23/h	378
BLOCOS	5,07/un	37873	1,18/un	7268
FORMAS	...	...	69,16/m ²	43681
CARPINTEIRO DE FÔRMAS	...	...	17,23/h	1213
CONCRETO	...	...	665,70/m ³	34872
GRAUTE	2,65/Kg	134	35,12/m ²	
CHAPISCO	...	...	1,18/Kg	371

Fonte: Autor (2024)

Rangel Lage (2023) destaca que o concreto, aço e fôrmas são fatores determinantes que diferenciam os custos globais entre cada um destes métodos de construção. É exatamente esse o comportamento que se observa na figura 3. Enquanto no modelo estrutural de concreto armado se tem mais custos como profissional armador para realizar a montagem das armaduras da estrutura; carpinteiro de fôrmas; revestimento como chapisco e reboco, etc. Na Alvenaria estrutural esses custos não existem ou são baixíssimos. O aço presente em A.E é muito menor em comparação ao C.A. A utilização de fôrmas, portanto, não se faz necessária nesse modelo. O revestimento tem custo baixíssimo devido a própria geometria e características de resistência dos blocos.

Figura 4 – custos relativos aproximados entre as estruturas convencionais e a alvenaria estrutural no Brasil

Característica da obra	Economia (%)
Quatro pavimentos	25-30
Sete pavimentos sem pilotis com alvenaria não armada	20-25
Sete pavimentos sem pilotis com alvenaria armada	15-20
Sete pavimentos com pilotis	12-20
Doze pavimentos sem pilotis	10-15
Doze pavimentos com pilotis, térreo e subsolo em concreto armado	8-12
Dezoito pavimentos com pilotis, térreo e subsolo em concreto armado	4-6

Fonte: (WENDLER, A. (2005) apud JUNIOR, 2014)

Um estudo realizado por WENDLER (2005) demonstra através da figura 4 que obras de até 4 pavimentos contam com uma redução de custos por volta de 25% a 30%, e ressalta que o orçamento em A.E se aproxima muito mais do custo real de uma edificação do que obras convencionais. Em comentário ao estudo de WENDLER, Rangel (2023) indica que tal economia pode chegar a até 50% em alguns casos e considera os valores descritos na tabela acima como modestos.

Um estudo publicado por SILVA e JUNIOR (2019) a respeito da comparação econômica entre os sistemas construtivos A.E e C.A, apresenta um orçamento realizado por duas empresas distintas. No artigo a empresa MZM construtora é citada com o orçamento de um edifício de 21 andares localizado na região de Mauá (SP). Conforme na figura abaixo, os custos demonstrados através da tabela apresentou um resultado significativo para o mesmo empreendimento construído em Alvenaria de blocos de concreto, resultando em uma diferença de R\$ 1.088.632,49 (aproximadamente 15%) quando comparada a estrutura em concreto armado.

Figura 5 – Custos orçados pela construtora MZM (2013)

Custos	Concreto armado	Alvenaria estrutural
Custo total do material	R\$ 4.306.127,05	R\$ 3.693.386,18
Custo total de mão de obra	R\$ 2.860.727,78	R\$ 2.384.836,18
Custo total	R\$7.166,854.83	R\$ 6.078.222,34

Fonte: Silva et al. (2017) apud SILVA e JUNIOR (2019)

10.3 Blocos e Tijolos

Os blocos utilizados na alvenaria estrutural, sejam eles de concreto ou cerâmicos, possuem características específicas que influenciam diretamente nos custos. Segundo Souza e Giongo (2000), os blocos de concreto estrutural são fabricados com dimensões padronizadas, o que facilita a construção e reduz o desperdício de materiais. Além disso, a NBR 15812-1:2010 regulamenta a qualidade e as especificações técnicas desses blocos, assegurando sua eficiência e durabilidade. Na cidade de Bacabal (MA), a empresa KONCRETEK fabrica diversos tipos de blocos de concreto de acordo com a necessidade do cliente. O engenheiro Vinícius, responsável pelo controle de qualidade dos produtos da empresa afirmou que: “aqui produzimos conforme a necessidade do projeto de nossos clientes. Os blocos para alvenaria estrutural, por exemplo, têm todo um controle de qualidade para atingir exatamente a resistência exigida para qualquer tipo de serviço...”. Vinicius afirma também que a empresa trabalha com outros produtos em concreto além de blocos estruturais, como: meio fio, canaletas, bloquetes, pisos intertravados, entre outros.

Figura 6 – Blocos de concreto produzidos pela Koncretek



Fonte: Koncretek (2021)

Por outro lado, a alvenaria convencional em concreto armado utiliza tijolos e blocos de vedação, que, embora mais flexíveis em termos de design, geralmente apresentam um custo maior devido à necessidade de maior quantidade de materiais e mão de obra para a sua instalação. Campos (2016) observa que a escolha dos tijolos e blocos de vedação deve levar em conta não apenas o custo inicial, mas também os custos associados ao transporte e à logística de armazenamento, além da disponibilidade na região. Em Bacabal, por exemplo, o bloco de vedação mais comumente utilizado é o cerâmico amplamente mais utilizado é o de 6 furos.

Figura 7 – Produção de Blocos de Concreto



Fonte: Koncretek (2021)

10.4 Concreto e Aço

O concreto e o aço são elementos essenciais na alvenaria convencional em concreto armado. O custo do concreto é influenciado pela qualidade dos materiais, a proporção dos componentes e os aditivos utilizados, conforme descrito por Neville (1997). A NBR 6118:2023 define os requisitos para a composição e o dimensionamento do concreto armado, assegurando sua resistência e durabilidade. A dosagem do concreto é definida de acordo com as características desejadas para o projeto.

O aço, utilizado nas armaduras, representa uma parcela significativa do custo total na alvenaria convencional. Franco e Rêgo (2014) destacam que a escolha do tipo de aço e o correto dimensionamento das armaduras são cruciais para garantir a segurança e a economia do projeto, uma vez que a armadura além de ser composição primordial nesse sistema estrutural, é também fator importante que está diretamente ligado ao custo da obra. Além disso, a NBR 7480:2007 especifica os requisitos para as barras de aço, assegurando sua conformidade com os padrões de qualidade.

10.5 Argamassas e Revestimentos

As argamassas utilizadas na alvenaria estrutural e na alvenaria convencional desempenham um papel importante na aderência e na estabilidade das construções. Souza e Giongo (2000) afirmam que a escolha da argamassa deve considerar a compatibilidade com os blocos ou tijolos utilizados, bem como as condições ambientais e de uso da edificação. A NBR 13281:2005 regulamenta a fabricação e a aplicação das argamassas, garantindo sua eficiência e durabilidade.

Os revestimentos também contribuem significativamente para o custo total da construção. Campos (2016) destaca que, na alvenaria convencional, os revestimentos internos e externos são essenciais para proteger a estrutura e proporcionar um acabamento estético adequado. Já na alvenaria estrutural, os blocos podem ser projetados para dispensar alguns tipos de revestimento, resultando em economia de materiais e mão de obra, uma vez que os blocos já na sua camada superficial possuem resistência significativa, não necessitando assim de camada muito espessas de revestimento.

10.6 Custo De Mão De Obra

A análise dos custos de mão de obra é crucial para a compreensão completa das diferenças econômicas entre a alvenaria estrutural e a alvenaria convencional em concreto armado. A mão de obra não só influencia diretamente o custo total do projeto, mas também impacta a eficiência e o tempo de construção. A tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) será utilizada como referência para os valores de mão de obra, conforme indicado por autores como Souza e Giongo (2000) e Franco e Rêgo (2014).

A alvenaria estrutural é conhecida por sua simplicidade e eficiência na execução, o que se reflete em custos de mão de obra geralmente menores. Segundo Souza e Giongo (2000), a utilização de blocos modulares permite uma montagem mais rápida e menos sujeita a erros, reduzindo a necessidade de mão

de obra especializada. A tabela SINAPI confirma que os custos de mão de obra para alvenaria estrutural são inferiores aos da alvenaria convencional, devido à menor complexidade do trabalho e à redução do tempo de construção.

Além disso, a utilização de blocos de concreto com dimensões padronizadas, conforme a NBR 15812-1:2010, facilita o trabalho dos operários, reduzindo o tempo necessário para a colocação e o alinhamento das peças. Campos (2016) ressalta que a padronização e a modularidade dos blocos de alvenaria estrutural contribuem para a eficiência do processo construtivo, resultando em uma diminuição significativa dos custos de mão de obra.

A alvenaria convencional em concreto armado, por sua vez, requer um maior grau de especialização e maior quantidade de mão de obra, especialmente para a montagem das fôrmas e a colocação das armaduras. Neville (1997) destaca que a complexidade do trabalho com concreto armado aumenta os custos de mão de obra, uma vez que é necessário contar com trabalhadores qualificados para garantir a qualidade e a segurança da estrutura.

De acordo com a tabela SINAPI, os custos de mão de obra para alvenaria convencional são superiores aos da alvenaria estrutural, refletindo a necessidade de operações mais complexas e demoradas, como a preparação das fôrmas, a montagem das armaduras e a concretagem. Franco e Rêgo (2014) enfatizam que a alvenaria convencional, apesar de sua flexibilidade e robustez, apresenta um custo de mão de obra mais elevado, o que pode impactar significativamente o orçamento total do projeto.

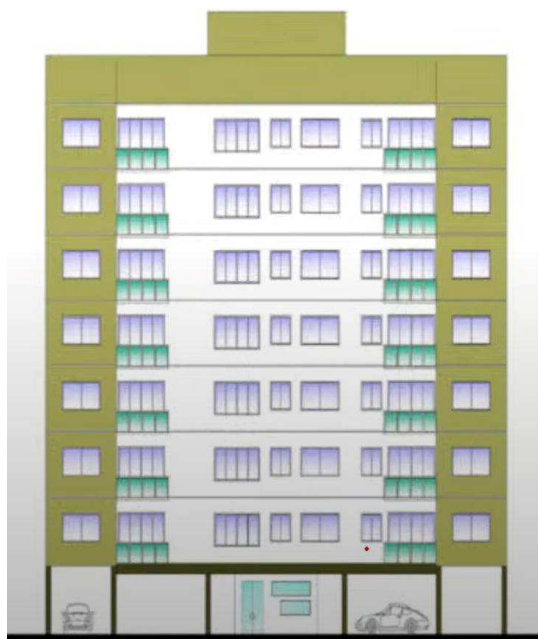
A conformidade com a NBR 6118:2023, que estabelece os requisitos para o dimensionamento de estruturas de concreto armado, exige um controle rigoroso das etapas de execução, aumentando a necessidade de supervisão e inspeção contínua. Campos (2016) observa que a complexidade dessas tarefas se reflete diretamente nos custos de mão de obra, tornando a alvenaria convencional menos competitiva em termos de economia quando comparada à alvenaria estrutural.

10.7 Comparação e Impactos nos custos totais

A comparação dos custos de mão de obra entre os dois métodos construtivos evidencia uma diferença significativa, que deve ser considerada na análise econômica global. Souza e Giongo (2000) argumentam que, embora a alvenaria estrutural apresente vantagens em termos de custo de mão de obra, a escolha do método mais econômico deve levar em conta o contexto específico do projeto, incluindo fatores como disponibilidade de materiais, requisitos de desempenho estrutural e em alguns casos preferência do cliente. O professor Rangel Lage, especialista em Alvenaria Estrutural, reforça que os principais aspectos que geram economia efetiva no custo total de uma obra em comparação ao modelo projetado em concreto armado são, essencialmente, a predominância de aço, formas, concreto e revestimento nesta segunda tipologia estrutural. O que não se observa quando se fala em modulação por blocos de concreto ou cerâmicos.

Para o edifício apresentado na figura 8, foi realizado um estudo comparativo de custos. Trata-se de um edifício de 7 pavimentos tipo com cobertura e pilotis. Neste estudo o custo da mão de obra em alvenaria estrutural é visivelmente mais econômica, uma vez que o trabalho de assentamento de blocos de concreto é mais simples de ser realizado em comparação a concretagem de vigas e pilares; realização de chapisco, emboço e reboco como é visto na alvenaria convencional (Rangel Lage, 2023).

Figura 8 – Modelo de estudo



Fonte: Rangel Lage (2023)

Como resultado da análise de custos, obteve-se a seguinte tabela relacionando os custos desta edificação nos dois métodos de construção.

Figura 9 – comparação de custos A.E x C.A

COMPARAÇÃO DE CUSTOS		
Descrição dos Insumos (Material + Mão de Obra)	Alvenaria Estrutural (R\$)	Concreto Armado Convencional (R\$)
Aço	68.293,67	141.951,71
Blocos cerâmicos Argamassa de assentamento	309.187,64	281.060,2
Formas	6.228,00	139.749,47
Concreto	23.761,76	123.453,23
Graute	29.153,36	....
TOTAL GERAL	R\$ 436.624,43	R\$ 686.214,61
Custo por m²	R\$ 102,15	R\$ 160,52

Fonte: Rangel Lage (2023)

Como visto em outras literaturas, o resultado foi de acordo com o que já era esperado. A construção com a utilização de blocos de concreto com função

estrutural torna-se mais viável, além de se manter segura (Rangel Lage, 2023). A necessidade de utilizar-se apenas algumas barras de aço grauteadas em pontos específicos da edificação reduziu em 51% o uso de aço total da edificação quando comparado ao concreto armado. Em contrapartida, os blocos estruturais assumem a função de estrutura e vedação, portanto, possuem dupla funcionalidade e tornam-se mais onerosos frente aos blocos cerâmicos de vedação com uma diferença de aproximadamente 10% no custo para este projeto. Tendo em vista que a usabilidade de formas em projetos desenvolvido em blocos estruturais é praticamente inexistente, este torna-se um dos fatores que mais geram economia nesse método de construção, destacando assim um custo de 22 vezes se realizado com vigas e pilares em concreto.

A utilização da tabela SINAPI como referência fornece dados atualizados e regionalizados, permitindo uma análise precisa dos custos de mão de obra para cada técnica. Campos (2016) sugere que a adoção de práticas de gestão de projeto eficientes pode otimizar os custos de mão de obra, independentemente do método construtivo escolhido, contribuindo para a economia e a viabilidade dos projetos de construção civil.

10.8 Tempo de Construção e Custos Associados

O tempo de construção é um fator crítico na determinação dos custos totais de um projeto, influenciando tanto os custos diretos quanto os indiretos. A eficiência na execução das técnicas de alvenaria estrutural e alvenaria convencional em concreto armado pode ter um impacto significativo na economia de um projeto. A tabela SINAPI será utilizada como referência para os valores de tempo e custo, conforme discutido por autores como Souza e Giongo (2000) e Franco e Rêgo (2014).

A alvenaria convencional em concreto armado, embora ofereça maior flexibilidade arquitetônica, tende a requerer mais tempo para a execução devido à sua complexidade. Neville (1997) ressalta que as etapas adicionais, como a montagem das fôrmas, a colocação das armaduras e a concretagem, aumentam o tempo necessário para a conclusão do projeto devido ao fato do concreto ter que iniciar a cura até que se encontre em condições ideais para a retirada das

fôrmas. Isso pode resultar em maiores custos indiretos, incluindo mão de obra prolongada e maior tempo de uso de equipamentos e instalações temporárias.

De modo geral o tempo de construção para projetos de alvenaria convencional é geralmente maior do que para projetos de alvenaria estrutural, refletindo a complexidade e a maior quantidade de etapas necessárias. Franco e Rêgo (2014) afirmam que, apesar do aumento no tempo de execução, a alvenaria convencional permite a criação de estruturas mais complexas e robustas, que podem ser vantajosas em certos contextos.

O tempo de construção impacta diretamente os custos totais do projeto, influenciando tanto os custos diretos quanto os indiretos. Souza e Giongo (2000) argumentam que a redução do tempo de construção na alvenaria estrutural contribui significativamente para a economia do projeto, minimizando despesas com administração, aluguel de equipamentos e custos financeiros associados ao financiamento da obra, além de trazer maior satisfação ao construtor – afinal, que não deseja ter sua obra concluída em tempo recorde?

11.RESULTADOS E DISCUSSÕES

11.1 Análise Comparativa de Custos

A comparação dos custos entre a alvenaria estrutural e a alvenaria convencional em concreto armado revela diferenças importantes. Conforme observado nos capítulos anteriores, a alvenaria estrutural tende a apresentar custos totais menores, principalmente no que se refere à redução nos custos de mão de obra, tempo de construção e materiais. Souza e Giongo (2000) destacam que a padronização e a modularidade dos blocos estruturais são ajustados para essa economia.

Os estudos de outros autores demonstrados ao longo deste trabalho confirmam que os custos de materiais e mão de obra para alvenaria estrutural são geralmente inferiores aos da alvenaria convencional, refletindo uma maior eficiência e rapidez na execução. Campos (2016) corrobora essa análise, apontando que a simplicidade do processo construtivo na alvenaria estrutural minimiza os desperdícios e os custos associados ao tempo de construção.

11.2 Vantagens Econômicas Operacionais

A alvenaria estrutural oferece diversas vantagens econômicas e operacionais, como a redução dos custos diretos e indiretos e a simplificação do processo construtivo, visto que não há a necessidade de armador, fôrmas e etc. Neville (1997) argumenta que a menor necessidade de mão de obra especializada e a rapidez na execução são fatores que contribuem significativamente para a economia do projeto.

Por outro lado, a alvenaria convencional em concreto armado, embora mais demorada e de orçamento mais elevado, proporciona maior flexibilidade arquitetônica e robustez estrutural. Franco e Rêgo (2014) afirmam que essa técnica é mais adequada para projetos que excluam formas complexas e grandes vãos livres, onde uma alvenaria estrutural poderia ser limitada.

Apesar dos custos mais elevados, a alvenaria convencional pode ser preferível em certos contextos, especialmente quando a durabilidade e a capacidade de carga são prioridades. Campos (2016) destaca que a escolha do método construtivo deve considerar não apenas os custos, mas também os requisitos específicos do projeto e as condições do local de construção.

A escolha entre alvenaria estrutural e alvenaria convencional em concreto armado tem implicações significativas para os projetos de construção civil. Souza e Giongo (2000) sugerem que, para projetos de habitação de interesse social e edificações de pequeno porte, a alvenaria estrutural é geralmente mais vantajosa devido à sua economia e eficiência.

Para projetos de maior complexidade e critérios estruturais, a alvenaria convencional em concreto armado pode ser mais detalhada, no entanto, para edifícios de até 20 pavimentos a construção por blocos de concreto ainda se torna atraente, confirma Rangel Lage (2021). Neville (1997) aponta que a robustez e a flexibilidade dessa técnica (C.A) são essenciais para edifícios de múltiplos andares e estruturas que exigem uma maior capacidade de carga.

A adoção de práticas de gestão eficientes e a conformidade com as normas técnicas, como a NBR 15812-1:2010 e a NBR 6118:2023, são fundamentais para garantir a qualidade e a economia das construções. Campos (2016) enfatiza que a aplicação correta dessas normas e a análise detalhada dos custos e benefícios de cada método construtivo são essenciais para a tomada de decisões informadas.

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão bibliográfica teve como objetivo principal analisar os custos e a eficiência dos métodos construtivos de alvenaria estrutural e alvenaria convencional em concreto armado, a fim de determinar qual deles gera mais economia e verificar sua viabilidade para a cidade de Bacabal (MA). Através da análise bibliográfica de outros estudos, trabalhos de conclusão de cursos e artigos e comparação de orçamentos baseados na tabela SINAPI, bem como da revisão das normas técnicas aplicáveis, foi possível identificar as principais vantagens.

A alvenaria estrutural se mostrou uma opção econômica e eficiente, especialmente adequada para projetos de habitação de interesse social e edificações de pequeno porte. Sua simplicidade na execução, aliada à padronização dos blocos, resulta em menor custo de mão de obra e tempo de construção. Essa técnica é amplamente recomendada por autores como Souza e Giongo (2000) e Campos (2016), que destacam sua eficiência e praticidade na construção

Por outro lado, a alvenaria convencional em concreto armado, apesar de apresentar custos mais elevados e maior complexidade na execução, oferece flexibilidade arquitetônica e robustez estrutural. Essa técnica é mais indicada para projetos que requerem formas complexas e estruturas de grande porte, e estruturas de alto padrão, onde a capacidade de carga e a durabilidade são prioritárias. Autores como Neville (1997) e Franco e Rêgo (2014) enfatizam a importância dessa técnica em contextos específicos que exigem alta resistência.

Em suma, a escolha do método construtivo deve considerar uma avaliação específica dos custos diretos e indiretos, bem como das necessidades específicas do projeto. A conformidade com as normas técnicas, como a NBR 15812-1:2010 e a NBR 6118:2023, é crucial para garantir a qualidade e a segurança das construções. Recomenda-se a utilização de práticas eficientes de gestão de projeto e a demanda de cada projeto, para garantir decisões bem fundamentadas e economicamente viáveis.

REFERÊNCIAS

- SABBATINI, FH **Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini, 1997.
- SOUZA, AS; GIONGO, JS **A Alvenaria Estrutural no Brasil: Evolução e Perspectivas**. Revista Técnica, São Paulo, v. 74, p. 52-57, 2000.
- LIMA, JR; GONÇALVES, RC **Alvenaria Estrutural: Alternativa Econômica e Sustentável para a Construção Civil**. Revista Construção Civil, Belo Horizonte, v. 2, pág. 21-28, 2010.
- Campos, PHP (2016). **Construção Civil: Técnicas e Práticas** . 3.ed. São Paulo: Editora Universitária.
- Franco, AA, & Rêgo, LP (2014). **Estruturas de Concreto Armado: Teoria e Prática** . 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Científica.
- Neville, AM (1997). **Propriedades do Concreto** . 4.ed. São Paulo: Editora Pini.
- Souza, UEL e Giongo, JS (2000). **Alvenaria Estrutural: Material, Projeto e Execução** . 2. ed. São Paulo: Editora Blucher.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas . (2007). **NBR 7480: Barras e Fios de Aço Destinados a Armaduras para Concreto Armado – Especificação** . Rio de Janeiro: ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas . (2010). **NBR 15812-1: Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto – Parte 1: Projeto** . Rio de Janeiro: ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas . (2023). **NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento** . Rio de Janeiro: ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas . (2005). **NBR 13281: Argamassa para Assentamento e Revestimento de Paredes e Tetos – Requisitos** . Rio de Janeiro: ABNT.
- Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI)**. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br> . Acesso em: 18 jul. 2024.
- MORAIS ARAÚJO, Gabriel Augusto; FELIPE ARAÚJO, Victor dos Santos. **Análise Comparativa de Projeto e Execução de Estruturas em Alvenaria Convencional e Alvenaria Estrutural**. 2020. 54 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Unievangélica, Anápolis, 2020.
- MORAIS PEREIRA, Rafael. **Dimensionamento de uma Residência popular em Alvenaria Estrutural**. 2022. 52f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário do Planalto Central, Gama, DF, 2022.
- MOHAMAD, Gihad. **Construções em Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Bluscher, 2020.

CAMACHO, Jefferson Sidney. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural. Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural.** p.53, 2006. Ilha Solteira, São Paulo, 2006.

MACHADO JUNIOR, Asdrubal Loredó. **Comparativo dos custos de sistemas construtivos em Concreto Armado e Alvenaria Estrutural: estudo de caso em Santana dos Livramentos, RS.** 2014. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2014.

SILVA, Isabela Cristina; MIGLIORE JUNIOR, Angelo Rubens. Comparação Econômica entre os Sistemas Construtivos: alvenaria estrutural e concreto armado. **Ciência e Cultura.** V.15, p.5, 2019.

GABRIEL WILLIAM SILVA DIAS


**ANÁLISE COMPARATIVA DO ORÇAMENTO DE UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR EM ALVENARIA ESTRUTURAL E ALVENARIA
CONVENCIONAL EM CONCRETO ARMADO: um estudo de caso em
Bacabal, Ma.**

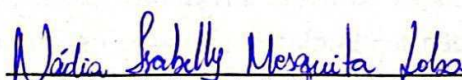
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
da Universidade Estadual do Maranhão
para o grau de bacharelado em Engenharia
Civil.

Aprovado em: 06/08/2021

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Esp. (Orientador): Natália Barros Falcão Cutrim
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO


Prof. Esp. Igor Borges Cipriano Saraiva
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO


Prof. Esp. Nádia Isabelly Mesquita Lobo
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO