



UNIARA

Universidade de Araraquara

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS DE CONCRETO VERSUS PAREDES EM CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL DA EDIFICAÇÃO: VIABILIZAÇÃO ECONÔMICA

COMPARATIVE STUDY BETWEEN STRUCTURAL MASONRY IN CONCRETE BLOCKS VERSUS CONCRETE WALLS MOLDED ON THE BUILDING SITE: ECONOMIC FEASIBILITY

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL EN BLOQUES DE HORMIGÓN VERSUS MUROS DE HORMIGÓN MOLDEADOS EN EL SITIO DEL EDIFICIO: VIABILIDAD ECONÓMICA

Naiara Cristina da Silva¹, Carlos Francisco Minari Junior², Fabiana Florian³

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i12.2496>

PUBLICADO: 12/2022

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo o estudo comparativo visando a viabilidade econômica entre a execução de alvenaria estrutural utilizando blocos de concreto e de parede de concreto moldada no local da edificação residencial. Para realizar este estudo comparativo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, com base em artigos acadêmicos e sites, na busca de responder às questões presentes quando da tomada de decisões pelas empresas construtoras em relação ao sistema construtivo a ser utilizado. Foram selecionados estudos que possibilitam uma comparação da viabilidade econômica dos dois sistemas construtivos. Através da pesquisa, foi possível compreender que, apesar das particularidades do sistema construtivo de parede de concreto moldada no local da edificação, este sistema apresenta maior viabilidade econômica, em comparação com o sistema construtivo utilizando blocos de concreto, pois reduz os custos com equipes de mão de obra, com equipamentos, maquinários e ferramentas. Desta forma, o sistema construtivo mais viável economicamente é o de parede de concreto moldada no local da edificação.

PALAVRAS-CHAVE: Alvenaria estrutural. Estudo comparativo. Parede de concreto. Viabilidade econômica.

ABSTRACT

The present work has as objective the comparative study aiming at the economic viability between the execution of structural masonry using concrete blocks and of molded concrete wall in the place of the residential building. To carry out this comparative study, a bibliographic research was carried out, based on academic articles and websites, in the search to answer the questions present when making decisions by construction companies in relation to the construction system to be used. Studies were selected that allow a comparison of the economic viability of the two construction systems. Through the research, it was possible to understand that, despite the particularities of the construction system of molded concrete wall at the construction site, this system presents greater economic viability, compared to the construction system using concrete blocks, as it reduces the costs with teams of workforce, with equipment, machinery and tools. In this way, the most economically viable construction system is the concrete wall molded in place of the building.

KEYWORDS: Structural masonry. Comparative study. Concrete wall. Economic viability.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo el estudio comparativo que apunta a la viabilidad económica entre la ejecución de mampostería estructural utilizando bloques de hormigón y el muro de hormigón moldeado en el sitio de construcción residencial. Para realizar este estudio comparativo, se realizó una investigación bibliográfica, basada en artículos académicos y sitios web, con el fin de responder a las preguntas presentes en la toma de decisiones por parte de las empresas constructoras en relación con el sistema constructivo a utilizar. Se seleccionaron estudios que permiten comparar la viabilidad

¹ Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP.

² Orientador. Docente Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP.

³ Coorientador. Docente Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP.

económica de los dos sistemas constructivos. A través de la investigación, fue posible comprender que, a pesar de las particularidades del sistema de construcción de muros de hormigón moldeado en el sitio de construcción, este sistema presenta mayor viabilidad económica, en comparación con el sistema de construcción que utiliza bloques de hormigón, porque reduce los costos con equipos de mano de obra, con equipos, maquinaria y herramientas. Por lo tanto, el sistema de construcción más viable económicamente es el muro de hormigón moldeado en el sitio de construcción.

PALABRAS CLAVE: Albañilería estructural. Estudio comparativo. Muro de hormigón. Viabilidad económica.

1 INTRODUÇÃO

Uma das maiores prioridades de uma empresa do ramo de construção é encontrar formas de executar as obras de forma econômica. Para Dellatorre (2014), os custos e controle de gastos são fundamentais para que se procure novas técnicas ou novos produtos que facilitem o serviço.

Franco e Agopyan (1994) afirmam que a alvenaria estrutural apresenta relevante eficiência no quesito economia e qualidade de construção, pois possibilita a aplicação de medidas construtivas racionalizadas, como a uso de elementos pré-fabricados na edificação de residências. Porém, para Micheviz *et al.*, (2011), o sistema de blocos de concreto também agrega rapidez e praticidade na construção de alvenaria estrutural, além de ser, também, uma prática econômica.

O trabalho tem como objetivo geral comparar a viabilidade econômica entre alvenaria estrutural utilizando blocos de concreto e o de paredes de concreto moldadas no local da edificação residencial, e como objetivo específico, analisar o sistema construtivo da alvenaria estrutural utilizando blocos de concreto e de paredes de concreto moldadas no local da edificação; e identificar qual deles possui melhor viabilidade econômica para o empreendimento.

Há relevantes dúvidas acerca de qual método construtivo deve ser utilizado numa edificação, visando redução de custos e qualidade de construção. A dúvida sobre qual alvenaria estrutural usar numa obra é um problema frequente no dia a dia de uma empresa do ramo da construção, o que dificulta o planejamento desta obra, bem como as definições em relação aos custos e materiais utilizados na edificação residencial. Segundo Gonçalves (2016), muitos quesitos devem ser analisados antes de selecionar o tipo a ser utilizado na obra.

Hipoteticamente, presume-se que a alvenaria estrutural mais viável economicamente é o uso do bloco do concreto numa obra residencial do que o uso da parede de concreto moldada no local, conforme relatam Franco e Agopyan (1994), porém, para certificação, um estudo comparativo sobre a viabilidade econômica destes dois métodos construtivos torna-se viável e relevante, pois facilitará a seleção de qual usar para cada situação.

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica, com base em artigos acadêmicos e sites, na busca de responder às questões presentes quando da tomada de decisões pelas empresas construtoras em relação ao método construtivo a ser utilizado. Foram selecionados estudos que possibilitam, teoricamente, uma comparação da viabilidade econômica dos dois métodos construtivos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONCEITOS E TIPOLOGIA DE ALVENARIA ESTRUTURAL

De acordo com Kalil (2007), a alvenaria estrutural é um sistema construtivo que usa peças industrializadas que, devido à sua dimensão e ao seu peso, são de fácil manuseio e que são ligadas por argamassa, fazendo com que o conjunto dessa ligação se torne monolítico.

Pastro (2007) relata que a alvenaria estrutural tem como função substituir o uso de pilares e vigas com estruturas em concreto armado.

Segundo Hendry (2002), a alvenaria estrutural veio a ser considerada como uma inovação tecnológica na construção civil no século XVII, inclusive no Brasil, na década de 70, sendo considerada, na época, como relata Ramalho e Corrêa (2003), uma tecnologia de engenharia, definida por meio de projetos estruturais fundamentados em princípios regularizados pela ciência.

Kalil (2007) conta que, neste sistema construtivo, inicialmente, eram usados blocos de rochas como elementos de alvenaria, mas 4000 a.C., iniciou-se o uso da argila para produzir os tijolos. Entretanto, atualmente, as referidas peças industrializadas que podem ser utilizadas no sistema construtivo de alvenaria estrutural são cerâmica, concreto e sílico-calcáreo.

Esse avanço na tipologia da alvenaria estrutural, em conjunto com a abertura de novas fábricas de materiais correlatos e com a redução da inexperiência dos profissionais para com o uso deste sistema construtivo, foi possível, conforme relata Kalil (2007) aumentar sua viabilidade numa obra, inclusive no que diz respeito à economia, pois os produtos e serviços se tornaram mais baratos, já que são de fácil acesso.

De acordo com Pastro (2007), na alvenaria estrutural, que é realizada com blocos de concreto (vide Figura 1), não há a necessidade de se utilizar vigas e pilares e ainda tem como função vedar e sustentar a edificação.



Figura 1: Alvenaria estrutural de bloco de concreto
Fonte: Associação Bloco Brasil (2019)

Economicamente pensando, não utilizar vigas e pilares reduz ou até elimina o uso de alguns itens de obra, como caixaria de madeira e aço, já que eles serão utilizados em apenas alguns pontos da alvenaria, diferente do sistema tradicional, onde se usa muito aço e concreto para encher inúmeras caixarias para construir vigas e pilares (PASTRO, 2007).

Segundo Pastro (2007), na alvenaria estrutural, o uso de concreto também é reduzido, além do tempo de construção e da necessidade de mão-de-obra especializada em carpintaria e em corte, dobra e montagem de armações.

Para Kalil (2007), no entanto, é necessário entender que na alvenaria estrutural as paredes possuem a função de resistir ao carregamento da edificação, assim, é preciso análise prévia quando se quer remover alguma parede desta edificação, observando seu grau de reforço para com a carga.

Num bom projeto, “a Alvenaria Estrutural não pode ser vista meramente como um conjunto de paredes superpostas, resistindo o seu peso próprio e outras cargas adicionais. Deve ser compreendida como um processo construtivo [...] construído em conformidade” às normas pertinentes, tendo como intento oferecer um trabalho seguro e econômico, ao mesmo tempo (KALIL, 2007, p. 4).

De acordo com Kalil (2007), a tensão admissível da alvenaria estrutural deve ser bem definida, entendendo que a repetitividade na estruturação das paredes, sem elementos auxiliares ou estrutura de transição pode tornar a edificação mais segura, ou seja, a execução da alvenaria deve ser controlada, pois a espessura das juntas, o prumo das paredes e sua altura modificam a capacidade de resistência da alvenaria.

Kalil (2007) relata que a alvenaria estrutural pode ser dividida em dois tipos, sendo uma alvenaria estrutural não armada, que é um sistema tradicionalmente usado em edifícios de pequeno porte. Neste tipo de alvenaria estrutural, deve-se seguir as normas relacionadas ao cálculo estrutural (NBR 10837, 1989) – “Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto”) e à execução da obra (NBR 8798, 1985) – “Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto”).

Na alvenaria estrutural não armada, a definição do tamanho do bloco a ser usado na construção pode ocorrer na fase projetual, pois é necessária a paginação de cada uma das paredes da edificação. Quando for realizada sua análise estrutural, não se deve acusar esforços de tração (KALIL, 2007), ou seja, as tensões de tração devem ser atenuadas, ou evitadas por completo, no projeto, utilizando-se de procedimentos adequados, para isso, conforme explica Dellatorre (2014).

Segundo Dellatorre (2014), na alvenaria estrutural não armada, são utilizados blocos sílico-calcários, cerâmicos ou de concreto, podendo ser maciços ou perfurados, e são assentados com argamassa.

Em relação à alvenaria estrutural armada, outro tipo de alvenaria estrutural, Kalil (2007) relata que ela pode ser adotada em edificações com até mais de 20 pavimentações e que, normalmente, são utilizados, nela, blocos vazados de concreto ou cerâmicos, tendo como embasamento técnico as mesmas normas já citadas.

De acordo com Santos (1998), neste tipo de alvenaria estrutural, os blocos de concreto ou cerâmicos são assentados com argamassa. É reforçado por meio do preenchimento com *grout*, contendo armadura coberta que atende às exigências estruturais pré-definidas.

“O tamanho do bloco a ser utilizado, assim como na alvenaria não armada, é definido na fase de projeto pois também é necessária a paginação de cada uma das paredes da edificação” (KALIL, 2007, p. 6).

As armaduras utilizadas neste tipo de alvenaria estrutural, conforme relatam Ramalho e Corrêa (2003), são de barras de aço iguais às utilizadas no sistema de concreto armado, porém é revestida com um graute, pois os componentes desta alvenaria estrutural devem trabalhar monoliticamente.

Segundo Dellatorre (2014), há diferentes tipos de paredes que fazem parte do sistema construtivo de alvenaria estrutural como as paredes de vedação, que são aquelas que têm como função dividir ambientes internos, externos e as tubulações hidráulicas, resistindo somente o seu próprio peso; as paredes estruturais, que têm como função resistir a todas as cargas verticais (de ocupação e as acidentais) da estrutura da edificação; as paredes de contraventamento, que são paredes estruturais projetadas para suportar cargas horizontais e cargas externas, como a ação do vento, de forma paralela aos seus planos, o que causa um “travamento” da estrutura; e paredes enrijecedoras, que têm como função enrijecer as paredes estruturais contra flambagens.

2.2 CONCEITOS DE PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL DA EDIFICAÇÃO

Segundo a Norma Regulamentadora NBR 16055/2012, da Associação Brasileira de Normas e Técnicas (2012 *apud* VALENTE, 2017), o sistema construtivo de paredes de concreto é composto por placas estruturais de concreto autoadensável que tem uma espessura mínima de oito centímetros e, na maioria das vezes, sua estruturação é realizada pela fundação de radier.

Valente (2017) relata que, após a regularização do terreno, a fundação de radier é executada, na qual são montadas armações metálicas que tornarão a parede resistente. Neste tipo de sistema construtivo, não é preciso o uso de pilares ou vigas, já que as placas maciças se tornam a estrutura da casa.

De acordo com Oliveira (2017), as paredes de concreto moldadas surgiram na década de 80, para atender às buscas por novas tecnologias, por parte das construtoras civis, que tinham o desejo de racionalizar a produção e aperfeiçoar as atividades, reduzindo os custos de execução.

Valente (2017) relata que no Brasil, o uso deste sistema construtivo começou a se difundir recentemente, nos anos 2000, mas que em países que sofrem com frequentes abalos sísmicos já utilizavam dele há muito tempo, devido ao fato de que ele prove uma maior resistência e rigidez estrutural, o que reduzem os impactos e os danos causados pelos abalos sísmicos.

Valente (2017) explica que as paredes de concretos moldadas vêm sendo, cada vez mais utilizadas na construção de moradias de baixa renda, pois conta com uma linha de produção bem elaborada, rápida, de baixo custo, entretanto, exige dos técnicos um certo desempenho que pode ser alcançado por meio de treinamentos de montagens de formas.

Essa técnica de usar fôrmas moduladas para construir casas é uma tecnologia vinda da Europa, que estava devastada pela Primeira Guerra Mundial e precisava se reestruturar. E, atualmente, este sistema está cada vez mais sendo utilizado, já que atende às atuais premissas do mercado, oferecendo vantagens por ser uma metodologia construtiva direcionada à produção de empreendimentos de alta repetitividade, como condomínios e edifícios residenciais, parte do mercado que está crescendo.

No que diz respeito à conceituação de parede de concreto, a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, *s/d apud* OLIVEIRA, 2017) a define como um sistema que tem sua estrutura e a vedação moldadas *in loco* e é formado por um único elemento.

De acordo com Oliveira (2017, p. 17), “podendo ser incorporadas as instalações e esquadrias utiliza insumos industrializados submetidos ao controle ambiental em sua produção, diminui

consideravelmente o desperdício e o descarte de resíduos”, já que a forma pode ser reutilizada inúmeras vezes.

Oliveira (2017) relata que este tipo de sistema construtivo é montado no próprio local (vide Figura 2) onde serão utilizadas as paredes de concreto, em tempo hábil. Em seu interior, serão incorporados componentes necessários à edificação, como as passagens de instalações elétricas e hidráulicas, para que, após a retirada da parede de concreto da fôrma, eles fiquem fixados na parede.



Figura 2: Edificação por meio de parede de concreto moldada no local
Fonte: próprio autor (2022)

Segundo Oliveira (2017), a retirada da parede de concreto moldada no local só pode acontecer após 12 horas de cura do concreto e após se ter o resultado o ensaio de resistência, feito pelo laboratório instalado na obra.

As formas (vide Figura 3) utilizadas para moldagem das paredes são estruturas que possuem o objetivo provisório de moldar o concreto durante seu lançamento. Elas devem suportar todas as pressões exercidas pelo concreto, até que ele consiga resistência suficiente para ser desenformado. São de materiais geométricos pré-definidos em projeto, leves e de fácil deslocamento. Elas podem ser de madeira (pouco utilizadas, atualmente, pois demandar de muito tempo para serem montadas); metálica (aço ou alumínio); plástica; metálica mais compensando; e trepante (muito utilizadas em obras que não conseguem usar andaimes, como barragens e viadutos) (VALENTE, 2017).



Figura 3: Formas da parede de concreto
Fonte: próprio autor (2022)

No que diz respeito à montagem das formas, é preciso, de acordo com Valente (2017), de primeiro momento, verificar a melhor maneira de se adaptar na obra, como nivelar onde serão colocadas as formas, para que não haja desnível e uma descontinuidade no alinhamento das paredes. Verifique se não é necessário ajustar o parágrafo acima. Dá a impressão que fica confuso o entendimento.

A etapa de execução do sistema construtivo “parede de concreto” é constituída pela marcação, armação (vide Figura 4), montagem da fôrma (vide Figura 5) e concretagem (vide Figuras 6 e 7), seguindo toda regulamentação proposta nas Normas Regulamentadora da ABNT, como a NBR 6118 (2014)

- “Projeto de estruturas de concreto”; a NBR 6120 (1980)
- “Cargas para cálculo de estruturas de edificações”; NBR 7481 (1990)
- “Tela de aço soldada – Armadura para concreto”; dentre outras (VALENTE, 2017).



Figura 4: Armação da parede de concreto
Fonte: Próprio autor (2022)



Figura 5: Montagem da fôrma
Fonte: Próprio autor (2022)



Figura 6: Concretagem das paredes
Fonte: Próprio autor (2022)



Figura 7: Concretagem das lajes
Fonte: Próprio autor (2022)

De acordo com as NBR's (*apud* VALENTE, 2017, p.18), a espessura mínima das paredes com altura de até três metros deve ser de 10 centímetros, podendo ter uma espessura de oito centímetros apenas nas paredes internas das edificações de até dois pavimentos. Para paredes mais altas, "a espessura mínima deve ser 1/30 do menor valor entre a altura e a metade do comprimento equivalente da parede".

Segundo Valente (2017), para paredes de até 15 centímetros, é possível usar uma tela centrada, já para paredes com mais de 15 centímetros deve-se, como em qualquer parede que está sujeita a esforços horizontais ou a momentos fletor aplicados, utilizar armaduras com duas telas.

Valente (2017, p. 18-19) relata que para especificar o concreto neste sistema construtivo é preciso estabelecer a “resistência à compressão para desenforma compatível com o ciclo de concretagem”; a “resistência à compressão características aos 28 dias (fck)”; a “classe de agressividade do local de implantação da estrutura conforme a NBR 12665 (2015)”; e a “trabalhabilidade, medida pelo abatimento do tronco de cone (NBR NM 67, 1998) ou pelo espalhamento do concreto (NBR 15823-2, 2015)”.

Em relação ao espaçamento máximo das juntas de controle, Valente (2017) explica que ele deve ser determinado por meio de ensaios específicos, entretanto, quando não for possível realizar esses ensaios, adota-se o distanciamento máximo de oito metros entre juntas para paredes internas e seis metros, para paredes externas.

3 DESENVOLVIMENTO

Para a realização de um estudo comparativo entre a alvenaria estrutural utilizando blocos de concreto e paredes de concreto moldadas no local da edificação, foram identificadas as vantagens e desvantagens de ambos os sistemas construtivos, visando a viabilidade econômica, permitindo o entendimento sobre qual deles é mais viável num processo de edificação.

3.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS DE CONCRETO E DAS PAREDES DE CONCRETO PRÉ-MOLDADAS NO LOCAL DA EDIFICAÇÃO

No que diz respeito as maiores vantagens da alvenaria estrutural de blocos de concreto, segundo Kalil (2007), elas têm relação com a economia no uso de madeiras para formas; com a redução no uso de concretos e ferragens; com a redução na mão de obra em carpintaria e ferraria; com a facilidade de treinamento e qualificação da mão de obra, reduzindo o número de subcontratados e de equipes; com uma maior rapidez e facilidade de construção; com a ótima resistência ao fogo e maior capacidade de isolamento termoacústico; e ela possibilita a elaboração de projetos mais fáceis de detalhar, bem como uma maior flexibilidade arquitetônica, já que a estrutura é construída por blocos de pequenas dimensões.

Para Pastro (2007, p.8), “a consequência disso é uma obra econômica e que reduz bastante o custo para o empreendedor”, pois, bem projetado, este sistema construtivo reduz o desperdício de materiais, já que o bloco não pode ser quebrado e a argamassa já vem pronta, além de simplificar as técnicas utilizadas e não ter gastos com formas e escoramentos (CAMACHO, 2006).

Entretanto, de acordo com Kalil (2007), a alvenaria estrutural de blocos de concreto possui algumas desvantagens no que diz respeito à impossibilidade de modificações arquitetônicas e à remoção de paredes para serem substituídas por elementos de equivalente função; à restrição do projeto arquitetônico; e possui vãos livres limitados e juntas de controle e dilatação a cada 15 metros.

De acordo com Oliveira (2017), no que diz respeito às vantagens do sistema construtivo “alvenaria de paredes de concreto moldadas”, ele possibilita uma diminuição da espessura das paredes, o que proporciona um ganho maior de área útil numa mesma área.

O sistema, também, tem a produção da mão de obra maximizada por meio de treinamentos, que foram direcionados para que se consiga capacitar adequadamente os operários, para que eles

saibam executar todas as tarefas necessárias à obra, o que os tornam multifuncionais e, por consequência, é possível reduzir a quantidade de operários na obra (OLIVEIRA, 2017).

Segundo Oliveira (2017), este tipo de sistema construtivo torna mais veloz a execução do projeto, ainda mais por industrializar o processo e qualificar a mão de obra, buscando, sempre, cumprir a obra no prazo e de forma qualitativa. Isso é possível, já que a fabricação das paredes ocorre no próprio local onde está acontecendo a obra.

Cambraia (2017) relata que a construção de obras com paredes de concretos moldadas no local é um importante sistema construtivo, pois ele auxilia empresas da construção civil no que diz respeito aos prazos de execução e entrega da obra, reduzindo-os, além de racionalizar os materiais gastos, o que geram menores custos com a obra.

Em relação às desvantagens deste tipo de sistema construtivo, Oliveira (2017) relata que os problemas mais frequentes na execução da obra têm ligação, principalmente, com a falta de mão de obra qualificada, o que pode ocasionar, devido à falta de cuidados no processo, danificações da fôrma durante a sua montagem e desmontagem. Tal problema pode até fazer com que as peças deixem de ser adequadas para uso, dando perda total delas.

Conforme explica Oliveira (2017), a inadequada montagem das fôrmas, devido ao desinteresse e descuido da mão de obra, pode gerar algumas manifestações patológicas, como trincas e deformações na estrutura por falta de prumo, esquadro ou de elementos de travamento das fôrmas, como faqueta, pino e cunha, que, dependendo do local e da quantidade, provoca o rompimento da parede no momento da concretagem.

Outro problema que pode resultar em problemas futuros é o uso excessivo do óleo desmoldante, pois pode gerar a falta de aderência dos materiais usados para o acabamento nas paredes, apesar de que “a parede de concreto se faz viável e econômica, pois reduz o uso de acabamento, porém quando mal executada gera alto custo com manutenções” (OLIVEIRA, 2017, p. 50).

Para Oliveira (2017), uma das principais desvantagens deste tipo de sistema construtivo é o custo da fôrma, pois ela tem custo muito alto no mercado, ainda, o que faz com que apenas empresas que constroem em grande escala utilize dele nas suas edificações.

Com isso, a escolha adequada do tipo de fôrma é determinante para potencializar a produtividade e a economia gerada por este sistema construtivo. Para isso, é para se atentar ao peso dos painéis, que se forem muito pesados, dificultam sua movimentação e seu transporte na obra; ao material das chapas e ao número de reutilização, já que cada tipo de material tem uma vida útil; a modulação destes painéis, ação que interfere diretamente na economia do empreendimento; dentre outros fatores que podem tornar este sistema construtivo vantajoso ou não para com a edificação (CAMBRAIA, 2017).

Se a forma for de alumínio, além do custo alto, Cambraia (2017) relata que é difícil encontrar empresas especializadas em fabricar e modular esta fôrma, o que a torna mais cara.

Quando construindo a parede de concreto no local, muito aço é utilizado, o que encarece a construção. Neste sistema construtivo, segundo Dadalt (2020), adota-se, como armação, as telas soldadas, que demanda de muito aço e de adequados dimensionamento e uso, o que, como já referenciado, torna a construção mais cara.

Para melhor distinção e compreensão das vantagens e desvantagens relacionadas a estes dois sistemas construtivos, numa visão geral, um quadro resumo foi elaborado, como pode ser visto a seguir conforme quadro 1.

Quadro 1 – Vantagens e Desvantagens dos sistemas construtivos “blocos de concreto” e “paredes de concreto pré-moldadas no local, numa visão geral.

BLOCOS DE CONCRETO		PAREDES DE CONCRETO PRÉ-MOLDADAS NO LOCAL	
VISÃO GERAL			
Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens
Economia no uso de madeiras para concreto	Impossibilidade de modificação arquitetônicas	Possibilita diminuição da espessura das paredes	Falta de mão de obra especializada
Redução do uso de concretos e ferragens	Possui vão livre limitado	Maior área útil	Possível inadequada montagem das fôrmas
Redução de mão de obra em carpintaria e ferraria		Redução de mão de obra devido aos treinamentos oferecidos	Custo muito alto das fôrmas
Facilidade de treinamento e qualificação da mão de obra		Mão de obras maximizada	Ausência de empresas especializadas
Redução de subcontratos (terceirização)		Comum cumprimento do prazo de entrega	Falta de empresas especializadas em fabricar e modular fôrmas
Maior rapidez e facilidade de construção		Fabricação no próprio local da edificação	Encarecimento da construção (uso excessivo de aço)
Resistente ao fogo		Racionaliza os materiais gastos = menor custo de obra.	
Maior capacidade de isolamento termoacústico			
Facilita elaboração de projetos			
Maior flexibilidade arquitetônica			

Reduz os desperdícios de materiais			
------------------------------------	--	--	--

Fonte: próprio autor (2022)

3.2 COMPARAÇÃO ECONÔMICA ENTRE A ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS DE CONCRETO E A DE PAREDE DE CONCRETO: REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Dadalt (2020), para se definir a viabilidade econômica destes dois tipos de processos construtivos, é necessário realizar um estudo de viabilidade financeira antes do lançamento do empreendimento, bem como um planejamento estratégico da empresa, que será utilizado como base da elaboração do orçamento e do planejamento físico-financeiro da obra.

Tal planejamento, bem como a elaboração do orçamento fazem parte da gestão de custos de uma obra, que, conforme relata Dadat (2020), tem que ter como objetivos, realizar um sistema de gestão de custos que proporcione à empresa, a visão do custeio de produtos; a avaliação dos resultados; um apoio às tomadas de decisões relacionadas aos custos; um adequado controle dos custos, sempre buscando reduzi-los; dispor de informações de aprimoramento de processos; e, oferecer atendimento diferenciado por cliente.

Segundo Albuquerque (1999 *apud* SILVA JÚNIOR *et al.*, 2018), os custos de uma construção econômica não se resumem ao concreto e ao aço, como muito é imaginado, sendo eles representados por, em média, 30% do custo da estrutura da obra.

Para cada processo construtivo, Dadalt (2020) fala que deve ser elaborado um modelo unificado de estrutura e arquitetura.

Algo que influencia os custos da obra tem relação com seu prazo de construção, já que, como relata Dadalt (2020), quanto mais tempo demora para a obra terminar, mais gastos com custos fixos mensais ocorrem. No que se refere à estrutura, o aumento de seu prazo também encarece a obra, pois são mais custos com locações mensais de equipamentos. Por isso, o prazo máximo de entrega de uma obra é de 36 meses.

Tais premissas são consideradas no processo comparativo entre a alvenaria estrutural de bloco de concreto e a de paredes de concreto, salientado que o tempo de execução do primeiro processo é mais longo do que o do segundo (DADALT, 2020).

Para Silva Júnior *et al.*, (2018), ao se comparar o custo total da estrutura, envolvendo todas as fases do processo, a alvenaria estrutural com blocos de concreto apresenta menores custos, pois apresenta redução do consumo de concreto, aço e fôrmas.

De acordo com Dadalt (2020), no que diz respeito aos custos com a cobertura da habitação, na alvenaria com blocos de concreto, ela pode ser apoiada em uma estrutura de pilaretes de alvenaria e ripas de madeira, sendo este um sistema mais econômico e não demanda de mão de obra especializada. Já para as paredes de concreto, é considerado adequado o telhado de estrutura metálica para receber o fechamento (não que este tipo de estrutura não possa ser utilizado no outro processo construtivo), demandando de menos tempo de execução e maior custo, entretanto, sua calha de escoamento metálica não precisa de impermeabilização, diferente da calha de escoamento

pluvial demandada pela alvenaria de bloco de concreto, que precisa de impermeabilização, um custo que não se tem nas paredes de concreto.

Nas paredes, a alvenaria de bloco de concreto demanda de chapisco para preparar a parede para fixar o revestimento cerâmico, já a parede de concreto possibilita a fixação direta do revestimento, por meio de argamassa colante ou um simples nivelamento de sua espessura com massa niveladora, quando não fixado revestimento cerâmico (ABCP, 2009 *apud* DADALT, 2020). Desta forma, é maior o custo de revestimento no processo construtivo que utiliza blocos de concreto, no que o de paredes de concreto.

Entretanto, se pensando nas instalações, este processo construtivo com paredes de concreto demanda de caixas elétricas, por exemplo, mais onerosas, pois possuem solução diferenciada para conseguir resistir à execução da concretagem, já que já são embutidas nas paredes e lajes; permitir adequada fixação às telas de aço; e vedar a entrada de concreto (DADALT, 2020).

As fôrmas, necessárias na moldagem das paredes de concreto, podem encarecer a obra, porém, quando a construtora trabalhar com produção em escala e com produtos padronizados, este custo alto se dilui, segundo Dadalt (2020), especialmente quando elas forem de alumínio, que, por serem mais leves, demandam de menos equipamentos e aumentam a produtividade da mão de obra.

Se pensados os custos com limpeza de obra, o processo construtivo de paredes de concreto possibilita um menor custo, já que produz menos resíduos de obra, se comparado ao processo de alvenaria com blocos de concreto (DADALT, 2020).

De acordo com Dadalt (2020), no que diz respeito à mão de obra, mesmo as paredes de concreto demandarem de qualificação, por parte dela, que deve ser especialmente treinada e multifuncional, elas se mostram menos onerosas, principalmente se a mão de obra for bem qualificada, pois, com isso, dispensa-se o uso de equipamentos para transporte das fôrmas e menos pessoal.

O quadro 2 demonstra as vantagens e desvantagens dos dois sistemas construtivos, numa visão econômica, conforme pode ser visto abaixo.

Quadro 2 – Vantagens e Desvantagens dos sistemas construtivos “blocos de concreto” e “paredes de concreto pré-moldadas no local, numa visão econômica

BLOCOS DE CONCRETO		PAREDES DE CONCRETO PRÉ-MOLDADAS NO LOCAL	
VISÃO ECONÔMICA			
Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens
Planejamento	Maior tempo de execução da obra	Planejamento	Maior uso de concreto, ferragens e fôrmas
Redução do uso de concretos e ferragens	Necessidade de impermeabilização	Menor tempo de execução da obra	Instalações elétricas específicas e complexas
Menor uso de concreto, ferragens e fôrmas.	Preparo da parede para aplicação de revestimentos cerâmicos (chapisco)	Desnecessidade de impermeabilização	Custos altos das fôrmas
Menor custo com cobertura da habitação	Mais necessidade de limpeza (mais resíduos)	Aplicação direta de revestimentos cerâmicos	
Instalação elétrica simples		Menos necessidade de limpeza (menos resíduos)	
		Se bem qualificada, menor custo com mão de obra (dispensa uso de equipamentos)	

Fonte: próprio autor (2022)

4 RESULTADOS

De acordo com Dadalt (2020), o processo construtivo de paredes de concreto, quando em grande escala, que dilui os custos altos com as fôrmas de alumínio, é uma solução viável. Para isso, a análise do empreendimento deve ser feita como um todo e não considerando somente a estrutura, pois, assim, torna-se inviável, pois tem maior custo direto de material, se comparado ao processo construtivo de blocos de concreto.

Como relata Cambraia (2017), a utilização de paredes de concreto moldadas *in loco* é uma técnica construtiva que melhora a qualidade e a produtividade dos canteiros de obras, destacando-se pela rapidez de execução, quando comparada à alvenaria de blocos de concreto. “Apesar de o investimento inicial ser alto, esse sistema mostra-se bastante lucrativo ao longo do tempo, fato que tem levado a sua larga utilização, inclusive em obras de baixo padrão” (CAMBRAIA, 2017, p. 47).

Segundo Dadalt (2020), no processo construtivo de paredes de concreto, a gestão de materiais, pessoas e equipamentos, e do canteiro de obra, pensada como um todo, é facilitada, o que

reflete nos custos do empreendimento, que reduz, já que demanda de menor equipe gerencial de obra e menos custos de equipamentos em geral. Entretanto, apresenta maior rotatividade e absenteísmo, por parte do pessoal, diferente da alvenaria de blocos de concretos. Desta forma, a gestão deve ser eficaz no que diz respeito ao gerenciamento da mão de obra e da busca de possíveis subempreiteiros que possam suprir as possíveis necessidades que podem surgir.

Há uma vulnerabilidade frente à mão de obra nos dois processos construtivos, sendo que na alvenaria com bloco de concreto, a especialização dos trabalhadores possibilita um maior poder de decisão, por parte deles, que podem escolher opções de trabalhos mais vantajosas, entretanto, ela possibilita uma maior abertura de várias frentes de trabalho, dando maior flexibilidade à obra. No processo construtivo de paredes de concreto, a vulnerabilidade tem relação com a perda de uma única equipe de mão de obra, já que são poucos os especializados e com a parada para manutenção das fôrmas, quando há um único jogo (DADALT, 2020).

Como afirma Dadalt (2020), os dois processos construtivos precisam de um projeto, com características semelhantes e bem elaborado. São necessárias análises destes projetos, estudando todas as hipóteses, segundo Silva Júnior *et al.*, (2018, p. 5), “pois diversos fatores podem influenciar na economia total da obra”.

Porém, de acordo com a análise comparativa de Dadalt (2020), pode-se entender, observando o Quadro 3, que o sistema construtivo de parede de concreto se apresenta economicamente mais atrativo, pois gera uma economia de 3%, se comparado ao sistema construtivo de bloco de concreto. Ele demonstra a diferença de custo entre os dois sistemas construtivos, por grupo de custo.

Quadro 3 – Diferença de custo entre os sistemas construtivos, alvenaria de bloco de concreto e parede de concreto moldada no local

GRUPOS DE CUSTO	Alvenaria	Concreto	Diferença	%Redução/Aumento	%Total Diferença
Projetos	R\$ 188,88	R\$ 188,88	R\$ -	-	-
Despesas Indiretas	R\$ 3.175,03	R\$ 3.175,03	R\$ -	-	-
Habitação	R\$ 4.257,78	R\$ 4.049,80	R\$ 207,98	4,88%	68,14%
Infraestrutura	R\$ 833,48	R\$ 833,48	R\$ -	-	-
Áreas Comuns	R\$ 214,05	R\$ 214,05	R\$ -	-	-
Máquinas, Equipamentos e Ferramentas	R\$ 449,87	R\$ 407,76	R\$ 42,11	9,36%	13,80%
Administração da Obra	R\$ 656,79	R\$ 598,73	R\$ 58,06	8,84%	19,02%
Instalações Provisórias e Consumos Mensais	R\$ 225,22	R\$ 228,13	-R\$ 2,91	-1,29%	-0,95%
TOTAL	R\$ 10.001,10	R\$ 9.695,85	R\$ 305,25	3,05%	100,00%

Fonte: Dadalt (2020)

De acordo com Dadalt (2020, p. 99), “essa diferença pode ser considerada bom resultado frente às pequenas margens de lucro proporcionadas por esse tipo de empreendimento”. De modo geral, englobando elementos dos dois sistemas construtivos semelhantes, como custo com mão de obra e materiais, por metro quadrado, o Quadro 4 demonstra valor aproximado, atualmente, dos preços/custos de uma unidade habitacional de parede de concreto e uma de alvenaria estrutural de

bloco de concreto, que é mais delimitado no Quadro 5, que apresenta os valores gastos por cada sistema construtivo numa macro visão dos itens, bem como a diferença entre eles em valores relativos e absolutos.

Quadro 4 – Preço do m² da Unidade Habitacional

Método executivo	Preço da UH	m ²	Preço / m ²
Parede de concreto	R\$ 30.567,84	43,65	R\$ 700,29
Alvenaria estrutural	R\$ 25.073,59	44	R\$ 569,85
		47	R\$ 533,48
		50	R\$ 501,47

Fonte: Souza e Ávila (2014)

Quadro 5 – Comparativo de custos entre os sistemas construtivos

Item	Alvenaria estrutural (R\$)	Parede de Concreto (R\$)	Diferença (R\$)	Diferença (%)
1-Estrutura	10.251,20	12.679,67	2.428,47	23,69%
2-Instalações	3.754,96	3.836,38	81,42	2,17%
3-Revestimento	3.090,13	3.749,89	659,76	21,35%
4-Peitoril e soleiras	34,02	45,50	11,48	33,74%
5-Esquadrias de alumínio	1.148,12	1.769,71	621,59	54,14%
6-Pavimentação	1.937,75	1.986,92	49,17	2,54%
7-Pintura	1.904,11	1.898,42	5,69	0,30%
8-Esquadrias de madeira	819,25	960,00	140,75	17,18%
9-Louças, bancadas e metais	868,64	802,10	66,54	7,66%
10-Forros	268,15	228,00	40,15	14,97%
11-Cobertura	997,27	1.036,25	38,98	3,91%
12-Esquadrias metálicas	-	1.575,00	-	-
Total	R\$ 25.073,59	R\$ 30.567,84	R\$ 5.494,25	21,91%

Fonte: Souza e Ávila (2014)

5 CONCLUSÃO

Observando as informações coletadas para elaboração deste trabalho, pode-se entender que os dois sistemas construtivos apresentam vantagens e desvantagens, no geral. Porém, em relação à viabilidade econômica, a alvenaria de paredes de concreto moldadas no local apresenta maior viabilidade, já que reduz o tempo de construção; oferece um padrão final dos apartamentos com maior qualidade; necessita de menos maquinário, equipamentos e ferramentas para realizar a obra, mesmo as fôrmas apresentando custos altos; e apresenta menor custo com a equipe de trabalho, que é reduzida, apesar de ter de ser capacitada e, no que diz, também, respeito à administração da obra, esta é vista como um todo, o que diminui o trabalho dos inspetores de obras, o que torna esse grupo de custo, mais econômico.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BLOCO BRASIL. **Alvenaria com blocos de concreto tem desempenho em nível superior em ensaio de chique térmico** – resistência contra a ação do calor. São Paulo: Associação Bloco Brasil, 2019. Disponível em: <https://blocobrasil.com.br/2019/10/20/alvenaria-com-blocos-de-concreto-tem-desempenho-em-nivel-superior-em-ensaio-de-choque-termico-resistencia-contr-a-acao-do-calor/>. Acesso em: 15 set. 2022.
- CAMACHO, J. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Unesp, 2006. Disponível em: <https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariacivil/nepae/projeto-de-edificios-de-alvenaria-estrutural.pdf> Acesso em: 15 set. 2022.
- CAMBRAIA, M. N. **Processo construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco* em fôrmas de alumínio**. 2017. TCC (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/30919/1/TCC%20%20Matheus%20N.%20Cambracia%2010-10-17.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2022.
- DADALT, D. R. **Comparação entre os processos construtivos de alvenaria estrutural e paredes de concreto sob o aspecto de custo e prazo**: estudo de caso de um empreendimento de habitação de baixa renda. 2020. TCC (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/218075/001121521.pdf?sequence=1>. Acesso em: 30 jul. 2022.
- DELLATORRE, L.A. **Análise comparativa de custo entre edifício de alvenaria estrutural e de concreto armado convencional**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, 2014. Disponível em: http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_LAZARO%20AUGUSTO%20DELLATORRE.pdf. Acesso em: 01 abr. 2022.
- FRANCO, L. S.; AGOPYAN, V. Racionalização dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada. *In: INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MANSORY FOR DEVELOPING COUNTRIES*. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina e University of Edinburgh, 1994, p. 497-508.
- GONÇALVES, M.F. **Estudo comparativo entre blocos cerâmicos para execução de alvenaria**. 2016. TCC (Graduação) – Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, CE, 2016. Disponível em: http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=estudo_comparativo_entre_blocos_de_concreto_.pdf. Acesso em: 02 jun. 2022.
- HENDRY, A.W. Engineered design of masonry buildings: fifty years development in Europe. *Prog. Struct. Eng. Mater*, Scotland, v. 4, n. 3, p. 291–300, 2003. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pse.118/pdf> Acesso em: 01 abr. 2022.
- KALIL, S. M. B. **Alvenaria estrutural**. Porto Alegre: PUCRS, 2007. Disponível em: https://www.politecnica.pucrs.br/professores/soares/Topicos_Especiais_-_Estruturas_de_Madeira/Alvenaria.pdf. Acesso em: 02 jun. 2022.
- MICHEVIZ, J. *et al.* **Análise experimental de blocos de concreto com função estrutural produzidos com agregados leves**. 2011. TCC (Graduação) - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, Curitiba, 2011. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8338/2/CT_EPC_2011_2_07.PDF. Acesso em: 01 abr. 2022.
- NBR 10837. **Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. 1989. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/346704125/nbr-10837> >. Acesso em: 05 jun. 2022.

NBR 12665. **Concreto de cimento Portland** - preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17831/material/NBR%2012665%20-%202015.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2022.

NBR 15823-2. **Concreto autoadensável - parte 2**: determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual – Método do cone de Abrams. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/481871758/NBR-15823-2-AUTO-ADENSAVEL-pdf>. Acesso em: 12 jun. 2022.

NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto** – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014. Disponível em: <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbXJib25jcmV0b2FybWFKb3VuaWNhcHxneDo2YjRmNmM5MTA5NGE1OTE1>. Acesso em: 05 jun. 2022.

NBR 6120. **Cargas para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 1980. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5591983/mod_resource/content/1/10%20NBR%206120.pdf. Acesso em: 05 jun. 2022.

NBR 7481. **Tela de aço soldada** – Armadura para concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 1990. Disponível em: <https://idoc.pub/documents/nbr-7481-tela-de-aco-soldada-aramadura-para-concretopdf-on23e8y6pyl0>. Acesso em: 05 jun. 2022.

NBR 8798. **Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. Rio de Janeiro: ABNT, 1985. Disponível em: https://www.academia.edu/31370397/NBR_8798_AL_VENARIA_ESTRUTURAL. Acesso em: 05 jun. 2022.

NBR NM 67. **Concreto** – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro: ABNT, 1998. Disponível em: http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/15030/material/NBR%20NM%2067%20-%202098_aula.pdf. Acesso em: 12 jun. 2022.

OLIVEIRA, S. G. **Método construtivo da parede de concreto moldada in loco**: estudo de obra em edificação predial de quatro pavimentos no município de Araraquara-SP. 2017. TCC (Graduação) - Departamento de Ciências da Administração e tecnologia, UNIARA, Araraquara, 2017.

PASTRO, R. Z. **Alvenaria estrutural**: sistema construtivo. 2007. TCC (Graduação) – Universidade São Francisco, Itatiba, SP, 2007. Disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1060.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2022.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R.S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2003.

SANTOS, M. D. F. **Técnicas construtivas em alvenaria estrutural**: contribuição ao uso. 1998. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 1998. Disponível em: <https://repositorio.unisc.br/jspui/handle/11624/620>. Acesso em: 04 jun. 2022.

SILVA JÚNIOR, E. L. et al. **Viabilidade econômica entre alvenaria estrutural e estrutura convencional em concreto armado para empreendimento em Recife-PE**. Brasília: Confea, 2018. Disponível em: https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/civil/192_veeaeecacepeer.pdf. Acesso em: 30 jul. 2022.

SOUZA, J. V. L.; ÁVILA, R. A. G. **Análise Comparativa da viabilidade econômica entre os sistemas construtivos “parede de concreto” e “alvenaria estrutural”** – estudo de caso. 2014. TCC (Graduação) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/AN%C3%81LISE_COMPARATIVA_DA_VIABILIDADE_EC_ON%C3%94MICA_ENTRE_OS_SISTEMAS_CONSTRUTIVOS_%E2%80%9CPAREDE_DE_CONCR

[ETO%E2%80%9D E %E2%80%9CALVENARIA ESTRUTURAL%E2%80%9D %E2%80%93 ESTUDO DE CASO.pdf](#). Acesso em: 04 out. 2022.

VALENTE, A. L. **Estudo do processo construtivo de parede de concreto moldado in loco**. 2017. TCC (Graduação) - Departamento de Ciências da Administração e tecnologia, UNIARA, Araraquara, 2017.