



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ISMAEL PEDRO DA SILVA

**DESEMPENHO TÉCNICO-ECONÔMICO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS
APLICADOS À HABITAÇÃO ECONÔMICA: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE
PAREDE DE CONCRETO E ALVENARIA ESTRUTURAL**

João Pessoa – PB

2025

ISMAEL PEDRO DA SILVA

**DESEMPENHO TÉCNICO-ECONÔMICO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS
APLICADOS À HABITAÇÃO ECONÔMICA: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE
PAREDE DE CONCRETO E ALVENARIA ESTRUTURAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal da Paraíba (UFPB), no
curso de Bacharelado em Engenharia Civil,
como requisito para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Claudino Lins Nóbrega Júnior

João Pessoa – PB

2025

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586d Silva, Ismael Pedro da.

Desempenho técnico-econômico de sistemas construtivos aplicados à habitação econômica: estudo comparativo entre parede de concreto e alvenaria estrutural / Ismael Pedro da Silva. - João Pessoa, 2025.

67 f. : il.

Orientação: Claudino Lins Nóbrega Júnior.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Parede de concreto. 2. Alvenaria estrutural. 3. Custo. 4. Prazo. 5. Produtividade. I. Nóbrega Júnior, Claudino Lins. II. Título.

UFPB/BSCT

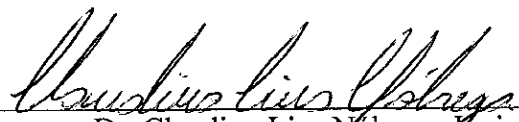
CDU 624(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

ISMAEL PEDRO DA SILVA

DESEMPENHO TÉCNICO-ECONÔMICO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS APLICADOS À HABITAÇÃO ECONÔMICA: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE PAREDE DE CONCRETO E ALVENARIA ESTRUTURAL

Trabalho de Conclusão de Curso em 02/10/2025 perante a seguinte Comissão Julgadora:



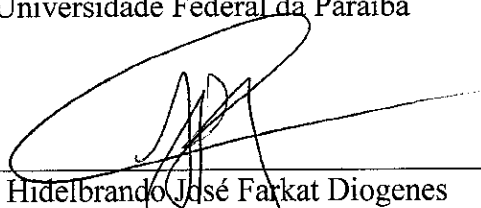
Dr. Claudino Lins Nobrega Junior
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Dr. Givanildo Alves de Azeredo
Universidade Federal da Paraíba

APROVADO



Dr. Hidelbrando José Farkat Diogenes
Universidade Federal da Paraíba

APROVADO

*A quem compartilhou comigo
cada passo desta trajetória*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde, sabedoria e perseverança para chegar até aqui. Em todos os momentos de incerteza, foi a fê que me sustentou e me guiou no caminho.

À minha família, meu porto seguro. À minha mãe, Mariluci de Lima e ao meu pai, Gilberto Pedro, pela paciência, amor incondicional, por todo apoio e ensinamentos que me moldaram como ser humano. Vocês que me inspiraram em cada etapa da minha vida. Aos meus irmãos, Manoel Pedro, Gilberto Junior e Adyna Karla, agradeço pela amizade sincera, pelo apoio constante e por sempre acreditar no meu potencial. À minha namorada, Islany Bianca, pela compreensão, pelo incentivo diário e por estar ao meu lado em cada desafio, compartilhando sonhos e conquistas.

Aos amigos que caminharam comigo desde os primeiros anos de estudo até a universidade, compartilhando alegrias, dificuldades e conquistas. Em especial, agradeço a Gabriel Soares, João Marcos, Marcílio Neto, André Viana, Henrique Goes, Cássio Duré, José Alberto, Victor Nóbrega, Micaelle Caroline, Marina Rodarte, Gustavo Rocha, Vinícius Pedrosa e Livia Pereira pela amizade e companheirismo que tornaram essa jornada mais leve.

Aos colegas de trabalho, Antônio Neto, Jacilene Araújo, Rodrigo Silva, Camila Lima, Luciano Leite e Diogo Campos, que exerceram papel fundamental nesse desafio, foram referência e me ajudaram a amadurecer profissionalmente, sempre oferecendo apoio e incentivo.

Ao Professor orientador Dr. Claudino Lins Nóbrega Júnior, por me aceitar como orientando, por sua dedicação, paciência e orientação na execução deste trabalho, sendo um verdadeiro guia nesse processo.

Por fim, deixo meu reconhecimento e gratidão a todos que, de forma direta ou indireta, estiveram ao meu lado nessa caminhada. Cada palavra, gesto e ensinamento foram fundamentais para que eu chegasse a esta conquista.

RESUMO

Esta pesquisa se caracteriza como um estudo de caso que buscou analisar, sob uma ótica comparativa, duas obras executadas com os sistemas construtivos de alvenaria estrutural com blocos de concreto e parede de concreto moldada in loco. A proposta é avaliar os dois métodos considerando aspectos de custo, prazo, produtividade e viabilidade construtiva no contexto de empreendimentos de padrão econômico. O trabalho se caracteriza como um estudo de caso aplicado, e a metodologia adotada envolveu a revisão da literatura, coleta de dados, análise dos dados e discussão dos resultados. Os dados coletados demonstraram que a obra que utilizou o sistema de parede de concreto apresentou menor custo e prazo, além de maior produtividade da mão de obra. Considerando aspectos operacionais e de logística, o sistema de parede de concreto também se mostrou mais vantajoso por propiciar uma obra mais enxuta e organizada, exigir menor número de funções e materiais, além de otimizar os processos e o espaço no canteiro de obras. Por outro lado, o sistema apresenta um elevado custo de implementação e demanda uma estrutura financeira e logística que inviabiliza sua aplicação em contextos de menor escala. Dessa forma, o sistema de alvenaria estrutural se mostra uma opção mais viável no que se refere a produção em volumes menores, pois é mais acessível e de fácil implementação em relação ao sistema de parede de concreto.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural. Parede de concreto. Custo. Prazo. Produtividade.

ABSTRACT

This research is characterized as a case study that sought to analyze, from a comparative perspective, two real projects carried out with the structural masonry system using concrete blocks and the cast-in-place concrete wall system. The proposal is to evaluate both methods considering aspects of cost, schedule, productivity, and constructive feasibility in the context of affordable housing developments. The work is defined as an applied case study, and the methodology adopted involved literature review, data collection, data analysis, and discussion of results. The data collected showed that the project using the cast-in-place concrete wall system presented lower cost and shorter schedule, in addition to higher labor productivity. Considering operational and logistical aspects, the cast-in-place concrete wall system also proved more advantageous, as it enables a leaner and more organized worksite, requires fewer functions and materials, and optimizes processes and space on the construction site. On the other hand, the system presents a high implementation cost and demands financial and logistical structures that make its application unfeasible in smaller-scale contexts. Therefore, the structural masonry system proves to be a more viable option for smaller-scale projects and sequencing, as it is more accessible and easier to implement when compared to the cast-in-place concrete wall system.

Keywords: Structural masonry. Concrete wall. Cost. Schedule. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Edifício Monadnock, em Chicago	17
Figura 2: Conjunto Habitacional Central Parque Lapa, em São Paulo	18
Figura 3: Bloco de concreto	23
Figura 4: Tolerância dimensional - largura	24
Figura 5: Tolerância dimensional - comprimento	24
Figura 6: Junta de argamassa	25
Figura 7: Graute	26
Figura 8: Demarcação da primeira fiada de blocos.....	28
Figura 9: Acesso de limpeza	29
Figura 10: Canaleta tipo “U” sendo grauteada para formar verga da porta	31
Figura 11: Célula do bloco grauteada	32
Figura 12: Fôrmas de alumínio	37
Figura 13: Telas soldadas.....	39
Figura 14: Laje radier.....	41
Figura 15: Marcação da laje	41
Figura 16: Montagem da armação.....	42
Figura 17: Montagem das fôrmas	43
Figura 18: Lançamento do concreto.....	43
Figura 19: Antes e depois do fechamento dos furos de ancoragem.....	44
Figura 20: Obra executada com parede de concreto	47
Figura 21: Obra executada com alvenaria estrutural.....	48
Figura 22: Sequência metodológica	51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparativo do custo/m ² entre sistemas	53
Gráfico 3: Comparativo do prazo médio/unidade habitacional entre sistemas	54
Gráfico 4: Índice de produtividade da mão de obra da obra executada com alvenaria estrutural.....	54
Gráfico 5: Índice de produtividade da mão de obra da obra executada com parede de concreto	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Custo/m ² da obra executada com alvenaria estrutural.....	52
Tabela 2: Custo/m ² da obra executada com parede de concreto	52
Tabela 3: Prazo médio por unidade habitacional da obra executada com alvenaria estrutural	53
Tabela 4: Prazo médio por unidade habitacional da obra executada com parede de concreto	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA.....	14
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo geral	14
1.2.2 Objetivos específicos	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 SISTEMA CONSTRUTIVO	16
2.2 SISTEMA DE ALVENARIA ESTRUTURAL	16
2.2.1 Histórico no mundo.....	16
2.2.2 Histórico no Brasil.....	18
2.2.3 Situação atual	19
2.2.4 Conceito e particularidades.....	19
2.2.5 Tipos de alvenaria estrutural	21
2.2.5.1 Alvenaria estrutural não Armada	21
2.2.5.2 Alvenaria estrutural armada.....	21
2.2.5.3 Alvenaria estrutural parcialmente armada.....	22
2.2.5.4 Alvenaria estrutural com blocos de concreto, cerâmicos ou outros materiais.....	22
2.2.6 Elementos	23
2.2.6.1 Bloco de concreto.....	23
2.2.6.2 Argamassa.....	25
2.2.6.3 Graute	26
2.2.6.4 Armadura	27
2.2.7 Processo executivo	27
2.2.7.1 Preparação da base	28
2.2.7.2 Assentamento da primeira fiada	29
2.2.7.3 Elevação das fiadas superiores.....	30
2.2.7.4 Aplicação da argamassa	30
2.2.7.5 Utilização de canaletas, vergas e contravergas	30
2.2.7.6 Grauteamento.....	31

2.2.6 Mão de obra	32
2.3 SISTEMA DE PAREDE DE CONCRETO	33
2.3.1 Histórico	33
2.3.2 Situação atual	34
2.3.3 Conceitos e particularidades	35
2.3.4 Elementos	37
2.3.4.1 Fôrmas	37
2.3.4.2 Armadura	38
2.3.4.3 Concreto	39
2.3.5 Processo executivo	40
2.3.5.1 Fundação.....	40
2.3.5.2 Marcação da laje	41
2.3.5.3 Montagem da armação	42
2.3.5.4 Montagem das fôrmas	42
2.3.5.5 Concretagem	43
2.3.5.6 Desforma	44
2.3.5.7 Acabamento	44
2.3.6 Mão de obra	45
3 METODOLOGIA	46
3.1 TIPO DE PESQUISA	46
3.2 AMBIENTE DE INVESTIGAÇÃO	46
3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS	47
3.4 VARIÁVEIS DA INVESTIGAÇÃO	48
3.5 ETAPAS DA PESQUISA	49
3.5.1 Comparativo quantitativo	50
3.5.2 Comparativo qualitativo.....	50
4 RESULTADO E DISCUSSÕES	52
4.1 COMPARATIVO QUANTITATIVO	52
4.1.1 Custo por metro quadrado (R\$/m²).....	52
4.1.2 Prazo médio por unidade habitacional	53
4.1.3 Produtividade da mão de obra.....	54

4.2 COMPARATIVO QUALITATIVO	55
4.2.1 Ocorrência de retrabalhos.....	55
4.2.2 Logística de suprimentos e armazenagem	56
4.2.3 Composição da mão de obra	56
4.2.4 Grau de otimização	56
4.2.5 Viabilidade construtiva.....	57
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

A construção civil age como um pilar na economia nacional, sendo um setor essencial para o desenvolvimento brasileiro (Texeira; Carvalho, 2005). Marcando presença expressiva nos investimentos em infraestrutura e moradia, o setor desempenha um papel de destaque, principalmente no ramo de habitações de padrão econômico. Dessa forma, a habitação econômica tem atraído crescente atenção tanto do setor privado quanto do governo, por representar um mercado forte e pelo déficit habitacional ainda ser um problema que desafia as políticas governamentais (Eloy et al., 2021).

Nesse cenário, faz-se necessário buscar por soluções construtivas que possibilitem a diminuição de despesas, o aumento da eficiência e a padronização dos processos (Franco, 1992). A alvenaria estrutural com blocos de concreto ganhou relevância por viabilizar essa otimização, com menor necessidade de formas, mão de obra e auxiliando na diminuição de desperdícios (Ramalho; Corrêa, 2003). Sua aplicação em grande escala, em obras repetitivas e com padrão definido, fortaleceu sua viabilidade técnica e financeira, tornando-a uma referência no setor habitacional nas últimas décadas.

Em contrapartida, com o aumento da escala dos empreendimentos e a busca por métodos cada vez mais industrializados, novas tecnologias começaram a se firmar no mercado. É nesse contexto que o sistema de paredes de concreto moldadas in loco vem ganhando espaço. Ele possibilita um alto nível de padronização, boa relação custo-benefício e maior produtividade (ABCP, 2008). Para empresas que trabalham com grande demanda e prazos curtos, o sistema tem se mostrado uma alternativa eficiente e economicamente viável.

Na prática, o que se verifica é uma transição progressiva por parte de construtoras de habitação econômica, que estão optando por usar parede de concreto em vez da alvenaria estrutural. De acordo com o engenheiro Rubens Monge, responsável pela área de Planejamento e Mercado da ABCP, “há uma tendência de pequena redução dos métodos tradicionais de construção, perdendo espaço para os sistemas industrializados” (Revista GC, 2015).

Pensando nisso, este estudo surgiu da vontade de entender melhor esse movimento. A proposta é comparar, de forma objetiva, os sistemas construtivos de alvenaria estrutural com blocos de concreto e de paredes de concreto moldadas in loco. Para isso, serão analisados dados de obras com base em critérios de desempenho global, como custo, prazo e produtividade.

1.1 JUSTIFICATIVA

Tomar decisões com base em critérios técnicos bem definidos é algo essencial para que a construção civil alcance bons resultados (Formoso, 2003). Isso vale especialmente quando se trata da escolha do sistema construtivo. Mais do que uma etapa do projeto, essa escolha pode ser decisiva para viabilizar economicamente uma obra, principalmente nos empreendimentos voltados à habitação econômica, em que prazos apertados e orçamentos enxutos são realidade constante.

Nos últimos anos, tem-se observado um movimento gradual por parte de construtoras que estão migrando da alvenaria estrutural para o sistema de parede de concreto. É importante entender os fundamentos dessa mudança. Embora ambos os sistemas apresentem vantagens conhecidas, é necessário ir além das percepções e entender essas diferenças a partir de uma perspectiva comparativa.

É com esse foco que este estudo se justifica. A proposta é oferecer uma análise prática, baseada em dados concretos de obras, que possa auxiliar engenheiros, gestores e planejadores na tomada de decisões mais seguras e bem embasadas. Além disso, o trabalho busca contribuir com o debate técnico, ampliando o entendimento sobre os dois sistemas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar comparativamente o desempenho técnico e econômico dos sistemas de parede de concreto moldada in loco e alvenaria estrutural com blocos de concreto, aplicados ao segmento de empreendimentos de habitação econômica.

1.2.2 Objetivos específicos

- Apresentar os processos executivos e as principais características técnicas de cada método.
- Identificar os principais indicadores de desempenho técnico e econômico relacionados a cada sistema.

- Levantar dados de obras habitacionais executadas com ambos os métodos construtivos.
- Avaliar como cada sistema impacta a gestão da produção, a logística de obra e na otimização dos processos construtivos.
- Integrar os dados em uma análise comparativa que demonstre as vantagens de cada método, com foco em sua viabilidade técnica e econômica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMA CONSTRUTIVO

Falar em sistema construtivo implica compreender o conjunto de técnicas, processos e decisões que dão forma à construção como um todo, desde o planejamento até o acabamento. É ele quem dita o ritmo da obra, organiza as etapas e define como cada elemento se encaixa no resultado final.

Segundo Camacho (2006), um sistema construtivo envolve um processo altamente organizado, com certo grau de industrialização, no qual os elementos utilizados se relacionam de forma integrada. É essa lógica que dá unidade à construção, conectando materiais, métodos e execução em uma sequência funcional.

Cada sistema propõe um caminho, definindo o que será usado, como será feito e com qual objetivo em termos de desempenho e qualidade. Essa escolha não é aleatória, envolve questões técnicas, econômicas, logísticas e até culturais.

Com o tempo e a chegada de novas tecnologias, a construção civil precisou se reinventar. A diversidade de obras e a complexidade das demandas atuais exigem sistemas mais adaptáveis, eficientes e racionais. Como consequência, observa-se uma enorme variedade de métodos construtivos à disposição do setor. Dentre eles, estão contemplados os sistemas de alvenaria estrutural e de parede de concreto.

2.2 SISTEMA DE ALVENARIA ESTRUTURAL

2.2.1 Histórico no mundo

A alvenaria é um dos sistemas mais antigos que conhecemos. Os primeiros registros de sua utilização ocorrem com a transição do homem nômade para o homem sedentário. O estabelecimento do homem em territórios fixos revelou a necessidade de construir abrigos mais resistentes e duradouros. Foi nesse contexto que a alvenaria surgiu. Inicialmente, de maneira simples e rudimentar, a estrutura era composta de pedras, troncos ou blocos moldando o espaço habitado (Parsekian, 2012).

Porém, por mais longa que seja sua história, o reconhecimento técnico demorou. Foi só lá pelo século XVII que a alvenaria começou a ser considerada, de fato, uma tecnologia,

ainda que bastante empírica (Hendry, 2002). Na ausência de normas e cálculos estruturais, a construção era baseada em instinto, repetição e superdimensionamento de elementos estruturais.

Com a Revolução Industrial, a ciência dos materiais avançou, e os ensaios experimentais começaram a dar base ao que antes era apenas intuição. Porém, o concreto armado e o aço chegaram como protagonistas nesse processo, apresentando versatilidade e viabilizando o cálculo racional e a utilização de estruturas esbeltas. Assim, a alvenaria estrutural foi levada para o segundo plano (Camacho, 2006).

A construção do edifício Monadnock, em Chicago, foi um marco dessa transição. Erguido em 1893, foi executado em alvenaria estrutural. Devido à ausência de métodos racionais, o edifício apresentou paredes no térreo com até 1,80 m de espessura, como mostra a Figura 1. Essa discrepância acentuou a insustentabilidade econômica da alvenaria estrutural quando fundamentada em abordagens empíricas (Ramalho; Corrêa, 2003).

Figura 1: Edifício Monadnock, em Chicago



Fonte: Parsekian (2012)

No decorrer do século XX, em meio a conflitos, instabilidades e falta de insumos como o aço, a alvenaria ressurgiu com força. Era uma solução mais econômica e viável. Na década

de 1950, o engenheiro suíço Paul Haller projetou um edifício de 18 pavimentos em alvenaria não armada (Parsekian, 2012). Um feito técnico que marcou a retomada do sistema.

Nos Estados Unidos, a segunda metade do século XX marcou a publicação dos primeiros códigos normativos voltados exclusivamente à alvenaria estrutural. Com isso, veio a base sólida que o sistema precisava para evoluir, ganhar respaldo técnico e continuar sua jornada, agora com mais precisão e menos imprevisto.

2.2.2 Histórico no Brasil

A adoção da alvenaria como solução estrutural no Brasil, utilizando métodos racionais de cálculo de dimensionamento e verificações de resistência, ocorreu tardiamente (Ramalho; Corrêa, 2003). A técnica só começou a ganhar força na década de 1960. Um marco importante foi em 1966, com o Conjunto Habitacional Central Parque Lapa, em São Paulo, representado na Figura 2. A obra era composta por quatro edifícios de 12 pavimentos, feitos com blocos de concreto armado e baseados em normas dos EUA (Parsekian, 2012).

Figura 2: Conjunto Habitacional Central Parque Lapa, em São Paulo



Fonte: Ramalho e Corrêa (2003)

Com o crescimento do país e a expansão das cidades, a demanda habitacional aumentou. O governo federal, juntamente com o setor privado, pressionado por essa demanda,

passou a enxergar na alvenaria estrutural uma resposta prática e econômica. Foi o início da consolidação do sistema no Brasil. Obras mais enxutas, com até quatro andares, surgiram por todo o território. Os blocos vazados de concreto tornaram-se protagonistas nesse processo.

Em 1988, ainda em São Paulo, ergueram-se quatro torres de 18 pavimentos, com blocos estruturais. Na época, eram os edifícios mais altos da América do Sul com esse tipo de sistema (Camacho, 2006). Um feito notável que representou um símbolo da maturidade técnica do sistema na época.

Depois disso, a técnica se expandiu e as normas acompanharam. A ABNT NBR 6136 (2016) para blocos de concreto e a NBR 16868 (2020) voltada ao projeto de alvenaria estrutural, não apenas regulamentaram, mas consolidaram o sistema no Brasil, oferecendo diretrizes e trazendo confiabilidade para o processo construtivo. Tornaram o que era técnica de nicho em sistema reconhecido, seguro e replicável.

2.2.3 Situação atual

Hoje, a alvenaria estrutural tem sido amplamente utilizada em muitos projetos residenciais de pequeno e médio porte. Com aplicação em larga escala em edifícios populares, conjuntos habitacionais e obras seriadas, o sistema se firmou como uma das opções mais viáveis no mercado brasileiro devido ao seu custo-benefício.

O avanço técnico trouxe, também, uma transformação cultural. O que antes era restrito a grandes empresas do setor, hoje chega às pequenas e médias construtoras, principalmente aquelas que trabalham com projetos padronizados, em série e de habitação popular. Esse movimento revela o amadurecimento do sistema e sua capacidade de se reinventar frente às exigências do setor da construção civil.

2.2.4 Conceito e particularidades

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo no qual as próprias paredes da edificação assumem a função de estrutura resistente, dispensando o uso convencional de pilares e vigas independentes. Ou seja, as paredes não servem apenas para dividir ambientes ou vedar espaços; elas carregam, sustentam e transmitem os esforços da edificação até a fundação (Ramalho; Corrêa, 2003).

Essa característica dá ao sistema um grau elevado de racionalização e integração. Tudo precisa estar interligado, desde o projeto arquitetônico, cálculo estrutural até instalações elétricas e hidráulicas. Nada pode ser improvisado no meio da execução. Os blocos devem ser assentados com precisão, respeitando modulações, e cada furo, canalização e tomada já deve estar prevista desde o início.

Camacho (2006) afirma que esse é um sistema que exige planejamento, mas, em troca, oferece produtividade e economia. Quando bem executada, a alvenaria estrutural garante qualidade, desempenho e velocidade. Isso se traduz em obras mais enxutas, com menos retrabalho e menor desperdício. Em vez de construir a estrutura e depois levantar as vedações, tudo é feito de forma integrada, o que reduz etapas e recursos.

Segundo Camacho (2006), esse tipo de organização transforma o processo em algo mais próximo da lógica industrial, com repetição, padronização e controle. No entanto, ao contrário da alvenaria convencional, que permite maior flexibilidade, a alvenaria estrutural não tolera alterações significativas após a execução. A possibilidade de abrir um vão, mover uma parede ou cortar blocos não é prevista. Intervenções desse tipo podem comprometer seriamente a estabilidade da edificação.

Outro ponto fundamental é entender o tipo de esforço predominante nesse sistema: a compressão. As paredes estruturais são dimensionadas para suportar tensões verticais, sendo menos eficientes em resistir à tração ou ao momento fletor. Por isso, o projeto deve buscar sempre maximizar os esforços de compressão e minimizar tensões indesejadas, evitando, por exemplo, vãos muito grandes ou descontinuidades que gerem torções ou flexões exageradas (Ramalho; Corrêa, 2003).

Além disso, é essencial destacar que os elementos estruturais da alvenaria (blocos, argamassas, grautes e eventuais armaduras) precisam trabalhar em conjunto, como um sistema. O desempenho final depende da compatibilidade entre eles e da qualidade da execução. A espessura das juntas, o tipo de bloco, o traço da argamassa, a cura adequada, tudo influencia o comportamento da parede (Pastro, 2007).

Por fim, vale ressaltar que a alvenaria estrutural se destaca especialmente em obras de habitação econômica ou em empreendimentos padronizados, com grande número de unidades repetitivas. Nesses casos, sua aplicação gera ganhos significativos de tempo, custo e controle. Mas, para que isso aconteça, é preciso compromisso com o projeto, integração entre equipes e, acima de tudo, um bom planejamento desde o primeiro esboço até o último metro cúbico de graute.

2.2.5 Tipos de alvenaria estrutural

Embora o princípio seja sempre o mesmo, há diferentes tipos de alvenaria estrutural, classificados segundo o grau de atuação estrutural e o tipo de elemento resistente, conforme descrito a seguir.

2.2.5.1 Alvenaria estrutural não Armada

É o tipo mais básico, em que a resistência aos esforços solicitantes é garantida exclusivamente pela capacidade dos blocos e da argamassa de assentamento. Ou seja, não há presença de armaduras internas, exceto pequenos reforços em vergas e contravergas, que são tratados como elementos localizados e não contínuos (Cavalheiro, 2011).

Esse sistema é mais comum em obras de pequeno porte, com paredes de altura reduzida e carregamentos predominantemente verticais. Sua aplicação exige um bom projeto de modulação e controle rigoroso da execução, uma vez que não há elementos que compensem possíveis falhas estruturais durante o uso.

2.2.5.2 Alvenaria estrutural armada

Neste tipo, além da resistência dos blocos e da argamassa, utiliza-se armaduras passivas, em geral barras de aço CA-50 ou CA-60, como especifica a NBR 7480 (ABNT, 2024), posicionadas nas células dos blocos e envolvidas por graute. As armaduras são responsáveis por resistir a esforços de tração, cisalhamento e momentos fletores, proporcionando maior capacidade estrutural e segurança ao conjunto.

A NBR 16868-1 (ABNT, 2020) define alvenaria armada como aquela que utiliza armaduras necessárias para resistir aos esforços solicitantes. Esse sistema é mais indicado para edificações de maior porte, com pavimentos múltiplos e paredes sujeitas a ações horizontais, como vento ou sismos, ou que apresentem aberturas significativas, onde há concentração de tensões.

2.2.5.3 Alvenaria estrutural parcialmente armada

Trata-se de um sistema intermediário, no qual apenas regiões específicas da alvenaria são armadas, como vergas, contravergas, pilares embutidos e zonas de amarração ou onde ocorrem maiores concentrações de tensões. O restante da parede permanece como alvenaria simples (Cavalheiro, 2011).

É uma solução adotada para racionalizar a estrutura, reduzindo o uso de aço e graute apenas às zonas críticas. Requer um projeto detalhado que identifique essas regiões com precisão, além de mão de obra qualificada para garantir a correta execução.

2.2.5.4 Alvenaria estrutural com blocos de concreto, cerâmicos ou outros materiais

Além da classificação por presença de armaduras, também é comum classificar a alvenaria estrutural pelo tipo de bloco utilizado:

- Blocos de concreto estrutural: são os mais utilizados, pois, conforme definido pela NBR 6136 (ABNT, 2016), apresentam elevada resistência à compressão, baixa absorção de água, estabilidade dimensional e são compatíveis com a modulação. São ideais para obras racionalizadas e permitem o uso de blocos especiais, como canaletas e blocos de amarração.
- Blocos cerâmicos estruturais: possuem menor resistência e são mais frágeis no manuseio, mas ainda são aplicados em projetos de menor porte, principalmente em regiões onde a cerâmica tem menor custo de produção e transporte. Exigem maior controle na execução devido à sua menor uniformidade.
- Blocos sílico-calcários ou concreto celular: são menos comuns no Brasil, mas têm aplicação em alguns nichos de mercado. O concreto celular, por exemplo, possui boa resistência térmica e acústica, sendo interessante em projetos que priorizam conforto ambiental.

2.2.6 Elementos

2.2.6.1 Bloco de concreto

O bloco de concreto é o principal elemento de sustentação das cargas verticais da edificação. Fabricado a partir de cimento Portland, agregados selecionados e água, esse componente passa por processos de vibração e prensagem que garantem densidade, forma precisa e resistência mecânica adequada.

Figura 3: Bloco de concreto



Fonte: Autoral (2025)

De acordo com a NBR 6136 (ABNT, 2016), para ser considerado estrutural, o bloco deve apresentar resistências mínimas características sobre a área líquida, com absorção controlada de até 10%. Existem dois grupos principais utilizados na prática, definidos por suas dimensões modulares, os de 14 cm e 19 cm.

A adoção da coordenação modular é um diferencial, pois reduz perdas, simplifica a execução e racionaliza a obra como um todo. Contudo, para isso, o controle dimensional dos blocos é essencial, como mostram as Figuras 4 e 5. A NBR 6136 (ABNT, 2016) especifica

tolerâncias rigorosas de ± 2 mm para largura e ± 3 mm para altura e comprimento. Qualquer variação fora desse intervalo pode comprometer o encaixe e, por consequência, a estabilidade do conjunto.

Figura 4: Tolerância dimensional - largura



Fonte: Parsekian (2012)

Figura 5: Tolerância dimensional - comprimento



Fonte: Parsekian (2012)

Além disso, a textura do bloco, sua capacidade de absorção de água e a regularidade das faces influenciam diretamente na aderência da argamassa e no comportamento da parede.

Blocos muito absorventes retiram água da argamassa e prejudicam sua cura; blocos muito impermeáveis dificultam a fixação. Dessa maneira, um equilíbrio deve ser alcançado (Pastro, 2007).

2.2.6.2 Argamassa

A argamassa de assentamento pode ser comparada à solda de uma estrutura metálica, pois une os blocos e transmite os esforços entre eles, como mostra a Figura 6. Em alvenaria estrutural, a qualidade da junta de argamassa é determinante para a segurança e o desempenho global do sistema.

Figura 6: Junta de argamassa



Fonte: Autoral (2025)

Segundo a NBR 13281-2 (ABNT, 2023), a argamassa deve apresentar propriedades específicas, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido. No estado fresco, espera-se trabalhabilidade, retenção de água e tempo de pega adequados. No estado endurecido, são exigidas aderência, resistência à compressão e capacidade de deformação controlada.

A espessura da junta também é normatizada, idealmente 1 cm, com tolerância de ± 3 mm, como especifica a NBR 16868-2 (ABNT, 2020). Juntas muito finas aumentam a rigidez e concentram tensões, enquanto as mais espessas reduzem a resistência da parede. É importante destacar que o aumento da resistência da argamassa não resulta necessariamente

em uma parede mais resistente. A compatibilidade entre bloco e argamassa deve ser priorizada.

Segundo Parsekian (2012), uma argamassa muito resistente pode gerar fissuras de retração; uma argamassa muito fraca pode esmagar sob carga. A NBR 16868-1 (ABNT, 2020) enfatiza que, para evitar esse risco de fissuração, a resistência à compressão da argamassa deve estar limitada a 1,5 vez a resistência característica especificada para o bloco.

2.2.6.3 Graute

O graute é um microconcreto com elevada fluidez, composto por cimento Portland, agregados miúdos (ou grãos pequenos), água e, se necessário, aditivos plastificantes. Segundo a NBR 15961-1 (ABNT, 2011), sua função é preencher os vazios dos blocos, envolver as armaduras e transformar um conjunto de blocos e barras soltas em um elemento monolítico, coeso e resistente, como mostra a Figura 7.

Figura 7: Graute



Fonte: Autoral (2025)

A NBR 15961-2 (ABNT, 2011) determina que os agregados devem ter uma dimensão máxima de 10mm ou 20mm a depender do cobrimento da armadura. Para garantir o

preenchimento completo das células dos blocos, o graute precisa apresentar boa fluidez e baixa segregação. A retração deve ser controlada e, principalmente, a resistência à compressão deve ser especificada com valor mínimo de 15 MPa como cita a NBR 16868-1 (ABNT, 2020).

Além de aumentar a capacidade de carga da parede, o graute envolve as armaduras e garante a aderência entre o aço e o concreto. Ramalho e Corrêa (2003) destacam que seu papel é central para formar vergas, contravergas, cintas de amarração e reforços localizados em regiões de concentração de cargas.

2.2.6.4 Armadura

A armadura tem o papel de resistir aos esforços de tração e cisalhamento, reforçar pontos estratégicos da estrutura, como vergas e contravergas, combater retrações e garantir o travamento entre elementos construtivos.

Segundo a NBR 16868-1 (ABNT, 2020), as armaduras utilizadas devem ser as mesmas do concreto armado, conforme a NBR 7480 (ABNT, 2024), como as barras de aço CA-50 e sempre protegidas por graute. As barras longitudinais internas devem respeitar cobrimentos mínimos e estar bem posicionadas. Nas juntas horizontais, podem ser usadas barras com diâmetro mínimo de 4 mm, desde que não ultrapassem metade da espessura da junta.

Roman e Mohamad (2000) reforçam que a aplicação de armadura na alvenaria torna o sistema mais resistente em regiões com momentos fletores ou solicitações laterais, como em vãos grandes ou paredes sujeitas ao vento. Por isso, mesmo sendo um sistema predominantemente de compressão, o uso estratégico da armadura é indispensável em vários pontos da edificação.

2.2.7 Processo executivo

A execução da alvenaria estrutural com blocos de concreto exige mais do que conhecimento técnico, exige precisão, organização e respeito à lógica do sistema construtivo. Cada etapa do processo está interligada, e pequenas falhas de execução podem comprometer o desempenho global da estrutura. Assim, o cuidado desde o traço da primeira fiada até o último grauteamento é imprescindível.

2.2.7.1 Preparação da base

A execução começa após a conclusão da fundação, seja ela composta por radier, vigas baldrame ou sapatas. Com a base pronta, realiza-se a demarcação da primeira fiada de blocos, garantindo que tudo esteja no eixo, esquadro e nível, conforme a Figura 8.

Figura 8: Demarcação da primeira fiada de blocos



Fonte: Autoral (2025)

Essa primeira fiada funciona como o alicerce de toda a alvenaria, sendo responsável por absorver e distribuir os esforços provenientes dos elementos superiores. De acordo com Parsekian (2012), desvios iniciais podem se propagar verticalmente, gerando desalinhamentos, perda de prumo e tensões indesejadas no prisma.

2.2.7.2 Assentamento da primeira fiada

Nesta fase, o posicionamento dos blocos deve seguir rigorosamente o projeto de modulação. Em pontos onde haverá grauteamento e armaduras verticais, é necessário abrir nichos na lateral do bloco conforme detalhamento do projeto (Figura 9), permitindo o acesso para limpeza e lançamento correto do graute como determina a NBR 15961-2 (ABNT, 2011).

Figura 9: Acesso de limpeza



Fonte: Autoral (2025)

Essa operação, ainda que pareça contradizer a ideia de "não danificar os blocos", é autorizada para garantir o bom desempenho do sistema, desde que feita com cuidado e respeitando os critérios estabelecidos. A NBR 16868-2 (ABNT, 2020) exige que as células dos blocos sejam completamente preenchidas pelo graute e não apresentem deslocamentos, para isso, a superfície da célula a ser grauteada deve estar limpa, livre de argamassa excedente e, idealmente, umedecida para melhorar a aderência do graute.

2.2.7.3 Elevação das fiadas superiores

Com a base bem definida, segue-se a elevação das fiadas, sempre cuidando do prumo, nível e esquadro. Instrumentos como mangueira de nível, nível de bolha, escantilhão ou nível a laser são utilizados para manter a precisão da alvenaria.

O controle rigoroso dessas variáveis evita empenamentos e fissuras, garantindo o desempenho previsto em projeto. Os encontros de parede e cantos merecem atenção especial, pois são pontos de concentração de tensões e normalmente requerem grauteamento e armaduras verticais. A correta amarração entre os blocos, respeitando a modulação proposta, contribui para o comportamento monolítico da estrutura (Parsekian; Hamid; Drysdale, 2012).

Nesse momento, também devem ser inseridas as caixas, eletrodutos e tubulações hidráulicas já previstas em projeto. Como não se permite cortes posteriores nas paredes estruturais, a execução das instalações deve ocorrer em conjunto com a elevação das fiadas, utilizando blocos especiais ou adaptados.

2.2.7.4 Aplicação da argamassa

A argamassa de assentamento pode ser aplicada apenas na direção longitudinal dos blocos ou em ambas as direções (longitudinal e transversal). Estudos da ABCP (2003) mostram que o assentamento em dois sentidos aumenta em até 20% a resistência à compressão da parede, devido à maior área de contato e à distribuição mais uniforme das tensões.

A espessura da junta horizontal deve ser controlada em 10 mm, com tolerância de ± 3 mm, conforme estabelece a NBR 16868-2 (ABNT, 2020). Juntas muito finas ou muito espessas comprometem a resistência da parede, favorecendo a concentração de tensões e o surgimento de fissuras.

A resistência da argamassa, por sua vez, deve estar entre 70% e 100% da resistência do bloco, segundo recomendações de Ramalho e Corrêa (2003), garantindo compatibilidade entre os materiais e evitando trincas indesejadas.

2.2.7.5 Utilização de canaletas, vergas e contravergas

Para garantir a integridade estrutural em aberturas como portas e janelas, utiliza-se blocos especiais do tipo canaleta “U”, que são preenchidos com graute e armadura, formando

vergas e contravergas, conforme a Figura 10. Esses elementos funcionam como pequenas vigas, transferindo cargas para as extremidades da abertura e evitando o aparecimento de fissuras diagonais, comuns em regiões de descontinuidade (Parsekian; Hamid; Drysdale, 2012).

Figura 10: Canaleta tipo “U” sendo grauteada para formar verga da porta



Fonte: Autoral (2025)

Nos respaldos das paredes, próximas à laje, podem ser utilizadas canaletas do tipo “J”, que permitem a ancoragem da alvenaria à estrutura superior, promovendo travamento e rigidez global ao conjunto.

2.2.7.6 Grauteamento

De acordo com a NBR 15961-2 (ABNT, 2011), as armaduras devem ser previamente posicionadas com os espaçadores adequados conforme o projeto estrutural. Nas paredes, são inseridas nas células dos blocos que receberão graute, garantindo cobertura e alinhamento. A correta execução é indispensável para que, após o grauteamento, a parede funcione como um elemento monolítico, seguro e resistente.

O grauteamento deve ser realizado em ciclos, geralmente a cada 5 ou 6 fiadas, o que facilita o acesso para limpeza das células e evita o acúmulo de detritos. A célula a ser grauteada deve estar limpa, sem restos de argamassa ou poeira, e umedecida previamente como determina a NBR 15961-2 (ABNT, 2011). O graute é então lançado por meio de funis ou dispositivos adequados, garantindo fluidez e preenchimento completo do espaço interno do bloco, como mostra a Figura 11.

Figura 11: Célula do bloco grauteada



Fonte: Autoral (2025)

De acordo com a NBR 16868-1 (ABNT, 2020), o graute deve apresentar resistência mínima de 15 MPa, ser altamente fluido e sem segregação, garantindo o completo preenchimento das células, envolver a armadura e criar um corpo único com a alvenaria.

2.2.6 Mão de obra

Mais do que seguir normas e especificações, a qualidade da execução depende diretamente da mão de obra. Profissionais habituados ao sistema convencional (concreto armado) precisariam passar por um processo de adaptação, já que a alvenaria estrutural possui características e especificações próprias do sistema e exige precisão desde o início da obra.

Equipes experientes com sistemas em blocos costumam apresentar maior produtividade e menor índice de retrabalho. A capacitação dos operários deve incluir conhecimentos sobre modulação, controle de juntas, posicionamento de armaduras, técnicas de grauteamento e, principalmente, leitura e interpretação de projetos. A norma NBR 16868-2 (ABNT, 2020) reforça que todo o processo de execução deve ser acompanhado por um responsável técnico qualificado.

O processo executivo envolve etapas sequenciais que demandam diferentes profissionais da construção civil, como:

- Serventes: responsáveis pelo transporte de materiais, preparação de argamassa, limpeza do canteiro e suporte geral à equipe.
- Bloqueiro: encarregados do assentamento dos blocos, execução de juntas, verificação de prumo, nível e esquadro.
- Profissional de corte de blocos: encarregado de realizar cortes precisos para ajustes de modulação e fechamento, assegurando o correto encaixe das peças.
- Armadores: responsáveis pelo corte, dobra e posicionamento das armaduras de aço conforme projeto estrutural.
- Encarregados de grauteamento: realizam o preenchimento das células dos blocos com graute, cuidando da coesão entre blocos e armaduras.
- Carpinteiro: atua na confecção e ajuste de fôrmas auxiliares necessárias para grauteamento, vergas, contravergas ou outros elementos complementares.

2.3 SISTEMA DE PAREDE DE CONCRETO

2.3.1 Histórico

Embora o sistema de paredes de concreto moldadas in loco pareça, para muitos, uma inovação recente, sua origem remonta ao século XX. Surgiu da busca por parte das empresas de absorver soluções construtivas não convencionais que proporcionassem rapidez, eficiência, qualidade e racionalização de recursos (Nunes, 2011).

Sacht, Rossignolo e Bueno (2011) destacam que, no Brasil, o sistema começou a ganhar alguma atenção nos anos 1980, num momento conturbado. O fim do BNH (Banco

Nacional de Habitação), em 1986, desorganizou o financiamento habitacional e forçou construtoras a buscar novas saídas. Foi nesse vácuo que a ideia de sistemas construtivos alternativos começou a se insinuar.

Segundo Braguim (2013), a Gethal, empresa fundada em 1946, foi uma das primeiras a se destacar. Desenvolveu, já nos anos 1980, um sistema com concreto celular moldado in loco. Era barato, tecnicamente viável e mostrava que havia outro caminho além da alvenaria convencional. Enquanto isso, do outro lado do Atlântico, a francesa Outinord aperfeiçoava o uso de formas metálicas tipo túnel. A economia brasileira andava claudicante, faltavam incentivos, apoio técnico e normas. Com isso, o sistema ficou restrito a poucos testes e não deslanchou.

A virada começou a se esboçar só duas décadas depois. Em 2006, a Rodobens Negócios Imobiliários, de São José do Rio Preto (SP), deu um passo ousado. Importou formas metálicas leves dos EUA e iniciou uma série de testes, inclusive com formas plásticas nacionais, que, na época, deixavam a desejar, como afirma Braguim (2013). A durabilidade das fôrmas, a padronização construtiva e o desempenho do sistema convenceram, dando início à virada.

Em 2007, ABCP, ABESC e IBTS se uniram para redigir um texto pré-normativo, reunindo critérios técnicos e diretrizes de execução para edifícios de até cinco pavimentos. Missões técnicas a países como Chile, Colômbia e México ajudaram a entender como adaptar a solução às exigências locais, inclusive em áreas sísmicas. A tecnologia não só funcionava como também se destacava (Braguim, 2013).

Foi nesse contexto que nasceu o Grupo Paredes de Concreto, reunindo engenheiros, projetistas, professores e entidades técnicas. Em 2012, foi publicada a ABNT NBR 16055 (ABNT, 2012), norma pioneira sobre o tema, que passou a regulamentar definitivamente o sistema no país. Antes disso, as construtoras que desejavam adotar o método tinham de recorrer ao DATec (Documento de Avaliação Técnica), um processo demorado, vinculado ao PBQP-H e essencial para conseguir financiamento junto à Caixa Econômica Federal (Braguim, 2013).

2.3.2 Situação atual

O salto definitivo veio com o lançamento do programa Minha Casa Minha Vida, em 2009. Com ele, o governo federal buscava atacar o déficit habitacional com rapidez e escala.

O sistema de paredes moldado in loco se encaixava perfeitamente, pois eliminava etapas, dispensava alvenaria e chapisco, permitia acabamentos diretos e entregas mais rápidas (Nunes, 2011).

A adesão ao sistema cresceu e o número de unidades produzidas através do programa acompanhou. Dados da Caixa Econômica Federal (CEF) indicam que esse método tem se consolidado e já representa 60% das unidades executadas no âmbito do programa Minha Casa Minha Vida, indicando uma tendência de mercado (ABCP, 2024).

Por trás desse avanço estava também o refinamento técnico. O sistema evoluiu não apenas na prática, mas na ciência dos materiais. Estudos como os de Misurelli e Massuda (2009) ajudaram a identificar os concretos ideais, com boa resistência e durabilidade. Testaram-se formulações com agregados leves, concretos celulares, autoadensáveis e adições minerais. Também houve progresso nas armaduras, o uso de telas soldadas, barras e treliças se consolidou, com recomendações específicas para transporte, armazenamento e posicionamento.

Hoje, o sistema é uma solução consolidada, principalmente para empreendimentos populares e projetos habitacionais em escala. O que antes era considerado experimental agora é rotina em canteiros de grandes construtoras. Ainda há desafios, como o custo inicial das fôrmas e a rigidez arquitetônica do método. Porém, observa-se que, à medida que a construção civil brasileira se industrializa, o uso da parede de concreto tende a crescer.

2.3.3 Conceitos e particularidades

Parede de concreto moldada in loco é um método industrializado e racionalizado, onde estrutura e vedação são executadas de forma simultânea, constituindo um único elemento monolítico. Em vez de pilares e vigas independentes, todo o conjunto estrutural é moldado diretamente no canteiro, por meio de fôrmas metálicas modulares, armaduras pré-montadas e concreto de alta fluidez, geralmente do tipo autoadensável.

A principal característica do sistema é justamente essa integração entre função estrutural e fechamento, tornando as paredes resistentes aos esforços solicitantes e eliminando a necessidade de etapas posteriores de vedação. De acordo com a NBR 16055 (ABNT, 2022), as paredes de concreto moldadas in loco são definidas como elementos estruturais autoportantes, capazes de suportar cargas no seu próprio plano e que, após a concretagem, formam uma estrutura contínua, homogênea e sem juntas aparentes.

Misurelli e Massuda (2009) citam que sua aplicação se estende a edifícios simplificados e, com o devido cálculo estrutural e reforços, a edifícios que ultrapassam os 30 pavimentos. Essa versatilidade é uma das razões pelas quais o sistema tem ganhado espaço em empreendimentos de grande escala.

Além de garantir robustez estrutural, a parede de concreto oferece um ganho expressivo de produtividade. As instalações elétricas e hidráulicas, os caixilhos de portas e janelas, além de elementos de fixação e reforço, são embutidos diretamente na estrutura antes da concretagem.

Outro diferencial está na racionalização da mão de obra. A parede de concreto é executada por equipes multifuncionais, que realizam desde a montagem das fôrmas até a concretagem e a finalização superficial. Segundo Otoyá (2013), este sistema não exige mão de obra especializada, os operários são treinados especificamente para o manuseio das fôrmas metálicas e para o controle dos detalhes técnicos de cada etapa, com uma curva de aprendizado reduzida.

As fôrmas metálicas, em especial as de alumínio, são amplamente adotadas nesse sistema pela leveza, resistência, precisão dimensional e pela elevada vida útil, podendo ultrapassar 1.200 reutilizações (Forsa, 2017). Por serem modulares, adaptam-se facilmente às geometrias das unidades habitacionais e contribuem para a industrialização do processo.

Um dos grandes desafios do sistema parede de concreto está na compatibilização de projetos, especialmente os projetos elétrico, hidrossanitário, estrutural e arquitetônico. Qualquer interferência mal planejada em uma parede pode gerar prejuízos difíceis de corrigir, pois a estrutura é única e rígida. Como aponta a NBR 16055, instalações embutidas devem ser cuidadosamente definidas pelo projetista estrutural, evitando impactos negativos na integridade da parede ou comprometimento da durabilidade das tubulações.

A falta de flexibilidade para alterações pós-obra, o custo inicial das fôrmas e o nível de detalhamento técnico exigido ainda são pontos que afastam pequenas construtoras do sistema. Além disso, o sistema apresenta isolamento térmico e acústico inferior em relação a outros métodos construtivos, devido às propriedades do concreto e à natureza monolítica do sistema. Ainda assim, quando bem implementado, o sistema compensa com produtividade, qualidade superficial e economia de escala.

Para empresas que operam em larga escala, como é o caso de muitas incorporadoras voltadas à habitação popular, o sistema oferece retorno financeiro mais rápido e menor

ocupação do canteiro de obras, além de contribuir para metas ambientais ao reduzir a produção de resíduos (Otoya, 2013).

2.3.4 Elementos

2.3.4.1 Fôrmas

No sistema de paredes moldadas in loco as fôrmas são protagonistas do processo construtivo (Figura 12). Elas não apenas definem o formato das paredes em termos de altura, espessura e aberturas, como também garantem o alinhamento, o prumo e a estanqueidade durante a concretagem. O seu desempenho impacta diretamente na produtividade, na qualidade superficial das paredes e na durabilidade da estrutura.

Figura 12: Fôrmas de alumínio



Fonte: Forsa (2017)

As fôrmas metálicas, em geral de alumínio, são reutilizáveis por centenas, podendo ultrapassar os mil ciclos de utilização, com peso médio de 20 kg/m² e resistência à pressão de

aproximadamente 47 kN/m², segundo ficha técnica publicada pela Revista Técnica (2009). Para Forsa (2017), sua precisão dimensional, resistência e repetibilidade são o que tornam o sistema viável em ciclos rápidos, que em algumas obras chegam a 24 horas entre concretagens. Esse ritmo exige planejamento rigoroso, controle de qualidade e um cronograma sincronizado. A limpeza das fôrmas após cada uso, por exemplo, é uma etapa crítica, sendo feita com jato d'água, escova plástica ou espátula, seguida da aplicação de desmoldante para manter a integridade do material e evitar o comprometimento da parede na próxima concretagem.

A NBR 16055 (ABNT, 2022) determina que as fôrmas devem resistir às cargas de concretagem sem deformações significativas que comprometam o alinhamento das paredes, além de manter estanqueidade para evitar vazamentos de nata. Também é necessário prever aberturas para passagens embutidas e facilitar o posicionamento dos eletrodutos e caixas elétricas.

A limpeza e conservação são indispensáveis. O uso de agentes desmoldantes apropriados, a lavagem com água pressurizada ou escovas plásticas e a inspeção periódica garantem não apenas a durabilidade dos componentes, mas também a integridade superficial das paredes concretadas (ABCP, 2008).

2.3.4.2 Armadura

A presença da armadura é o que confere ao sistema capacidade de resistir não apenas à compressão, mas também a esforços secundários, como tração, flexão e variações térmicas. Embora a parede de concreto seja, em essência, um elemento de compressão, a armadura é essencial para garantir o comportamento dúctil da estrutura, evitar fissuras e permitir o controle de deformações.

Segundo a NBR 16055 (ABNT, 2022), a armadura deve ser projetada conforme as diretrizes da NBR 6118 (ABNT, 2023), sendo posicionada de forma a garantir cobrimento mínimo e continuidade estrutural. Em paredes com espessura ≤ 15 cm, normalmente utiliza-se uma camada de armadura centralizada. Em paredes mais espessas ou sujeitas a solicitações específicas, pode haver duas camadas simétricas.

O tipo de armadura mais utilizado são as telas soldadas, que agilizam o posicionamento e garantem espaçamento uniforme, como demonstra a Figura 13. Em regiões como vãos de janelas e portas, utilizam-se armaduras de reforço diagonal, dimensionadas conforme as solicitações locais e respeitando a NBR 6118 (ABNT, 2023).

Figura 13: Telas soldadas



Fonte: Autoral (2025)

Além do papel estrutural, a armadura atua como suporte para eletrodutos, caixas e tubulações, fixando-os na posição correta antes da concretagem. É fundamental que todos esses elementos sejam rigidamente amarrados à armadura nos locais predefinidos e validados pelo projetista estrutural (Wendler, 2012).

Um ponto de atenção é o cobrimento. Ele deve ser garantido com o uso de espaçadores plásticos apropriados, que evitem o contato direto entre aço e fôrma. Isso protege contra corrosão e assegura o desempenho da estrutura ao longo do tempo, conforme exigido pela NBR 6118 (ABNT, 2023) e NBR 16055 (ABNT, 2022).

2.3.4.3 Concreto

O concreto é o elemento vital do sistema. O bom desempenho das paredes moldadas in loco está diretamente ligado à qualidade, trabalhabilidade e resistência do concreto empregado. A NBR 16055 (ABNT, 2022) define que o concreto utilizado deve permitir

preenchimento total das fôrmas, mesmo com alta densidade de armaduras e obstáculos internos. O ideal é que seja autoadensável, dispensando o uso de vibradores e evitando deslocamentos dos eletrodutos ou caixas embutidas.

A produção pode ocorrer tanto em centrais dosadoras no canteiro quanto em centrais externas, com transporte por caminhão betoneira e lançamento por bomba. A execução deve observar a sequência de lançamento contínuo e uniforme, minimizando juntas frias e garantindo a homogeneidade da mistura.

Por fim, os ensaios tecnológicos devem ser sistematicamente aplicados, envolvendo a coleta de corpos de prova, verificação da resistência à compressão, controle do slump e verificação visual da integridade das superfícies após a desforma. Essas etapas são indispensáveis para garantir que a estrutura atenda aos requisitos de desempenho e durabilidade.

2.3.5 Processo executivo

O processo executivo do sistema de parede de concreto moldada in loco é marcado por uma sequência rigorosa, industrializada e com alto nível de racionalização. Mais do que simples etapas construtivas, cada fase é interdependente e requer planejamento minucioso, mão de obra treinada e estrito controle de qualidade. A seguir, são descritas as principais etapas do método executivo, baseadas em diversas fontes técnicas e normas, especialmente a NBR 16055 (ABNT, 2022).

2.3.5.1 Fundação

A etapa de fundação é essencial para garantir a estabilidade e o correto apoio do sistema. Como prática consolidada, é comum a execução de uma laje radier (Figura 14) ou de piso sobre a cota do terreno, mesmo quando se adotam outros tipos de fundação, como sapatas corridas ou blocos sobre estacas. Essa base nivelada proporciona um apoio seguro para a montagem das fôrmas e reduz os riscos de falhas geométricas. Além disso, todas as tubulações hidrossanitárias e elétricas devem estar previamente instaladas, seguindo fielmente o gabarito do projeto de instalação (Misurelli; Massuda, 2009).

Figura 14: Laje radier



Fonte: Autoral (2025)

2.3.5.2 Marcação da laje

Com a base concluída, é feita a marcação das linhas das paredes no radier ou laje, como apresentado na Figura 15. Essa marcação define as faces internas e externas, sendo executada a partir do eixo das paredes. Utilizam-se espaçadores de piso e gabaritos para garantir o alinhamento correto dos painéis. Essa fase é crítica, pois pequenos erros podem se propagar em todas as demais etapas (Silva, 2011).

Figura 15: Marcação da laje



Fonte: Autoral (2025)

2.3.5.3 Montagem da armação

Inicia-se com o posicionamento dos arranques metálicos fixados no radier. Neles são soldadas ou amarradas as telas de aço que formam a armação das paredes, conforme a Figura 16. Utilizam-se espaçadores plásticos para garantir o cobrimento adequado do concreto. Em seguida, posicionam-se os eletrodutos, caixas elétricas e demais elementos embutidos. Toda essa estrutura deve ser rigidamente fixada para evitar deslocamentos durante a concretagem.

Figura 16: Montagem da armação



Fonte: Autoral (2025)

2.3.5.4 Montagem das fôrmas

Com a armação finalizada, procede-se à montagem dos painéis metálicos, como demonstrado na Figura 17. O processo começa pelos cantos internos e segue para o centro das paredes. Os painéis são identificados e numerados conforme o projeto de modulação. Utilizam-se peças de fixação como passadores, cunhas, gravatas e camisas para travar os painéis. Após o fechamento das paredes, faz-se a conferência do prumo e do alinhamento. É também obrigatória a inspeção da estanqueidade, garantindo que não haja vazamento de nata de cimento.

Figura 17: Montagem das fôrmas



Fonte: Autoral (2025)

2.3.5.5 Concretagem

Aplica-se desmoldante nos painéis, tomando cuidado para não atingir a armação. O concreto utilizado deve possuir alta fluidez e coesão. Idealmente, é autoadensável, dispensando vibração mecânica. O lançamento é feito por bombeamento, iniciando-se por um dos cantos das paredes e seguindo para o canto oposto (Figura 18). Não se deve ultrapassar 30 minutos de intervalo entre lançamentos consecutivos. É vantajosa a utilização da bomba para lançamento do concreto pois elimina a perda de trabalhabilidade e reduz o aparecimento de falhas de concretagem (ABCP, 2008).

Figura 18: Lançamento do concreto



Fonte: Autoral (2025)

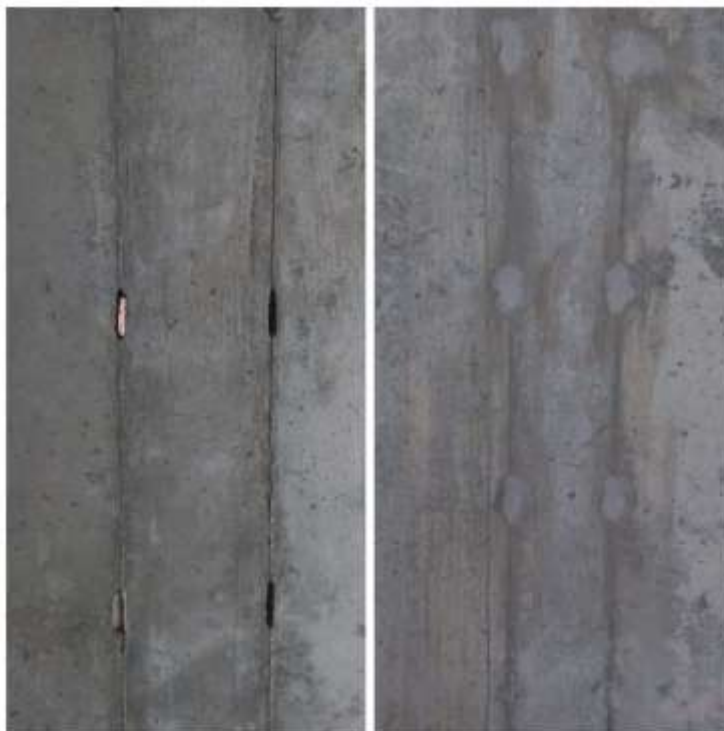
2.3.5.6 Desforma

Após cerca de 12 a 14 horas, o concreto atinge resistência suficiente para permitir a desforma. Retiram-se cunhas, pinos e painéis, seguindo a ordem de numeração. O processo deve ser delicado, evitando impactos ou choques que possam comprometer a integridade das paredes. Após a retirada, os painéis são imediatamente limpos com escova ou jato d'água e recebem nova camada de desmoldante.

2.3.5.7 Acabamento

A estrutura passa por inspeção visual. Eventuais falhas são corrigidas com argamassa ou graute. As rebarbas e as marcas das junções dos painéis são removidas. Os furos de ancoragem são preenchidos, como mostra a Figura 18. Após a cura, pode-se aplicar revestimentos diversos. A qualidade superficial da parede costuma dispensar reboco, reduzindo etapas e custos.

Figura 19: Antes e depois do fechamento dos furos de ancoragem



Fonte: Autoral (2025)

2.3.6 Mão de obra

A execução de paredes de concreto moldadas in loco requer equipes treinadas, devido à natureza industrializada e não convencional. A precisão na montagem das fôrmas, posicionamento das armaduras e concretagem é determinante para a qualidade estrutural e a durabilidade do edifício NBR 16055 (ABNT, 2022).

O processo executivo envolve diferentes perfis profissionais, cada um com responsabilidades específicas. São eles:

- Armadores: são responsáveis pelo corte, dobra e posicionamento das armaduras de aço dentro das fôrmas
- Montadores de fôrma: executam montagem, desmontagem, transporte e limpeza das fôrmas, além de participar da concretagem
- Serventes: prestam apoio direto às demais equipes, transportando materiais, preparando ferramentas, realizando a limpeza e organização do canteiro e participam da concretagem
- Pedreiros: responsáveis por ajustes e acabamentos após a desforma e participam da concretagem

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE PESQUISA

A forma como a metodologia foi classificada e estruturada considerou os parâmetros propostos por Gil (2002), Silva e Menezes (2005) e Tasca et al. (2010), que auxiliaram na escolha dos métodos e procedimentos mais adequados. Com base nisso, para atingir o objetivo estabelecido neste estudo, foi adotada uma pesquisa aplicada, conduzida a partir de um estudo de caso.

Com um objetivo exploratório e comparativo, a pesquisa traz uma abordagem que combina tanto aspectos qualitativos quanto quantitativos de dados provenientes de obras, executadas com os sistemas de parede de concreto moldada in loco e alvenaria estrutural com blocos de concreto.

Foram analisados dois empreendimentos de habitação econômica verticalizados, com características semelhantes em termos de padrão construtivo, período de operação da obra e escala de produção, garantindo condições adequadas para a comparação entre os sistemas.

3.2 AMBIENTE DE INVESTIGAÇÃO

A pesquisa tem como base informações cedidas por uma construtora renomada, com forte experiência no setor de moradias econômicas. Atuando em mais de 160 cidades, abrangendo 22 estados e o Distrito Federal, a empresa possui um vasto conhecimento construído ao longo dos anos. Desde sua criação, no final da década de 1970, tem priorizado a produção em grande volume, com processos bastante uniformizados e foco em alternativas industrializadas na construção civil.

Com uma bagagem extensa na construção de unidades habitacionais vinculadas a programas do governo, a empresa dominou a técnica da alvenaria estrutural com blocos de concreto. Hoje, no entanto, ela tem adotado majoritariamente o método de parede de concreto moldada in loco.

A escolha da empresa para o estudo se justifica por sua representatividade no setor, pela disponibilidade de dados técnicos detalhados, pela diversidade de tecnologias executivas empregadas em empreendimentos de características semelhantes e por ser uma das empresas

pioneiras e difusoras do sistema de parede de concreto no Brasil. Isso garante uma análise consistente e bem fundamentada.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS

O estudo envolveu a análise de duas obras executadas com os sistemas de parede de concreto moldadas in loco (Figura 20) e alvenaria estrutural com blocos de concreto parcialmente armados (Figura 21), situadas em João Pessoa (PB) e Jaboatão dos Guararapes (PE), com 672 e 384 unidades habitacionais, respectivamente. O tempo de execução das obras foi de 28 meses no primeiro caso e 38 meses no segundo.

Figura 20: Obra executada com parede de concreto



Fonte: Book da construtora (2025)

Figura 21: Obra executada com alvenaria estrutural



Fonte: Book da construtora (2025)

Ambas são da mesma construtora e voltadas para o mesmo segmento de mercado, apresentando uma mesma tipologia de edifícios. A conclusão das duas obras aconteceu quase em sincronia, num intervalo curto que vai de novembro de 2021 a janeiro de 2022.

Cada empreendimento é composto por edifícios de três pavimentos, organizados em blocos de oito unidades por andar. Os apartamentos seguem uma configuração simples: dois quartos sem suíte, um único banheiro, ausência de varanda e área privativa em unidades térreas.

As plantas variam em pequenas nuances. Diferentes tipologias distribuem-se em metragens que vão de 41 m² a 47 m², oferecendo variações pontuais sem alterar a essência do produto. Apesar das semelhanças, as obras adotaram métodos construtivos distintos, o que permite analisar de forma direta as diferenças entre os sistemas.

3.4 VARIÁVEIS DA INVESTIGAÇÃO

A construção civil envolve uma série de variáveis que podem trazer restrições e devem ser levadas em consideração numa pesquisa. Para Rauen (2012), variáveis podem ser compreendidas como eventos, situações, comportamentos ou características que assumem

diferentes valores ou significados, em oposição às constantes, que se mantêm fixas em um conjunto de dados.

Nesse sentido, a definição dessas variáveis torna-se essencial, pois possibilita compreender os fatores que também influenciaram no desempenho e nos resultados das obras analisadas.

As principais variáveis observadas foram:

- Condições climáticas regionais (chuvas, temperatura e umidade);
- Disponibilidade e custo da mão de obra qualificada em cada cidade;
- Distância dos fornecedores e centros de distribuição de materiais;
- Condições logísticas de transporte e acesso ao canteiro de obras;
- Infraestrutura urbana no entorno (impacto sobre cronograma e suprimentos);
- Produtividade da mão de obra;
- Incidência de retrabalhos e perdas de materiais;
- Logística interna de armazenamento e distribuição de materiais no canteiro;
- Tamanho da amostra;
- Tomada de decisão da gestão da obra.

3.5 ETAPAS DA PESQUISA

Inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico com o objetivo de fundamentar teoricamente os dois sistemas construtivos analisados. No processo, foram consultadas normas técnicas, literatura acadêmica, manuais especializados e publicações do setor.

A etapa seguinte envolveu a coleta de dados, unindo a análise de documentos e informações cedidas pela empresa com entrevistas com gestores. Os resultados foram separados em aspectos quantitativos e qualitativos, buscando apresentar um panorama nítido e coerente do desempenho de cada método de construção. Dessa forma, os dados obtidos foram organizados da seguinte maneira:

3.5.1 Comparativo quantitativo

- Custo por metro quadrado (R\$/m²): calculado a partir da divisão entre o custo total consolidado de cada sistema (englobando custos diretos, indiretos e rateios de serviços comuns) e a soma das áreas equivalentes das unidades executadas. A área equivalente, conforme estabelece a NBR 12721 (ABNT, 2006), resulta da aplicação de coeficientes de equivalência sobre áreas privativas e comuns, garantindo uma base padronizada para comparar unidades de diferentes tipologias.
- Prazo médio por unidade habitacional: resultado da divisão do tempo total de execução da obra pelo número de unidades concluídas.
- Produtividade da mão de obra: resulta da razão entre a quantidade de homens empregados e o número de unidades habitacionais produzidas por mês.

3.5.2 Comparativo qualitativo

Para a avaliação dos aspectos qualitativos de ambos os sistemas, considerou-se as percepções da observação direta e o acompanhamento de obras executadas com os dois métodos construtivos aliado à realização de entrevistas com o gestor de obras responsável pelas obras executadas em dois dos estados do Nordeste onde a construtora atua e com o mestre geral de obras que administra obras em uma regional que abrange três estados do Nordeste, conforme registrado nos Anexos 1 e 2.

Ambos possuem anos de experiência no ramo da construção civil, acompanharam o processo de transição entre os sistemas construtivos dentro da empresa e apresentam uma visão técnica e de gestão dos processos que auxiliaram na avaliação dos aspectos qualitativos dos métodos. Os critérios avaliados foram:

- Ocorrência de retrabalhos
- Logística de suprimentos e armazenagem
- Composição da mão de obra
- Grau de otimização
- Viabilidade construtiva

Por fim, com base nesses resultados, realizou-se uma análise comparativa entre os sistemas. Essa avaliação identificou vantagens e limitações, além de discutir a viabilidade em termos técnicos e de custo para obras de empreendimentos de padrão econômico. A Figura 22 representa as etapas realizadas no decorrer da pesquisa.

Figura 22: Sequência metodológica



Fonte: Autoral (2025)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são expostos e discutidos os resultados da comparação entre os dois sistemas construtivos. A análise não se limitou a uma leitura linear dos números, mas buscou revelar contrastes e padrões que emergem da prática de obra.

4.1 COMPARATIVO QUANTITATIVO

4.1.1 Custo por metro quadrado (R\$/m²)

Com base nos dados das obras analisadas fornecidos pela construtora, foi possível obter o custo por m² das unidades habitacionais executadas com o sistema de alvenaria estrutural (Tabela 1) e com o sistema de parede de concreto (Tabela 2). Na composição do custo total das obras, foram considerados todos os custos diretos, indiretos e rateios dos serviços comuns. Além disso, a área equivalente inclui, por meio de ponderações, áreas privativas cobertas e descobertas, áreas de garagem, áreas comuns, depósitos e áreas acessórias.

Tabela 1: Custo/m² da obra executada com alvenaria estrutural

Custo total (R\$)	Área equivalente total (m²)	Custo/m²
47619619,21	19689,06	2418,58

Fonte: Autoral, 2025

Tabela 2: Custo/m² da obra executada com parede de concreto

Custo total (R\$)	Área equivalente total (m²)	Custo/m²
79488618,21	33847,52	2348,43

Fonte: Autoral, 2025

A análise orçamentária demonstrou que a obra que adotou o sistema de paredes de concreto apresentou uma redução de 3% no custo por m² em relação à obra que fez uso do sistema de alvenaria estrutural. Considerando o custo total da obra executada com alvenaria estrutural, essa redução se reflete numa economia de R\$1.428.588,58. O gráfico 1 indica esse contraste.

Gráfico 1: Comparativo do custo/m² entre sistemas



Fonte: Autoral, 2025

4.1.2 Prazo médio por unidade habitacional

De igual modo, foram relacionados os dados relativos ao desempenho de ambos os métodos em relação ao prazo de execução dos apartamentos nas obras estudadas. Assim, foi possível obter o prazo médio por unidade habitacional aplicando o sistema de alvenaria estrutural (Tabela 3) e o sistema de parede de concreto (Tabela 4).

Tabela 3: Prazo médio por unidade habitacional da obra executada com alvenaria estrutural

Tempo de execução da obra (meses)	Unidades produzidas	Unidades por mês	Prazo médio por unidade (dias)
28	384	13,7	2,2

Fonte: Autoral, 2025

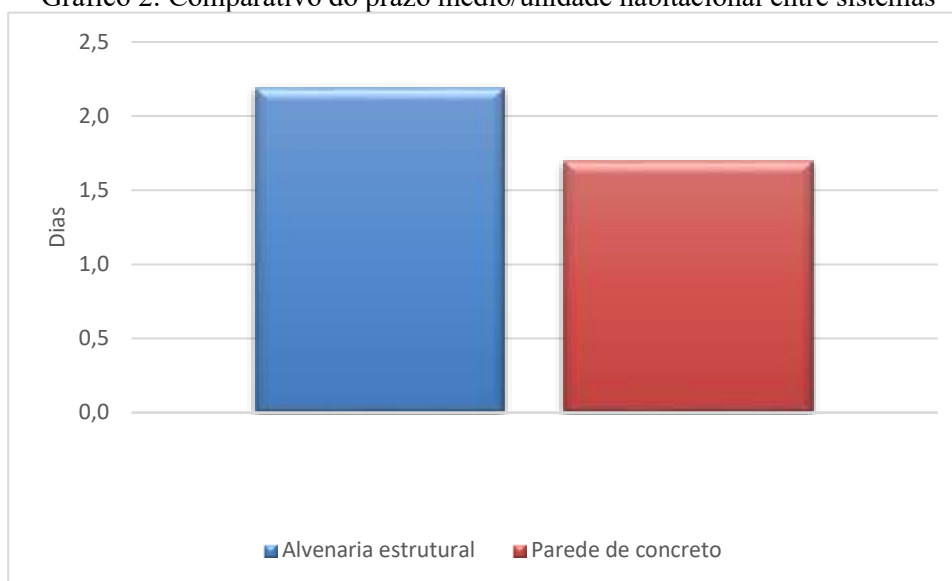
Tabela 4: Prazo médio por unidade habitacional da obra executada com parede de concreto

Tempo de execução da obra (meses)	Unidades produzidas	Unidades por mês	Prazo médio por unidade (dias)
38	672	17,7	1,7

Fonte: Autoral, 2025

Conforme explicitado no Gráfico 2, o método de paredes de concreto mostrou maior rapidez na execução, com redução percentual de 22,73% do tempo médio de entrega por unidade, em relação à alvenaria estrutural, que exigiu prazos mais longos.

Gráfico 2: Comparativo do prazo médio/unidade habitacional entre sistemas

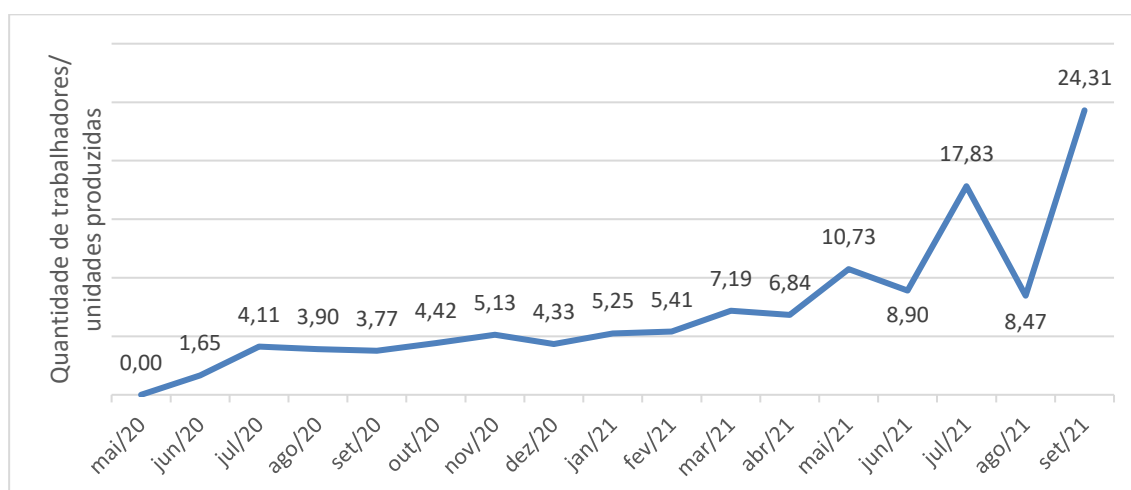


Fonte: Autoral, 2025

4.1.3 Produtividade da mão de obra

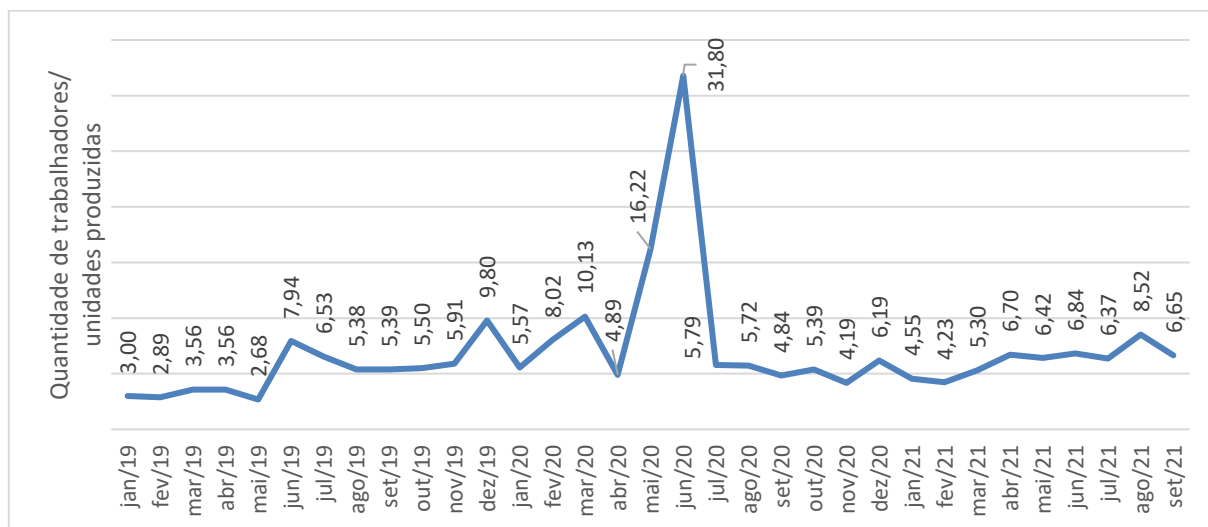
Os índices de produtividade da mão de obra das duas obras foram levantados e viabilizaram a análise. Os dados fornecidos pela empresa representam os indicadores de produtividade do sistema de alvenaria estrutural (Gráfico 3) e do sistema de parede de concreto (Gráfico 4).

Gráfico 3: Índice de produtividade da mão de obra da obra executada com alvenaria estrutural



Fonte: Autoral, 2025

Gráfico 4: Índice de produtividade da mão de obra da obra executada com parede de concreto



Fonte: Autoral, 2025

O desempenho da equipe no sistema de paredes de concreto, apesar de ter apresentado queda no mês de junho de 2020, foi superior em relação à alvenaria estrutural. A produtividade média mensal do sistema no intervalo definido foi de 6,86 homens/unidade produzida, demonstrando um menor contingente de trabalhadores demandados para construir cada apartamento. Com a alvenaria estrutural, observou-se uma produtividade média de 7,64 homens/unidade produzida, em razão do maior número de operações por metro quadrado construído. Em dados percentuais, o sistema de parede de concreto apresentou um índice médio de produtividade da mão de obra 10,21% maior do que o sistema de alvenaria estrutural.

4.2 COMPARATIVO QUALITATIVO

As conclusões obtidas a partir da síntese das observações e informações coletadas estão elencadas a seguir.

4.2.1 Ocorrência de retrabalhos

A ocorrência de retrabalhos está diretamente associada à boa execução dos serviços e à devida conferência das etapas. No entanto, a alvenaria estrutural, por demandar um processo mais complexo, de natureza artesanal e cheio de detalhes a serem verificados, tende a ser mais

suscetível a falhas e, consequentemente, ao retrabalho. Já no sistema de parede de concreto, o caráter industrializado reduz variáveis de execução e torna o processo mais estável.

4.2.2 Logística de suprimentos e armazenagem

O sistema de alvenaria exige armazenamento de blocos, argamassa e suprimentos em maior volume, o que aumenta a necessidade de espaço e movimentação no canteiro. Em contrapartida, a parede de concreto, por dispensar o uso de blocos e adotar um método mais enxuto, ocupa menos área de estocagem, facilita o abastecimento e ainda gera menor quantidade de resíduos.

4.2.3 Composição da mão de obra

Apesar de apresentar, em números absolutos, mais homens envolvidos em cada etapa do processo executivo da estrutura, a parede de concreto adota equipes multifuncionais, com maior produtividade por trabalhar em um processo simplificado e de poucas etapas, além de exigir menos mão de obra com serviços complementares como chapisco, reboco e execução de instalações.

A alvenaria, por outro lado, exige menos homens envolvidos em cada etapa do processo executivo da estrutura, mas requer funções mais fragmentadas, o que alonga o ritmo produtivo e eleva a dependência de especialização. Além disso, a alvenaria estrutural exige mais mão de obra na execução de serviços complementares após a execução das paredes, o que eleva, em números absolutos, a quantidade de homens na execução da obra.

4.2.4 Grau de otimização

Na alvenaria estrutural, são exigidas etapas adicionais como a aplicação de chapisco e reboco para o acabamento externo, execução de contrapiso sobre as lajes, serviço complementar das equipes de instalações após o levantamento da estrutura, com a realização dos furos nos locais determinados em projeto, concretagens mais demoradas pela menor

trabalhabilidade do concreto e por exigir a utilização de vibrador. O ritmo de execução também é limitado na alvenaria estrutural, alcançando um ritmo máximo de um pavimento por semana para a tipologia de edifícios das obras estudadas.

Por outro lado, o sistema de paredes de concreto elimina a necessidade de reboco, já que apresenta bom acabamento final, permitindo a aplicação da textura diretamente na superfície. Também dispensa o contrapiso sobre a laje, possibilitando a colocação do revestimento cerâmico diretamente sobre ela. As instalações elétricas e hidráulicas ficam embutidas nas paredes durante a concretagem, evitando etapas posteriores de corte e furação, o que reduz resíduos, retrabalhos e perda de produtividade. Além disso, utiliza um concreto de boa trabalhabilidade, que permite concretagens mais rápidas e viabiliza um ritmo de produção de até dois pavimentos por semana.

4.2.5 Viabilidade construtiva

O sistema de parede de concreto apresenta um maior custo de implementação, visto que o custo da fôrma e seus acessórios foi de R\$791.835,23 para a obra analisada que aplicou o sistema, que inviabiliza sua aplicação em determinados contextos. O método exige um número maior de trabalhadores envolvidos em relação a outros métodos, utiliza insumos mais caros e não convencionais além de requerer um alto investimento na aquisição das fôrmas metálicas. Apesar dessas limitações, o sistema se mostra uma solução viável em aplicações em larga escala, em empreendimentos sequenciais e repetitivos de grande porte, com foco no longo prazo. Por outro lado, a alvenaria estrutural se mostra uma solução mais acessível e viável num contexto de obras com menor volume de produção e ritmo mais reduzido, por apresentar um custo menor de implementação e um retorno mais rápido do investimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo permitiu avaliar, de maneira comparativa, os principais aspectos de desempenho dos sistemas analisados. Embora ambos os métodos construtivos sejam amplamente utilizados em empreendimentos de padrão econômico, observou-se, a partir dos dados obtidos, diferentes desempenhos técnicos e econômicos, que evidenciam a aplicabilidade de cada sistema em distintos cenários.

Com base nos dados e informações analisados, constatou-se que o método de paredes de concreto moldadas in loco, aplicado a empreendimentos de habitação econômica, apresenta melhor desempenho global, oferecendo uma redução de custos por metro quadrado de 3%, um prazo de execução por unidade 22,73% menor e uma produtividade da mão de obra 10,21% superior em relação ao sistema de alvenaria estrutural.

Além disso, a parede de concreto mostrou-se mais otimizada que a alvenaria estrutural, por eliminar etapas construtivas, reduzir a produção de resíduos, a necessidade de espaço para armazenamento de materiais e o número de retrabalhos. O sistema também apresenta um ritmo de produção mais elevado, proporcionando maior velocidade de execução e eficiência.

Entretanto, o investimento em fôrmas de alumínio é elevado, exigindo sua utilização com sequenciamento em larga escala, com produção em altos volumes para que seu custo de implementação seja amortizado e o sistema se torne vantajoso. Sendo assim, em empreendimentos de menor porte, nos quais há um número reduzido de unidades habitacionais e um ritmo de produção em menor escala, a alvenaria estrutural se mostra uma solução viável, devido à simplicidade de execução e maior acessibilidade.

Por fim, ressalta-se que a escolha do sistema construtivo deve sempre considerar as particularidades de cada empreendimento, como porte, repetitividade, disponibilidade de mão de obra e recursos financeiros da construtora. Dessa forma, ambos os sistemas apresentam relevância no contexto da habitação de padrão econômico e oferecem vantagens que viabilizam sua implementação em diferentes cenários.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARÊAS, Pedro Assunção. **Paredes de concreto: normatização do processo construtivo**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2013. 75 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Alvenaria com bloco de concreto: prática recomendada**. Recife: ABCP, 2003. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/downloads/index.shtm>. Acesso em: 08 de ago. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Sistema paredes de concreto avança na construção civil**. 13 nov. 2024. Disponível em: <https://abcp.org.br/sistema-paredes-de-concreto-avanca-na-construcao-civil/>. Acesso em: 26 ago. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM; INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS (ABCP). **Parede de concreto: coletânea de ativos 2007/2008**. São Paulo, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12721: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13281-2: Argamassas inorgânicas – Parte 2: Requisitos e métodos de ensaios para assentamento e fixação de alvenaria**. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15961-1: Alvenaria estrutural – Blocos de concreto – Parte 1: Projeto**. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15961-2: Alvenaria estrutural – Blocos de concreto – Parte 2: Execução e controle de obras**. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 16055: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos**. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 16868-1: Alvenaria estrutural – Blocos vazados de concreto – Parte 1: Blocos e chapisco**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 16868-2: Alvenaria estrutural – Blocos vazados de concreto – Parte 2: Projeto estrutural**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6120: Ações para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6136: Blocos vazados de concreto – Especificação**. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7480: Aço destinado às armaduras para estruturas de concreto armado – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

BRAGUIM, T. C. **Utilização de modelos de cálculo para projeto de edifícios de paredes de concreto armado moldadas no local**. 188 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CAMACHO, J. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Ilha Solteira: UNESP, Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural, 2006.

CÔRREA, Márcio Silva. **Alvenaria estrutural: um dos mais importantes sistemas construtivos no cenário da construção brasileira**. São Paulo: YCON Formação Continuada, s.d.

ELOY, C. M.; RUIZ HERNÁNDEZ, F. d. J.; GUERRERO ESPINOSA, J. A.; CERVANTES BAUTISTA, J. J.; TORCIDA AMERO, L. I. J.; NARDONI, R.; TRIBOUILLARD, C. **Habitação de interesse social no Brasil: construindo novas oportunidades: panorama 2020 e foco em desafios prioritários**. SILVA DE ANZORENA, M. P. (Ed.). 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.18235/0003627>. Acesso em: 25 jul. 2025.

FORSA. **Manual técnico**. 2017. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/formaplan/catalogo_forma.pdf. Acesso em: 24 jul. 2025.

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. 319 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1992.

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HENDRY, A. W. **Engineered design of masonry buildings: fifty years development in Europe**. Prog. Struct. Eng. Mater., v. 4, p. 291-300, 2002.

MISURELLI, Hugo; MASSUDA, Clovis. **Como construir paredes de concreto**. Revista Técnica, ano 17, ed. 147, p. 74–80, 2009.

NUNES, Valmiro Quefren Gameleira. **Análise estrutural de edifícios de paredes de concreto armado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

OTOYA, Felipe. **Fôrmas de alumínio – variável competitiva**. 2013. Disponível em: <http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque-interno/formas-de-aluminio-variavelcompetitiva>. Acesso em: 29 jul. 2025.

PASTRO, Rodrigo Zambotto. **Alvenaria estrutural: sistema construtivo**. Monografia. Itatiba, 2007.

PARSEKIAN, A. G. **Apostila do curso: 121088 - Alvenaria estrutural**. São Carlos, 2012.

PARSEKIAN, Guilherme; HAMID, Ahmad A.; DRYSDALE, Robert G. **Comportamento e dimensionamento de alvenaria estrutural**. São Carlos: EdUFSCar, 2012.

RAUEN, Fábio José. **Metodologia da pesquisa: orientação prática**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2012.

RAMALHO, Márcio Antonio; CORREA, Márcio Roberto Silva. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: PINI, 2003.

REVISTA TÉCHNE. **Paredes maciças – Sistemas de fôrmas para construção de paredes monolíticas se multiplicam. Veja os aspectos de escolha na matriz de decisão**. Revista Técnica, São Paulo: Pini, n. 143, fev. 2009, p. 34.

SACHT, H. M.; ROSSIGNOLO, J. A.; BUENO, C. **Vedações verticais em concreto moldadas in loco: avaliação do conforto térmico de habitações térreas no Estado de São Paulo**. Revista Ibracon de Estruturas e Materiais, v. 4, p. 31-48, 2011.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. **Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos**. Porto Alegre: ANTAC, 2006. (Recomendações Técnicas HABITARE, v. 3). ISBN 85-89478-17-3.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, 2005.

SILVA, F. B. **Paredes de concreto armado moldadas in loco**. Revista Técnica, ano 19, n. 167, fev. 2011. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/167/artigo286799-1.aspx>. Acesso em: 02 ago. 2025.

TASCA, J. E.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; ALVES, M. B. M. **An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs**. Journal of European Industrial Training, v. 34, n. 7, 2010. ISSN 0309-0590.

TEIXEIRA, L. P.; CARVALHO, F. M. A. de. **A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira**. Revista Paranaense de Desenvolvimento – RPD, n. 109, p. 9–26, 2011.

Sistema de paredes de concreto ganha espaço na construção civil. Concreto Hoje. Revista GC, São Paulo, ed. 65, nov./dez. 2015. Disponível em: <https://www.abcp.org.br>. Acesso em: 01 ago. 2025.

WENDLER, A. **NBR 16055 – Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações: requisitos e procedimentos**. Núcleo Parede de Concreto, 2012. Disponível em: <https://nucleoparededeconcreto.com.br/nbr16055-parede-de-concreto-moldada-no-local-para-a-construcao-de-edificacoes-requisitos-e-procedimentos/>. Acesso em: 05 ago. 2025.

ANEXO 1

ENTREVISTA

Título: Desempenho técnico-econômico de sistemas construtivos aplicados à habitação econômica: estudo comparativo entre parede de concreto e alvenaria estrutural.

Entrevistado: Mestre Geral de Obras.

Tempo de experiência na construção civil: 27 anos

Tempo de atuação na empresa: 14 anos

Entrevistador: Ismael Pedro da Silva, autor do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Data da Entrevista: 11 /09 /2025.

1. Em sua trajetória profissional, qual foi sua experiência com alvenaria estrutural com blocos de concreto?

Trabalhei por 6 anos com alvenaria estrutural como mestre de obras dentro da empresa, atuando diretamente na coordenação da parte operacional do processo construtivo.

2. E com o sistema de paredes de concreto moldadas in loco?

Trabalho com esse sistema há 8 anos. Atuei por anos também como mestre de obras com o sistema de parede de concreto e atualmente atuo como mestre geral de obras, coordenando e prestando consultoria para obras em três estados.

3. Como você percebeu a transição entre esses dois sistemas dentro da empresa?

Inicialmente não gostei da mudança, pois estava muito habituado ao sistema de alvenaria estrutural e o considerava o “melhor dos mundos”. Porém, com o tempo de adaptação e percebendo os ganhos e facilidades do sistema de parede de concreto, não tenho vontade de voltar para a alvenaria.

4. Na sua percepção, qual dos dois sistemas apresenta maior incidência de retrabalhos?

O que gera o retrabalho é a má execução e a falta de conferência do serviço. Porém, a alvenaria estrutural, por possuir mais etapas e mais detalhes que precisam de atenção na execução e demandar mais tempo, está mais suscetível a gerar retrabalhos.

5. Como você avalia a logística de suprimentos em termos de espaço de armazenamento e a organização do canteiro nos dois sistemas?

A logística de armazenamento no sistema de alvenaria estrutural é mais complexa, pois exige materiais volumosos, como blocos e ferragens, que ocupam mais espaço no canteiro, além de gerar mais resíduos. O abastecimento também é afetado, pois envolve o transporte de grandes volumes de materiais pesados. Por isso, a armazenagem precisa ser feita em pontos estratégicos para facilitar o processo. Já o sistema de parede de concreto utiliza menor volume e variedade de materiais, o que facilita tanto o armazenamento quanto o abastecimento e a organização do canteiro.

6. Na prática, como se dá a formação das equipes de trabalho em cada sistema?

A alvenaria estrutural demanda uma equipe mais reduzida, porém com mais funções, já que apresenta mais etapas e particularidades. Já a parede de concreto demanda mais pessoas, mas com menos funções. Por exemplo, precisa de mais montadores do que bloqueiros.

7. Considerando as etapas do processo e a produtividade da equipe, qual sistema você considera mais otimizado?

Apesar de necessitar de mais trabalhadores, o sistema de parede de concreto compensa pela velocidade de execução, pois possui poucas etapas e equipes multifuncionais, tornando-se mais produtivo. Já a alvenaria estrutural apresenta mais etapas, mais funções e um processo mais artesanal, o que reduz a produtividade em relação à parede de concreto.

8. Em média, qual ritmo de execução é possível alcançar em cada método?

Considerando os empreendimentos padrão da empresa, no sistema de parede de concreto é possível atingir um ritmo de 2 pavimentos por semana, enquanto na alvenaria estrutural o ritmo possível é de 1 pavimento por semana.

9. Quais serviços complementares ainda são necessários em cada sistema?

A diferença principal é que a alvenaria estrutural precisa de reboco na fachada, contrapiso na laje, além do retorno das equipes de instalações para realizar furos nos pontos elétricos e hidráulicos. Já no sistema de parede de concreto, muitas dessas etapas são eliminadas ou minimizadas.

10. Na sua visão, quais são as principais vantagens de cada sistema?

A alvenaria estrutural é mais barata para ser implementada em comparação à parede de concreto, que exige alto investimento em fôrmas e materiais. Já o sistema de parede de concreto apresenta ganhos em produtividade, velocidade e retorno financeiro quando aplicado em sequência e em larga escala.

11. Se pudesse indicar um dos sistemas como mais viável para empreendimentos de habitação econômica, qual seria e por quais razões?

Depende do contexto. Para obras reduzidas, sem ritmo acelerado e sem sequenciamento, a alvenaria estrutural é mais recomendada. O sistema de parede de concreto passa a ser vantajoso quando aplicado em larga escala, com ciclos rápidos e contínuos. Dessa forma, para empreendimentos de grande porte, o sistema de parede de concreto se mostra mais viável.

ANEXO 2

ENTREVISTA

Título: Desempenho técnico-econômico de sistemas construtivos aplicados à habitação econômica: estudo comparativo entre parede de concreto e alvenaria estrutural.

Entrevistado: Gestor de Obras

Tempo de experiência na construção civil: 16 anos

Tempo de atuação na empresa: 14 anos

Entrevistador: Ismael Pedro da Silva, autor do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Data da Entrevista: 20 /09 /2025.

1. Em sua trajetória profissional, qual foi sua experiência com alvenaria estrutural com blocos de concreto?

Trabalhei de 2011 a 2019 com o sistema de alvenaria estrutural, atuando como engenheiro de obra. Ao longo desses oito anos, acumulei experiência e prática na execução de obras com esse sistema.

2. E com o sistema de paredes de concreto moldadas in loco?

Trabalho com o método de parede de concreto de 2019 até os dias atuais. Nesse período, passei de engenheiro de obra para gestor de obras. Hoje atuo na gerência de diversas obras que implementam o sistema de parede de concreto.

3. Como você percebeu a transição entre esses dois sistemas dentro da empresa?

Essa mudança foi muito rápida. Quando a “virada de chave” aconteceu, todos os novos projetos passaram a utilizar o sistema de parede de concreto. Apesar disso, recebi bem a mudança desde o princípio, pois os ganhos em produtividade e otimização ocorreram

rapidamente. Além disso, o processo construtivo do sistema de parede de concreto é mais simplificado, o que acelera a adaptação.

4. Na sua percepção, qual dos dois sistemas apresenta maior incidência de retrabalhos?

A alvenaria estrutural, pois é mais artesanal e, por isso, está mais suscetível a retrabalhos. Ao contrário do sistema de parede de concreto, que é um processo simplificado de “monta e desmonta”, reduzindo a quantidade de etapas e detalhes passíveis de erros.

5. Como você avalia a logística de suprimentos em termos de espaço de armazenamento e a organização do canteiro nos dois sistemas?

A alvenaria estrutural demanda muito mais espaço de armazenamento, pois necessita de um volume maior de insumos, principalmente blocos e argamassa, o que impacta significativamente a logística de recebimento, ensaios, estoque e abastecimento dos materiais.

6. Na prática, como se dá a formação das equipes de trabalho em cada sistema?

Na parede de concreto existem menos grupos de trabalho, porém mais volumosos. Já na alvenaria estrutural, são exigidas mais equipes disciplinares e com funções específicas, mas compostas por menos trabalhadores.

7. Considerando as etapas do processo e a produtividade da equipe, qual sistema você considera mais otimizado?

A parede de concreto é o método mais otimizado, por ser um processo altamente industrializado, com poucas etapas de curta duração, o que se reflete em maior rapidez e produtividade.

8. Em média, qual ritmo de execução é possível alcançar em cada método?

Em média, 1 pavimento em 2 semanas utilizando alvenaria estrutural e em 4 dias com o sistema de parede de concreto.

9. Quais serviços complementares ainda são necessários em cada sistema?

A alvenaria exige alguns serviços que não são necessários na parede de concreto. Inicialmente, utilizava-se reboco interno e externo; posteriormente, dispensou-se o reboco interno, permanecendo apenas na fachada. Contudo, a maior diferença está nas instalações, que na alvenaria ocorrem após o levantamento da estrutura, demandando tempo com quebras, execução dos pontos e geração de resíduos. Já no sistema de parede de concreto, esse serviço é dispensado, pois as instalações já vêm embutidas na estrutura.

10. Na sua visão, quais são as principais vantagens de cada sistema?

A parede de concreto é mais otimizada, produtiva e limpa. Já a alvenaria estrutural é mais barata e acessível.

11. Se pudesse indicar um dos sistemas como mais viável para empreendimentos de habitação econômica, qual seria e por quais razões?

Pensando no preço da fôrma, dos insumos e na disponibilidade deles, a alvenaria estrutural tende a ser mais viável, principalmente em obras de pequeno porte, realizadas por construtoras menores, onde a parede de concreto não se paga. Porém, em produções de grande escala, nas quais a fôrma é utilizada de maneira contínua e sequencial, a parede de concreto se torna uma solução mais vantajosa.