

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

LUIS ANTÔNIO CARNEIRO DA SILVEIRA

**GESTÃO DA REUTILIZAÇÃO DE FÔRMAS DE ALUMÍNIO NO SISTEMA
CONSTRUTIVO DE PAREDES DE CONCRETO MOLDADO IN LOCO**

**PALMAS-TO
2026**

LUIS ANTÔNIO CARNEIRO DA SILVEIRA

**GESTÃO DA REUTILIZAÇÃO DE FÔRMAS DE ALUMÍNIO NO SISTEMA
CONSTRUTIVO DE PAREDES DE CONCRETO MOLDADO IN LOCO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel no Curso
Superior de Engenharia Civil do Instituto
Federal do Tocantins, Campus Palmas.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Marafiga
Pedroso

**Palmas-TO
2026**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

D111g da Silveira, Luis Antônio Carneiro
Gestão da reutilização de fôrmas de alumínio no sistema construtivo de
paredes de concreto moldadas in loco / Luis Antônio Carneiro da Silveira. –
Palmas, TO, 2026.
60 p. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO,
Palmas, TO, 2026.

Orientador: Dr. Gilson Marafiga Pedroso.

1. Fôrma de alumínio. 2. Parede de concreto moldada in loco. 3. Reutilização.
I. Pedroso, Gilson Marafiga. II. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

LUIS ANTÔNIO CARNEIRO DA SILVEIRA

GESTÃO DA REUTILIZAÇÃO DE FÔRMAS DE ALUMÍNIO NO SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAREDES DE CONCRETO MOLDADO IN LOCO

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel no Curso
Superior de Engenharia Civil do Instituto
Federal do Tocantins, Campus Palmas.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Marafiga
Pedroso

Aprovado em: 25 / 05 / 26

BANCA AVALIADORA

Documento assinado digitalmente
 **GILSON MARAFIGA PEDROSO**
Data: 18/06/2026 15:53:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Gilson Marafiga Pedroso
Orientador
(IFTO)

Documento assinado digitalmente
 **OCTAVIANO SIDNEI FURTADO**
Data: 16/06/2026 18:45:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Octaviano Sidnei Furtado
Avaliador 1
(IFTO)

Documento assinado digitalmente
 **MOACYR SALLES NETO**
Data: 15/06/2026 08:36:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Moacyr Salles Neto
Avaliador 2
(IFTO)

RESUMO

O presente trabalho aborda o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas in loco, com enfoque na reutilização de fôrmas metálicas de alumínio e sua influência na qualidade, produtividade, durabilidade e viabilidade econômica das edificações. O estudo contextualiza a evolução da construção civil diante da crescente industrialização dos processos construtivos, destacando o sistema de paredes de concreto como uma alternativa eficiente para construções em larga escala, especialmente no segmento habitacional. Inicialmente, são apresentados os conceitos fundamentais do sistema construtivo, suas etapas executivas, os principais tipos de fundações aplicáveis, armaduras, instalações embutidas, fechamento das fôrmas, concretagem e desforma. Em seguida, o trabalho discute os diferentes tipos de fôrmas utilizadas na construção civil, com ênfase nas fôrmas metálicas de alumínio, evidenciando suas características, vantagens, limitações e elevado potencial de reutilização. A pesquisa fundamenta-se em revisão bibliográfica e documental, utilizando normas técnicas da ABNT, artigos científicos, dissertações, teses e documentos técnicos relacionados ao sistema construtivo de paredes de concreto moldadas in loco. Além disso, o estudo apresenta um detalhamento prático do processo executivo adotado por uma empresa construtora de grande porte, demonstrando as etapas de locação, armação, montagem das fôrmas, concretagem, desforma e limpeza dos painéis metálicos. Por fim, são analisadas as principais patologias associadas à reutilização inadequada das fôrmas, como desaprumos, deformações superficiais (“buchos”) e falhas de esquadro, destacando suas causas, consequências e possíveis tratamentos corretivos. Conclui-se que a correta gestão da reutilização das fôrmas metálicas é indispensável para garantir desempenho estrutural, qualidade superficial, produtividade e vida útil das edificações executadas em paredes de concreto moldadas in loco.

Palavras-chave: Paredes de concreto moldadas in loco. Fôrmas metálicas. Reutilização. construção civil. Patologias construtivas.

ABSTRACT

This study addresses the cast-in-place concrete wall construction system, focusing on the reuse of aluminum metallic formwork and its influence on the quality, productivity, durability, and economic feasibility of buildings. The research contextualizes the evolution of the construction industry in light of the increasing industrialization of construction processes, highlighting the concrete wall system as an efficient alternative for large-scale construction projects, especially in the housing sector. Initially, the study presents the fundamental concepts of the construction system, its execution stages, the main applicable foundation types, reinforcement systems, embedded installations, formwork assembly, concreting, and formwork stripping. Subsequently, the research discusses the different types of formwork used in the construction industry, with emphasis on aluminum metallic formwork, highlighting its characteristics, advantages, limitations, and high reuse potential. The research is based on bibliographic and documentary review, using ABNT technical standards, scientific articles, dissertations, theses, and technical documents related to the cast-in-place concrete wall construction system. Furthermore, the study presents a practical detailing of the construction process adopted by a large construction company, demonstrating the stages of wall layout, reinforcement assembly, formwork installation, concreting, stripping, and cleaning of metallic panels. Finally, the main pathologies associated with the inadequate reuse of formwork are analyzed, such as misalignments, surface deformations (“bulges”), and squareness failures, highlighting their causes, consequences, and possible corrective treatments. It is concluded that the proper management of metallic formwork reuse is essential to ensure structural performance, surface quality, productivity, and service life of buildings executed with cast-in-place concrete walls.

Keywords: Cast-in-place concrete walls. Metallic formwork. Reuse. Civil construction. Construction pathologies.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamento com revestimento cerâmico.....	55
Tabela 2 – Tratamento sem revestimento cerâmico.....	55
Tabela 3 – Tratamento com massa PVA.....	55
Tabela 4 – Tratamento de desaprumo.....	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Paredes de concreto.....	15
Figura 2 – Penetração do trado.....	17
Figura 3 – Retirada do trado.....	17
Figura 4 – Fôrma de bloco de coroamento.....	18
Figura 5 – Concretagem de bloco de coroamento.....	19
Figura 6 – Fôrma do radier.....	20
Figura 7 – Armação de radier.....	20
Figura 8 – Espaçadores de armadura.....	21
Figura 9 – Escoramento de fôrma de radier.....	21
Figura 10 – Concretagem de radier.....	22
Figura 11 – Marcação das paredes.....	23
Figura 12 – Armação vertical de parede.....	24
Figura 13 – Esperas para pavimentos adjacentes.....	24
Figura 14 – Armação de laje.....	25
Figura 15 – Instalação de caixas de tomada.....	27
Figura 16 – Instalações horizontais embutidas.....	27
Figura 17 – Fechamento da fôrma.....	29
Figura 18 – Concretagem com “bomba lança”.....	30
Figura 19 – Concretagem com “bomba estacionária”.....	31
Figura 20 – Fôrma de madeira.....	33
Figura 21 – Fôrma plástica.....	34
Figura 22 – Fôrma metálica.....	35
Figura 23 – Pó xadrez.....	37
Figura 24 – Linha de algodão e pó xadrez.....	37
Figura 25 – Distanciadores de parede.....	38
Figura 26 – Distanciadores de parede posicionados.....	38
Figura 27 – Pistola finca pino a gás.....	39
Figura 28 – Telas amarradas nos arranques.....	39
Figura 29 – Espaçador de parede posicionado.....	40
Figura 30 – Espaçador de parede.....	40
Figura 31 – Espaçador de armadura positivo (“centopeia”)	41
Figura 32 – Espaçador de armadura negativa (“castelinho”)	41

Figura 33 – Espaçadores posicionados na laje.....	41
Figura 34 – Reforços de verga e contraverga.....	42
Figura 35 – Aplicação de desmoldante.....	42
Figura 36 – Desmoldante vegetal.....	43
Figura 37 – Pontos de início de montagem das fôrmas.....	43
Figura 38 – Metodologia de montagem de fôrmas.....	44
Figura 39 – Pino.....	44
Figura 40 – Cunha.....	45
Figura 41 – Isomanta.....	45
Figura 42 – Faqueta.....	45
Figura 43 – Travamento por acessórios.....	46
Figura 44 – Escoramento de laje.....	46
Figura 45 – Alinhadores de parede.....	47
Figura 46 – Esquadro de fôrma.....	47
Figura 47 – Extensor de porta.....	48
Figura 48 – Calafete no “pé” da fôrma.....	48
Figura 49 – Saca placas.....	49
Figura 50 – Banho químico para limpeza da fôrma.....	51
Figura 51 – Removedor de cimento.....	52
Figura 52 – “Dentes” entre pavimentos.....	53
Figura 53 – “Bucho”	54
Figura 54 – Conferência de esquadros.....	54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO:	10
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA:	11
1.2. JUSTIFICATIVA:	11
1.3. OBJETIVOS:	12
1.3.1. Objetivo geral:	12
1.3.2. Objetivos específicos:	12
2. REVISÃO DE LITERATURA:	12
2.1. Cadeia da construção civil:	12
2.2. Sistema construtivo em paredes de concreto moldadas in loco:	13
2.2.1. Etapas do processo:	15
2.2.2. Fundações:	16
2.2.2.1 Estacas trado:	16
2.2.2.2 Bloco de coroamento:	17
2.2.2.3 Radier (Lajão):	19
2.2.3. Armaduras:	22
2.2.4. Montagem das instalações embutidas:	25
2.2.5. Fechamento das fôrmas:	27
2.2.6. Concretagem:	29
2.3. FORMAS UTILIZADAS NAS PAREDES DE CONCRETO:	31
2.3.1 Fôrmas de madeira:	32
2.3.2. Fôrmas de plástico:	33
2.3.3. Fôrmas metálicas:	34
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	35
4. SISTEMA CONSTRUTIVO COM FÔRMAS DE ALUMÍNIO:	36
4.1. Processo construtivo:	36

4.2. Locação das paredes:	37
4.3. Armação:	39
4.4 Montagem das fôrmas:	42
4.4.1. Desmoldante:	42
4.4.2. Posicionamento das fôrmas:	43
4.5. Concretagem:	48
4.6. Desforma:	49
4.6.1. Diretrizes iniciais da desforma:	49
4.6.1 Controle de qualidade e inspeção após a desforma:	50
4.7. Limpeza das Fôrmas:	50
4.7.1. Procedimentos de limpeza:	51
4.7.2. Uso de produtos químicos:	51
5. RESULTADOS DA REUTILIZAÇÃO DAS FÔRMAS:	52
5.1. Identificação de características da reutilização:	52
5.1.1. “Dentes” devido ao desaprumo entre pavimentos:	52
5.1.2. “Buchos”:	53
5.1.3. Falta de esquadro em encontro de paredes:	54
5.2. Tratamentos para patologias apresentadas:	55
5.2.1. Tratamento para paredes desniveladas:	55
6. CONCLUSÃO:	56
7. REFERÊNCIAS:	58

1. INTRODUÇÃO

A cadeia da construção civil tem apresentado significativas inovações e soluções voltadas à sustentabilidade, o que tem conferido relevância estratégica para às empresas do segmento.

Concomitantemente, a alta procura por habitação de interesse social, alinhada a esses fatores, impactou na evolução de sistemas inovadores. Isso resultou em um processo construtivo em escala com alta frequência, uma redução na utilização de mão de obra e um aumento de produtos e processos industrializados (CBIC, 2013).

Entretanto, apesar do aumento da industrialização dos processos construtivos e a redução da utilização da mão de obra convencional, a construção civil continua a expandir com a geração de novos empregos, ainda que em menor volume quando comparado com períodos anteriores (CBIC, 2025).

A explicação dada para isso é que os processos construtivos industrializados conseguem subdividir a mão de obra para áreas específicas, em vez de concentrar em uma área de mesma funcionalidade, como ocorre no sistema convencional. Assim, a industrialização influencia o aumento da velocidade e o volume de obras, que é responsável pelo crescimento de empregos gerados com eficiência e sustentabilidade (ABCP, 2011).

Com esta crescente busca, a alvenaria estrutural, que era a mais utilizada na construção civil, está sendo substituída aos poucos por outros sistemas construtivos. Um desses métodos é o sistema de paredes de concreto moldado in loco, que demanda o uso de fôrmas, mão de obra especializada e concreto autoadensável, exigindo seguir padrões rigorosos para evitar possíveis problemas e patologias (IBRACON, 2018).

A NBR 16055 de 2022, tem como objetivo normatizar o sistema de paredes de concreto moldado in loco, caracterizando-o como “elemento estrutural autoportante, moldado in loco, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capaz de suportar cargas no mesmo plano da parede”. A norma visa garantir a integridade, segurança, durabilidade, acústica, manutenção e transmitância térmica, descrevendo a sua maior eficiência e requisitos mínimos de forma que o mercado da construção civil possua uma base sólida para a sua utilização,

De acordo com Neves (2024), a viabilização das paredes de concreto deve-se à criação de tecnologias que geraram mais eficiência, baixo custo e alto desempenho da estrutura. Porém, é necessária a execução das técnicas com qualidade, utilização de bons insumos e fôrmas adequadas para a execução.

Atualmente, o mercado da construção civil possui uma vasta gama de fôrmas para a edificação de paredes de concreto moldado in loco, que podem ser metálicas, plásticas, mistas, trepantes ou de compensado de madeira, dentre outros.

Neste contexto, este trabalho direciona-se à análise da reutilização das fôrmas metálicas de alumínio, destacando sua relevância para a eficiência, economia e sustentabilidade no processo construtivo.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

O sistema de paredes de concreto moldado in loco é um método construtivo com várias características únicas como a redução de etapas, eficiência no controle da qualidade e baixa geração de resíduos, configura-se como uma alternativa eficiente para sistemas dinâmicos que demandam eficiência, velocidade de execução e versatilidade. Caracterizado como um modelo que emprega fôrmas para a sua edificação, possui métodos e uma vasta variedade de modelos e materiais disponíveis para a execução da mesma.

Porém, a forma como é aplicado na cadeia da construção civil vem apresentando problemas na questão da durabilidade e qualidade das edificações devido à má gestão da reutilização das fôrmas empregadas no processo. Por ser um sistema que precisa ser fundamentado em projetos estruturais, mão de obra qualificada, verificação de execução e uma manutenção de qualidade, deve-se ter um cuidado para garantir a funcionalidade e a vida útil dos componentes aplicados.

Com isso, o presente estudo tem por objetivo apresentar o sistema construtivo, suas variedades de materiais e indagar sobre o que pode ser feito para melhorar o sistema e sua reutilização.

1.2. JUSTIFICATIVA

O sistema de paredes de concreto moldada in loco é uma alternativa para modelos de construção em escala e que pode suplementar a necessidade da construção civil com sua versatilidade e eficiência, onde é composto por um jogo de fôrmas, tela soldadas de aço e o concreto. Possui foco na construção residencial em escala e apresenta o problema de elevado custo das fôrmas em que sua grande maioria são de alumínio, um material considerável nobre e de custo elevado. Com isso, para que tenha a viabilização da aquisição das fôrmas é necessária a reutilização em quantidades que haja a absorção do metro quadrado construída em comparação ao processo do sistema adotado.

Diante disso, o trabalho apresenta um levantamento de possibilidade de materiais a serem empregados, quais os problemas que podem ser apresentados diante da reutilização constante e quais as medidas podem ser realizadas para o melhor a vida útil e a qualidade do sistema de fôrmas.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo geral

Apresentar o modelo construtivo de paredes de concreto moldado in loco e caracterizar as possibilidades de fôrmas que podem ser empregadas, diante de questionamentos de possibilidade de melhoria para a gestão da reutilização das fôrmas empregadas no processo com foco na durabilidade, no desempenho e na vida útil do sistema.

1.3.2. Objetivos específicos

- Apresentar a funcionalidade do sistema construtivo, processo construtivo, materiais utilizados, tipos de fôrmas utilizáveis, características do sistema e problemas apresentados.
- Demonstrar possibilidades de melhor adequação ao projeto e potencializar a reutilização das fôrmas com sequenciamento e eficiência.
- Demonstrar os impactos da má gestão na utilização das fôrmas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste tópico será apresentado uma revisão bibliográfica com o objetivo de contextualização do sistema construtivo de paredes de concreto moldada in loco, dentro da cadeia da construção civil e com suas possibilidades e variações de tipos de fôrma a serem empregadas dentro do modelo de construção em escala. Buscando diferenciar as possibilidades de matérias e como pode ser utilizado com custos e eficiência.

2.1. Cadeia da construção civil

Conforme ABCP (2011), o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local “tem sido objeto de estudo desde 2007 pelo Grupo Paredes de Concreto, com sede na Associação Brasileira de Cimento Portland”. Anaute (2012) destaca que esse método passou a

ganhar relevância entre os sistemas já utilizados, especialmente pela demanda elevada de habitações impulsionada pelo programa Minha Casa Minha Vida (MCMV).

As construtoras de grande porte, segundo a ABESC (2013), têm intensificado seus investimentos em paredes de concreto em razão das vantagens associadas ao sistema, como “rapidez na execução, diminuição das patologias, pode ser implantada em lugares distantes e com pouca infra-estrutura inicial”. Anaute (2013) menciona, ainda, que o processo proporciona maior racionalização ao longo das etapas da obra.

A NBR 16055, vigente desde 28 de outubro de 2022, regulamenta o sistema de paredes de concreto, o qual também é reconhecido pela Caixa para fins de financiamento habitacional. De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem (2013), o método apresenta vantagens como rapidez de execução, redução de custos, diminuição de acidentes de trabalho, aumento da qualidade e elevação da produtividade, características que contribuem para o alto valor agregado do sistema. Dessa forma, configura-se como uma alternativa eficaz para reduzir o déficit habitacional em menor tempo.

Com o intuito de direcionar os recursos governamentais às famílias de baixa renda, foram instituídos, em 2004, a Política Nacional de Habitação e o Sistema Nacional de Habitação (SNH). No ano seguinte, criou-se o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS) e o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social (FNHIS) (BRASIL, 2005). A partir da crise econômica mundial, o governo brasileiro, em 2008, passou a adotar medidas de ampliação de crédito a setores mais afetados, incluindo o setor imobiliário. Posteriormente, em 2009, foi instituído o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), com o objetivo de dinamizar o mercado habitacional e ampliar o acesso à moradia (CARDOSO; ARAGÃO, 2012).

Atualmente, o PMCMV representa o principal programa habitacional do país, com foco na construção de moradias destinadas à população de baixa renda, segundo faixas classificadas por nível de renda. Conforme a CBIC (2019), a classificação vigente desde 2016 estabelece:

- Faixa 1 — famílias com renda de até R\$ 1.800,00;
- Faixa 1,5 — famílias com renda de até R\$ 2.600,00;
- Faixa 2 — renda de até R\$ 4.000,00;
- Faixa 3 — renda de até R\$ 7.000,00.

2.2. Sistema construtivo em paredes de concreto moldadas in loco

O sistema construtivo em paredes de concreto caracteriza-se pela conformação de um elemento único que desempenha simultaneamente as funções estruturais e de vedação. Trata-

se de uma estrutura monolítica cuja elevada resistência decorre da distribuição e da absorção homogênea das tensões ao longo de todo o conjunto. De acordo com a Norma Brasileira NBR 16055, (ABNT, 2022), o item 3.1 define paredes de concreto como um “elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capaz de suportar carga no mesmo plano da parede”.

O processo construtivo baseado em paredes de concreto apresenta características próximas às de uma cadeia produtiva industrializada, exigindo, portanto, um planejamento rigoroso, abrangente e adequado a todas as fases do projeto (Comunidade da Construção de Belo Horizonte, 2014). Conforme Venturini (2011), “a execução de paredes de concreto pode variar de acordo com os processos construtivos adotados por diferentes construtoras, o material das fôrmas e seu fechamento, assim como o tipo de concreto utilizado, são alguns itens que podem variar conforme a empresa”.

A difusão do sistema de paredes de concreto moldadas in loco está associada às experiências bem-sucedidas de edificações industrializadas das décadas de 1970 e 1980, que empregavam concreto celular ou convencional, além de painéis com fôrmas deslizantes ou trepantes, conforme registra a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem (ABESC, 2015).

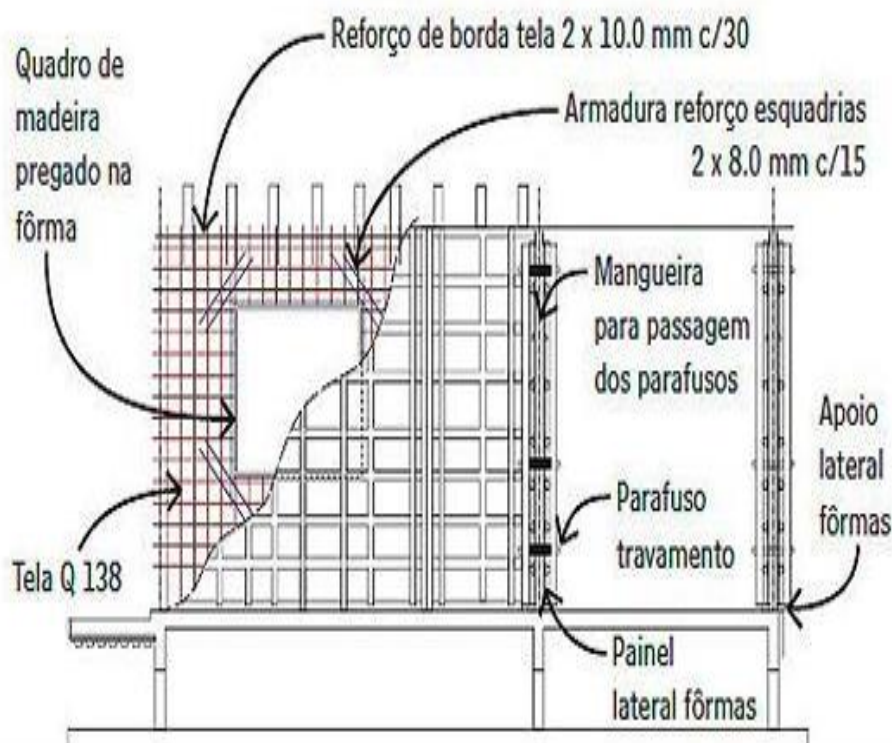
Com a publicação da NBR 16055 – Paredes de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos (ABNT, 2022), houve maior segurança técnica e normativa para as construtoras, estimulando a adoção do sistema e o desenvolvimento de empreendimentos estruturados por esse método construtivo.

A primeira edificação no Brasil executada com esse sistema foi realizada pela COHAB-MG, em Santa Luzia (MG), no ano de 1979, consistindo na construção de 46 unidades habitacionais populares (SACHT, 2008).

Atualmente, o sistema de paredes de concreto moldada in loco tem ampliado significativamente sua presença no mercado, impulsionado por uma metodologia orientada à produção em larga escala, à repetitividade, à padronização e à redução dos prazos de execução, sem prejuízo da qualidade. Missurelli e Massuda (2009) destacam que a adoção desse sistema minimiza de forma considerável os riscos de falhas executivas e promove maior produtividade quando aplicado em escala.

O esquema de montagem das paredes pode ser apresentado na figura 1, a figura traz uma ilustração relacionada ao esquema fôrma-armação, especificação de tela e presença de reforços nos vão de janela que são fundamentais para a prevenção de fissuras.

Figura 1 – Parede de concreto.



Fonte: SILVA, 2011.

2.2.1. Etapas do processo

Para garantir uma sequência executiva eficiente no desenvolvimento da obra, é imprescindível considerar, já nas etapas iniciais, aspectos que condicionam a qualidade e o desempenho final do empreendimento. Segundo Wendler (2012), “é o desenvolvimento dos projetos, e neste contexto tem-se como maior responsável o projetista estrutural, acarretando o dever de compatibilizar todos os projetos desde o projeto de fundações ao projeto de instalações e cobertura”. Assim, evidencia-se que a adequada integração entre as disciplinas é elemento central para evitar conflitos construtivos e retrabalhos.

Além disso, a etapa de planejamento assume papel determinante no êxito do sistema construtivo, exigindo elevado grau de organização e controle. Conforme orienta a Comunidade da Construção (2012), esse processo deve considerar rigorosamente fatores como logística de canteiro, gestão de suprimentos, definição de prazos, rotatividade e disponibilidade do jogo de fôrmas, volume de concreto a ser lançado, quantidade de armaduras, alocação de mão de obra e programação de materiais hidráulicos e elétricos. A articulação criteriosa dessas variáveis contribui para a racionalização das atividades e para o alcance dos resultados previstos no projeto.

2.2.2. Fundações

Diversas soluções de fundação podem ser adotadas no sistema construtivo em estudo, não havendo restrições específicas quanto à sua seleção. Conforme orienta a ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), “podem ser empregados os sistemas de fundações em sapata corrida, laje de apoio (radier) e blocos de travamento para estacas ou tubulões conforme especificações de projeto” (ABCP, 2008).

A definição do tipo de fundação deve considerar as condições particulares do terreno, tendo em vista critérios de segurança, estabilidade e durabilidade da obra. Para que o desempenho projetado seja alcançado, a etapa de execução demanda atenção rigorosa, especialmente no que se refere ao correto nivelamento da fundação, aspecto destacado pela ABCP (2007) como fundamental para a qualidade do sistema.

À luz desses princípios gerais sobre a escolha e a execução das fundações, torna-se pertinente apresentar de forma sistematizada os principais tipos utilizados nesse método construtivo. A seguir, serão abordados os sistemas de fundação mais recorrentes estacas trado, bloco de coroamento e radier, evidenciando suas características, aplicabilidades e particularidades executivas conforme a NBR 6122:2019.

2.2.2.1 Estacas trado

As estacas executadas com trado constituem um tipo de fundação profunda cuja instalação ocorre por meio da perfuração do solo através da rotação de um trado helicoidal, geralmente com 1,00 m de comprimento, acoplado a hastes do tipo Keller ou torres de perfuração. Conforme estabelece a NBR 6122 (2022), sua aplicação é indicada para solos com coesão suficiente para manter a estabilidade das paredes da escavação, já que sua execução não emprega revestimentos ou fluidos estabilizantes. A profundidade atingida por este tipo de estaca é limitada pelo nível do lençol freático.

Após a completa penetração do trado no terreno (Figura 2), o equipamento é retirado de maneira contínua e estática, executando-se simultaneamente a limpeza das pás, de modo a evitar que o solo desprendido retorne à cavidade (Figura 3). O processo é repetido sucessivamente até que se alcance a cota de apoio prevista em projeto. Em seguida, realiza-se a inserção da armadura longitudinal e a concretagem. Antes da introdução da armadura, é comum compactar o fundo da escavação utilizando um soquete (“pilão”) de concreto moldado na própria obra, prática registrada por Hachich (1998). Esse procedimento visa densificar o solo na região

inferior da estaca, aumentando a eficiência da resistência de ponta e reduzindo potenciais recalques.

Figura 2 – Penetração do trado.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 3 – Retirada do trado.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

2.2.2.2 Bloco de coroamento

A NBR 6118 (2026) e a NBR 6122 (2022) estabelecem que os blocos de coroamento podem ser classificados como rígidos ou flexíveis, com base em critérios semelhantes aos utilizados para a definição do comportamento estrutural de fundações rasas, como as sapatas, e respeitando a relação da altura do bloco em relação ao vão entre as estacas. Essa distinção é essencial, pois cada tipologia de bloco apresenta resposta estrutural diferenciada frente às solicitações atuantes.

Segundo E-ZIGURAT (2020), na análise estrutural dos blocos de coroamento, o parâmetro de maior relevância para o dimensionamento é a distância entre a estaca — ou conjunto de estacas — e o ponto de aplicação da carga transmitida pelo pilar. Essa relação geométrica influencia diretamente a trajetória dos esforços e o comportamento resistente do bloco.

Figura 4 – Fôrma de bloco de coroamento.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 5 – Concretagem de bloco de coroamento.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

2.2.2.3 Radier (Lajão)

A aplicação do radier estaqueado foi inicialmente proposta por Zeevaert (1957) como solução para reduzir, até um valor previamente estabelecido, os recalques característicos de fundações constituídas por sapatas. Essa redução é alcançada mediante a inclusão de um número específico de estacas que passam a colaborar parcialmente no suporte das cargas (TEIXEIRA, 1996). Entre os primeiros estudos teóricos que abordam a participação conjunta do radier e do solo superficial destaca-se o trabalho de Kishida e Meyerhof (1965), que analisaram o comportamento do bloco apoiado no terreno quando associado a estacas.

De acordo com Sales (2000), as designações “sapata estaqueada” e “radier estaqueado” foram introduzidas para caracterizar sistemas de fundação que combinam um elemento superficial — seja radier ou sapata — com uma ou mais estacas, de modo que ambos os componentes contribuam simultaneamente para a capacidade de carga e para o controle dos recalques. Teixeira (1996) enfatiza que a eficiência desse sistema misto depende da existência de uma adequada capacidade de suporte do solo sob o radier, garantindo que um número reduzido de estacas seja suficiente para limitar os recalques a valores admissíveis. Assim, o desempenho global decorre da compatibilização entre os deslocamentos previstos para o radier

estaqueado e aqueles esperados para o grupo de estacas, considerando que este último tende a apresentar maior rigidez.

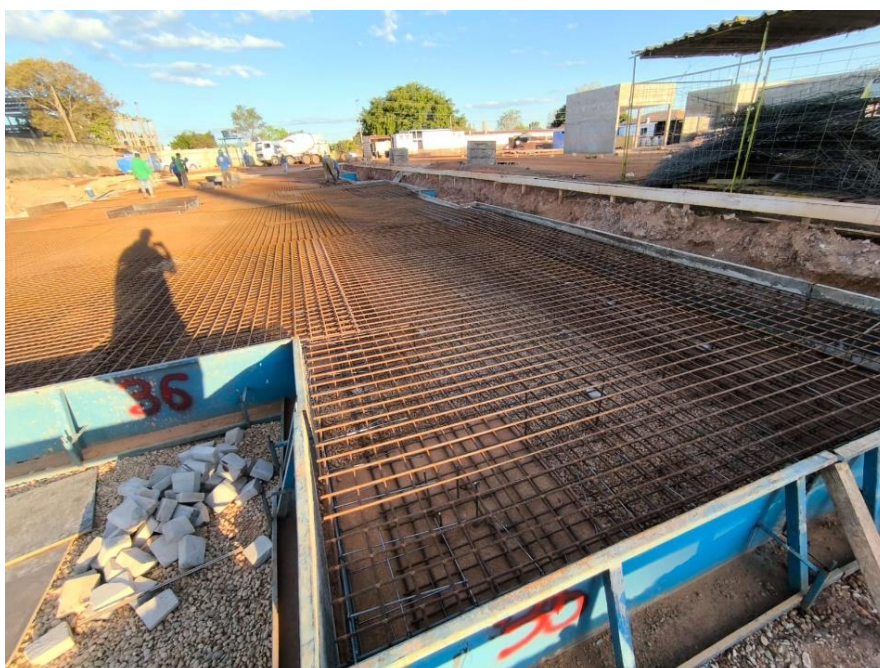
O radier é constituído por fôrmas que recebem as armaduras e escoradas para a execução da concretagem, conforme as figuras 5,6,7, 8 e 9.

Figura 6 – Fôrma do radier.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 7 – Armação de radier.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 8 – Espaçadores de armadura.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 9 – Escoramento de fôrma de radier.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 10 – Concretagem de radier.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

2.2.3. Armaduras

A execução do sistema em paredes de concreto demanda o emprego de diversos elementos de armadura, dentre eles arame recozido, barras de aço e telas soldadas, que compõem o conjunto estrutural responsável por assegurar o desempenho previsto em projeto (ABNT NBR 16055, 2022). Após a marcação da laje, conforme a figura 10, que receberá as fôrmas, inicia-se a montagem das armaduras, etapa em que as paredes são revestidas por telas posicionadas ao longo de todo o seu eixo, conforme a figura 11. Nos encontros entre paredes, utilizam-se cantoneiras formadas por telas dobradas, garantindo a continuidade da armadura e a amarração das ligações. Nessas junções também são instaladas barras de aço que funcionam como esperas para as conexões com as telas do pavimento subsequente, conforme figura 12.

As lajes, por sua vez, recebem telas dobradas em formato de cantoneira, que asseguram a vinculação entre laje e parede, além de malhas positivas e negativas, que são separadas por espaçadores de armação, conforme a figura 13, destinadas ao controle estrutural. A armadura das paredes tem início com a fixação das cantoneiras parede-parede, seguida da instalação dos

reforços e dos arranques da laje superior. Em regiões próximas a vãos, portas e janelas, são aplicadas barras adicionais com a função de substituição das vergas e contravergas, conforme a figura 11, devidamente ancoradas com arame recozido.

No que se refere ao dimensionamento das telas, Misurelli (2013) destaca que armaduras verticais de tela soldada de aço são essenciais para resistir a esforços de flexo-torção e para controlar a retração do concreto. Em paredes com até 15 cm de espessura, é possível empregar armadura centrada; entretanto, em elementos mais espessos ou submetidos a momentos fletores, recomenda-se o uso de duas telas. Reforços localizados também são empregados em pontos críticos, como aberturas de portas e janelas. Em edificações de maior porte, as paredes passam a receber obrigatoriamente duas camadas de telas soldadas, instaladas na vertical, acompanhadas de reforços adicionais nas extremidades (Comunidade da Construção).

Dessa forma, observa-se que o conjunto de armaduras possui papel fundamental no comportamento estrutural das paredes de concreto, constituindo um sistema integrado que envolve telas, barras, cantoneiras e elementos de ancoragem, todos rigorosamente posicionados conforme determinação projetual (ABNT NBR 16055, 2022).

Figura 11 – Marcação das paredes.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 12 – Armação vertical de parede.



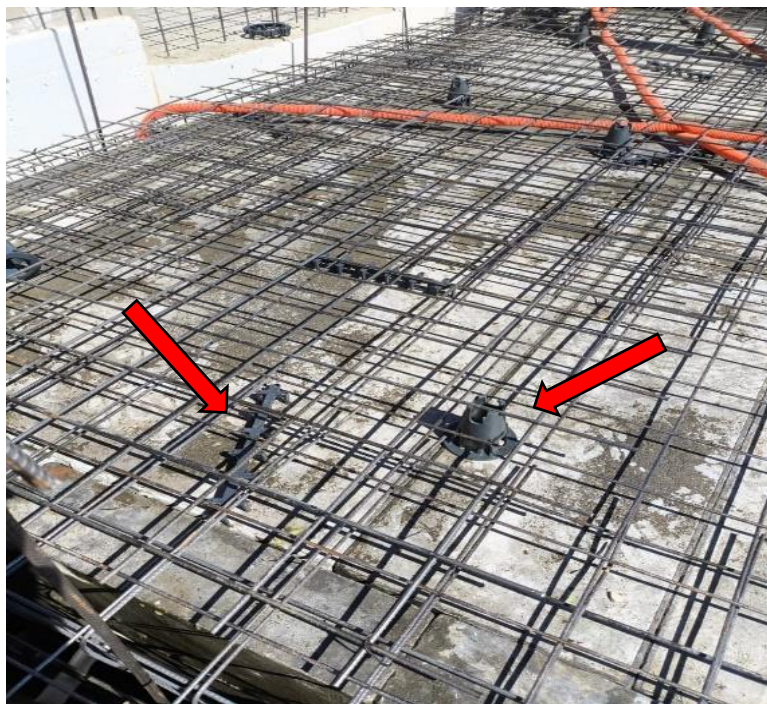
Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 13 – Esperas para pavimentos adjacentes.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 14 – Armação de laje.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

2.2.4. Montagem das instalações embutidas

Conforme o Núcleo de Referência Paredes de Concreto (2020), o desempenho das instalações elétricas em edificações executadas por esse sistema depende da adoção de componentes específicos, tais como eletrodutos reforçados, caixas elétricas impermeáveis com tampas que impeçam a entrada de nata de cimento durante a concretagem e quadros elétricos igualmente impermeáveis e dotados de dispositivos de proteção. Essa escolha contribui para a integridade das instalações e para o bom funcionamento do conjunto ao longo da vida útil da edificação.

A NBR 16055 (ABNT, 2022), no capítulo 5, item 5.1, reforça essa orientação ao estabelecer que “a decisão quanto ao embutimento ou não das instalações nas paredes deve ser do projetista estrutural, de forma a não comprometer o sistema construtivo. Além disto, a decisão deve considerar as exigências de manutenibilidade das instalações hidro sanitárias e elétricas ao longo da vida útil da edificação”. Assim, a normatização destaca a importância de que cada diretriz seja tomada de forma integrada e responsável.

No que se refere às instalações hidrossanitárias, recomenda-se que sejam preferencialmente concentradas em shafts, externos às paredes de concreto, de modo a facilitar intervenções futuras. Essa estratégia reforça a necessidade de compatibilização precisa entre os

projetos de arquitetura, estrutura e instalações, considerando, sobretudo, a sequência executiva da obra.

De acordo com a Comunidade da Construção (CDC), uma das vantagens centrais do sistema paredes de concreto reside na possibilidade de que, após a desforma, as paredes já incorporem internamente as tubulações elétricas e hidráulicas, evitando etapas posteriores de corte ou embutimento. Contudo, para que esse processo ocorra com segurança, a compatibilização entre todos os elementos é indispensável. Conforme alerta Corsini (2012), a inadequada execução das tubulações pode comprometer o comportamento da parede, especialmente quando o diâmetro ou a posição das peças interfere na armadura. Em paredes de 10 cm com tela centralizada, por exemplo, uma tubulação acima de 5 cm ou mal instalada pode ocasionar patologias.

Corsini (2012) ainda ressalta que não se deve adotar tubulações horizontais, pois tal prática compromete a função estrutural da parede, transferindo esforços indevidos para as regiões adjacentes.

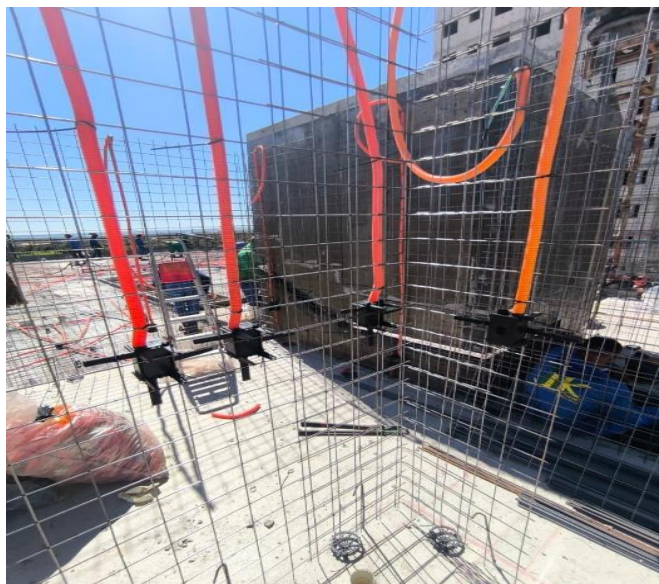
A NBR 16055:2022 estabelece critérios para o embutimento de tubulações, desde que sejam atendidas simultaneamente as seguintes condições:

- a diferença de temperatura entre o material da tubulação e o concreto não pode exceder 15 °C;
- a pressão interna deve ser inferior a 0,3 MPa;
- o diâmetro máximo permitido é de 50 mm;
- o diâmetro não deve ultrapassar 50% da espessura da parede, garantindo espaço mínimo para o cobrimento e para as armaduras; admite-se diâmetro de até 66% da espessura, desde que haja telas nos dois lados com comprimento mínimo de 50 cm em cada direção;
- tubulações metálicas não devem entrar em contato com as armaduras, evitando corrosão galvânica;
- tubulações horizontais não são permitidas, exceto trechos limitados a um terço do comprimento da parede, com máximo de 1 metro, devidamente classificados como não estruturais;
- é vedada a passagem de tubulações, sejam verticais ou horizontais, nos encontros entre paredes.

As figuras 14 e 15 ilustra o processo de montagem das instalações elétricas, evidenciando a fixação do eletroduto corrugado à tela metálica e a utilização de espaçadores

posicionados ao lado do tubo. Esses dispositivos garantem que a tela permaneça na posição correta durante o lançamento do concreto, assegurando o desempenho e a integridade do sistema.

Figura 15 – Instalação de caixas de tomada.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 16 – Instalações horizontais embutidas.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

2.2.5. Fechamento das fôrmas

As fôrmas constituem dispositivos temporários destinados a conferir ao concreto fresco o formato projetado, devendo suportar integralmente as pressões provenientes do seu lançamento até que o material alcance resistência adequada para a etapa de desforma (Comunidade da Construção). Além da resistência, espera-se que apresentem estanqueidade e precisão geométrica, de modo a assegurar a fidelidade dimensional dos elementos estruturais moldados (ABCP, 2008).

A seleção do tipo de fôrma mais adequado à concretagem de paredes, vigas e lajes é definida conforme o planejamento do empreendimento. Essa escolha deve considerar fatores como viabilidade econômica, rendimento em obra, peso próprio, quantidade de painéis necessários, potencial de reutilização, durabilidade e flexibilidade de adaptação às tipologias previstas no projeto.

Durante a montagem, a execução deve respeitar uma sequência construtiva específica. Conforme orienta a ABCP (2008), o procedimento sequencial recomendado engloba:

- nivelamento da laje de piso da fundação, a fim de evitar divergências no topo dos painéis;
- marcação das linhas internas e externas das paredes, servindo de guia para a montagem dos painéis;
- instalação das armaduras;
- posicionamento da rede hidráulica;
- montagem da rede elétrica.

Outro aspecto essencial refere-se ao projeto das fôrmas, que deve incluir detalhamento completo de posicionamento, peças de travamento, escoramentos e componentes auxiliares, assegurando a qualidade do elemento produzido (Coletânea de Ativos, 2007–2008).

A ABNT NBR 15696:2009 estabelece os requisitos normativos para fôrmas e escoramentos de estruturas moldadas in loco, abrangendo desde a definição dos materiais empregados até os critérios de dimensionamento e as orientações para execução. Em conformidade com essa norma, os projetos devem contemplar informações relativas aos materiais adotados, disposição dos elementos, parâmetros utilizados no dimensionamento — como pressão exercida pelo concreto, velocidade e altura de lançamento, intensidade de vibração e consistência do concreto — além de plantas, cortes e demais detalhes que orientem a correta montagem.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2022), o sistema de fôrmas deve ser constituído por materiais que atendam aos requisitos do item 18.2.1 da referida norma e às especificações próprias de cada produto, garantindo desempenho adequado e permitindo sua reutilização ao longo de múltiplos ciclos de concretagem.

Figura 17 – Fechamento da fôrma.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

2.2.6. Concretagem

A empresa responsável pelo fornecimento do concreto deve garantir um material homogêneo, preferencialmente autoadensável, capaz de apresentar coesão adequada e escoamento contínuo no interior das fôrmas, sem risco de bloqueios ou segregação, conforme orienta Mayor (2012). Durante a produção do concreto, recomenda-se a utilização do cimento CP V-ARI, uma vez que, segundo a ABCP (2013), esse tipo de cimento é indicado para aplicações que exigem elevadas resistências iniciais e desforma acelerada, características coerentes com o método construtivo em paredes de concreto. Em obras de padrão econômico, costuma-se empregar concretos com resistência característica de até 25 MPa, como destaca Arêas (2013).

A utilização de bombas-lança, conforme a figura 18, é prática recorrente na execução das paredes de concreto, sobretudo em edificações de poucos pavimentos. Em construções mais altas, não há impedimento quanto ao uso de bombas estacionárias, conforme figura 19, porém Arêas (2013) ressalta a necessidade de atenção ao manuseio do mangote, visto que o uso

inadequado pode ocasionar danos às instalações, afetar o travamento das telas e prejudicar o alinhamento das fôrmas.

O processo de cura após o lançamento do concreto é essencial para garantir que o material alcance as propriedades previstas em projeto. A falta de hidratação adequada pode resultar em perda de resistência, redução da durabilidade e desenvolvimento de fissuras decorrentes do ressecamento, conforme indicado por Borges (2020).

Para o sistema de paredes moldadas in loco, a ABCP (2011-2013) estabelece que o concreto empregado deve apresentar trabalhabilidade, coesão e fluidez adequadas, assegurando o preenchimento integral das fôrmas e um acabamento satisfatório. Nesses sistemas, predominam o concreto autoadensável (CAA), cuja as características se alinham à elevada produtividade e repetitividade típicas da tecnologia.

A ABCP (2007-2008) destaca que a concretagem e suas etapas preparatórias são determinantes para que a estrutura final atenda ao projeto, assegurando desempenho, qualidade e durabilidade. Uma produção eficiente é alcançada, especialmente, quando se utiliza concreto dosado em central e transportado ao canteiro em caminhões-betoneira, garantindo maior controle sobre agregados, pesagens, volume e desempenho do material fornecido.

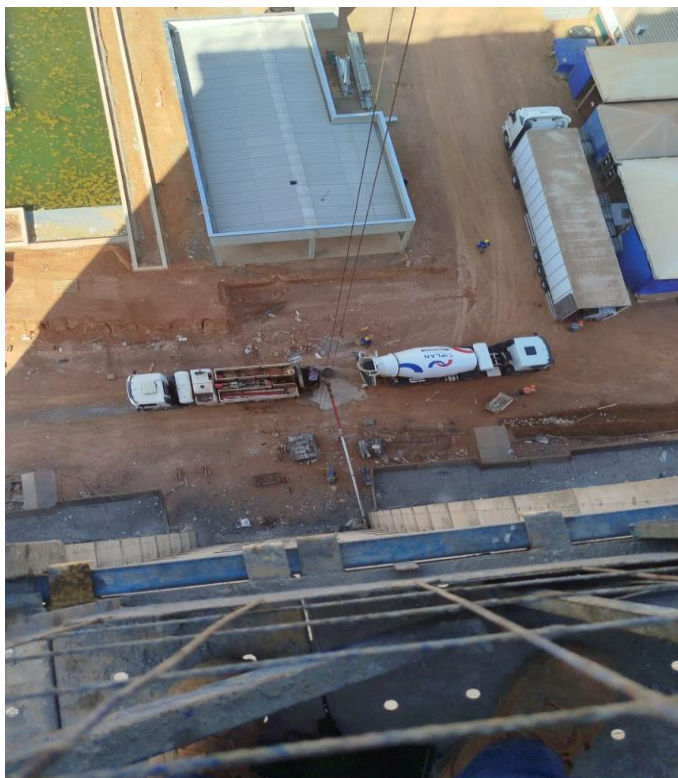
O emprego do cimento CP V-ARI torna-se praticamente indispensável para o atendimento às exigências desse sistema construtivo, uma vez que, em muitos casos, as operações de montagem de fôrmas, concretagem e desforma acontecem em intervalos reduzidos. Assim, o concreto deve apresentar resistências elevadas nos primeiros dias, como reforça Cambraia (2017).

Figura 18 – Concretagem com “bomba lança”.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 19 – Concretagem com “bomba estacionária”.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

2.3. Fôrmas utilizadas nas paredes de concreto

De acordo com a ABNT NBR 16055:2022, o sistema de fôrmas é constituído por um conjunto de estruturas temporárias cuja finalidade é moldar o concreto ainda no estado fresco. Para isso, além dos painéis principais, integram o sistema elementos de escoramento, cimbramento, aprumadores, andaimes, seus apoios e os dispositivos de conexão responsáveis pela estabilidade e pelo correto funcionamento do conjunto durante a execução.

O método construtivo baseado em paredes de concreto moldadas in loco caracteriza-se pela adoção de processos industrializados, nos quais as fôrmas armadas recebem o concreto recém-lançado, assegurando que o material mantenha o formato projetado, a estanqueidade e a resistência inicial necessárias até a etapa de desforma. Segundo ABCP (2008), a precisão geométrica e o adequado confinamento do concreto são essenciais para que os elementos executados atendam integralmente às especificações de projeto.

Nesse contexto, Misurelli e Massuda (2018) reforçam que as fôrmas exercem a função de conter o concreto fresco pelo tempo necessário para sua moldagem, garantindo a reprodução da geometria prevista para as paredes. Para isso, sua configuração deve compatibilizar resistência, rigidez e precisão dimensional. Complementarmente, Nakamura (2018) destaca que

a definição adequada do sistema de fôrmas influencia diretamente a produtividade da obra, além de repercutir no controle dos custos e na eficiência global do processo construtivo.

Quanto aos materiais empregados, da Silva (2011) observa que as fôrmas podem ser constituídas por chapas de madeira compensada plastificada reforçadas com perfis metálicos, fixados por parafusos passantes que determinam o espaçamento entre as faces. Já Misurelli e Massuda (2009) classificam os sistemas de fôrmas utilizados em paredes de concreto em três tipologias predominantes: metálicas, plásticas e composições híbridas que combinam estruturas metálicas com painéis de madeira, selecionadas conforme critérios de desempenho, durabilidade e racionalização construtiva.

2.3.1 Fôrmas de madeira

No cenário nacional, as fôrmas em madeira permanecem como a solução mais tradicional. Misurelli e Massuda (2009) apontam que sua ampla aplicação decorre da elevada adaptabilidade às diversas geometrias, facilidade de transporte e simplicidade de operação, fatores somados à ampla familiaridade da mão de obra com o material, o que contribui para sua competitividade. Entretanto, Nakamura (2007) observa que esse sistema apresenta fragilidades, como a grande geração de resíduos e o desempenho dependente da qualificação operacional, o que reduz sua eficiência e durabilidade em comparação com alternativas industrializadas.

Conforme Chade (2009), a incorporação de chapas compensadas substituindo as antigas tábuas de pinho, a partir da década de 1960, modificou significativamente o panorama de uso das fôrmas de madeira, antes marcadas por aplicação indiscriminada decorrente da abundância de matéria-prima e do baixo custo de mão de obra. Apesar de suas vantagens, como manipulabilidade e versatilidade, a madeira apresenta limitação quanto ao número de reutilizações, constituindo seu principal entrave como material de fôrma.

A figura 20 mostra a fôrma de madeira montada utilizada pela construtora fb andreaazza.

Figura 20 – Fôrma de madeira.



Fonte: Fb Andreazza, 2021.

2.3.2. Fôrmas de plástico

O sistema de paredes moldadas com fôrmas plásticas é composto por painéis industrializados e elementos metálicos auxiliares, como alinhadores e barras de ancoragem, responsáveis por assegurar prumo, esquadro e nivelamento da estrutura (BASSETTE, 2016). Entre suas vantagens, destacam-se o baixo peso — aproximadamente 10 kg/m² para os componentes plásticos e 19 kg/m² para os metálicos — e a facilidade de substituição de módulos, já que os painéis são produzidos de forma modulada, permitindo reparos rápidos (BASSETTE, 2016).

A manutenção e limpeza exigem atenção especial, devendo-se evitar impactos e abrasão para preservar a integridade do sistema. Corsini (2015) afirma que essas fôrmas, fabricadas com quadros e chapas em materiais recicláveis, surgiram no Brasil no final da década de 1990, com a proposta de racionalizar o processo construtivo. Sua montagem rápida, a dispensa de pregos e a menor geração de resíduos, aliadas ao apelo ambiental da utilização de plásticos reciclados, reforçam seu potencial. Contudo, Nakamura (2007) observa limitações quanto ao uso em elementos de grandes dimensões, dificuldades relacionadas ao prumo e ao alinhamento, além da pouca familiaridade da mão de obra com o sistema, o que pode prejudicar a produtividade.

Da Silva (2010) complementa que os módulos são fornecidos prontos de fábrica, com peso aproximado de 10 kg/m² e sem necessidade de travamentos metálicos adicionais. Esse tipo de fôrma permite concretagens com massa específica de até 2.400 kg/m³ e lançamentos de até

3 metros de altura. Entretanto, conforme Nakamura (2014), sua durabilidade tende a ser menor e o acabamento superficial pode apresentar deficiências.

A figura 20 mostra a fôrma plástica montada com o posicionador de alinhadores.

Figura 21 – Fôrma plástica.



Fonte: BASSETE, 2016.

2.3.3. Fôrmas metálicas

As fôrmas metálicas, segundo Corsini (2015), são formadas por chapas e quadros em aço ou alumínio e começaram a se difundir a partir da década de 1970, consolidando-se como o sistema mais empregado na execução de paredes de concreto moldadas in loco. Seu principal diferencial é a elevada vida útil, com possibilidade de reutilização entre 500 e 2.000 ciclos, além de exigir manutenção reduzida e permitir ciclos acelerados de concretagem.

Como contraponto, Nakamura (2007) destaca que seu custo inicial é superior ao dos demais sistemas e que sua menor flexibilidade impõe maior rigor na análise dos projetos e no planejamento executivo. Santos (2011) descreve que as fôrmas metálicas são fabricadas integralmente em aço e disponibilizadas em diversos tamanhos, o que facilita sua adequação às mais variadas situações de moldagem, como pilares, vigas, paredes curvas e estruturas de espessuras diferentes. A leveza dos painéis, especialmente quando produzidos em alumínio, contribui para a produtividade, permitindo sua movimentação por um único trabalhador.

A resistência às pressões de concretagem e o acabamento final de elevada qualidade são características essenciais dessas fôrmas (SANTOS, 2011). Corsini (2015) reforça que o número

elevado de reutilizações torna esse sistema especialmente vantajoso em obras de grande repetitividade.

A figura 22 mostra a fôrma metálica com o sistema de escoramento e fechamento interno.

Figura 22 – Fôrma metálica.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A elaboração deste trabalho fundamenta-se em uma revisão bibliográfica abrangente, com o propósito de reunir e sistematizar os principais conceitos relacionados à gestão da reutilização de fôrmas de alumínio no sistema construtivo de paredes de concreto moldadas in loco.

Essa etapa inclui a consulta a artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses e normas técnicas da ABNT, majoritariamente obtidos por meio de plataformas de pesquisa acadêmica reconhecidas.

Dessa forma, a pesquisa apresenta abordagem qualitativa, objetivo descritivo, natureza de pesquisa aplicada e procedimento documental (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

A partir das obras e referências selecionadas, foi possível desenvolver uma análise consistente sobre o funcionamento do sistema construtivo de paredes de concreto moldadas in loco, abordando seus princípios, características e aplicabilidade. Além disso, a revisão permitiu tratar dos sistemas de fundações comumente empregados nesse método construtivo, bem como dos sistemas de fôrmas.

4. SISTEMA CONSTRUTIVO COM FÔRMAS DE ALUMÍNIO

Nos tópicos a seguir, será apresentado um breve passo a passo das etapas construtivas do sistema de paredes de concreto armado moldado in loco, com a utilização de fôrmas de alumínio do tipo Forsa, amplamente empregada por uma empresa “A”, multinacional e com ampla experiência e reconhecimento na aplicação dessa tecnologia construtiva.

4.1. Processo construtivo

A empresa, originária em Belo Horizonte (1979), é reconhecida como uma das maiores construtoras e incorporadoras do Brasil e atua principalmente no segmento de habitação populacional. A empresa destaca-se pela forte presença no mercado imobiliário nacional, com empreendimentos executados em diversas cidades do país, utilizando amplamente o sistema de paredes de concreto moldado in loco.

No desenvolvimento de seus empreendimentos, a empresa executa seus empreendimentos em conformidade com os requisitos da ABNT NBR 15575:2013, que dispõe sobre o desempenho das edificações habitacionais, e pela ABNT NBR 16055:2022, que define os requisitos e procedimentos para o projeto de execução das edificações.

A seguir será apresentado uma sequência executiva do processo executivo com base no documento PES.045, documento interno da empresa, no qual serão demonstradas as etapas construtivas das paredes executadas com fôrmas de alumínio, sistema construtivo que constitui o principal foco deste trabalho.

As paredes estruturais são moldadas in loco com a realização do preenchimento dos vazios das fôrmas de alumínio com concreto, malhas e barras de aço. Com espessura variável de no mínimo 10 cm segundo a ABNT NBR 16055:2022, as fôrmas de alumínio apresentam módulos de 60 cm e travamentos verticais e horizontais em toda a sua modulação.

4.2. Locação das paredes

A locação das paredes deve seguir conforme projeto executivo ou estrutural, com respeito à folga de 5 cm das medidas em todo o perímetro quando empregado o modelo de fundação de radier para o atendimento da NBR 16055, e todas as suas instalações hidráulicas e elétricas posicionadas e conferidas.

Em seguida, deve-se garantir a impermeabilização do cintamento, com o nivelamento do contra piso e arranques de posicionamento alocados e conferidos, de forma que garanta o posicionamento das placas para que a parede sempre apoie sobre o eixo das cintas.

Com a conferência do posicionamento dos arranques, inicia-se a transferência dos eixos definidos no gabarito que será posteriormente realizado para a marcação das paredes com linha de algodão e pó xadrez, assim auxiliando na montagem das fôrmas.

Figura 23 – Pó xadrez.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 24 – Linha de algodão e pó xadrez.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Após a transferência dos eixos e marcação no radier ou na laje, são conferidos os esquadros e as medidas dos pontos das extremidades das paredes onde irão ser locadas as fôrmas, de maneira a garantir as medidas conforme o projeto.

Em seguida, são posicionados os distanciadores de parede (“Bolachão”) com o auxílio de uma pistola finca pino a gás para garantir o espaçamento internos entre as fôrmas metálicas

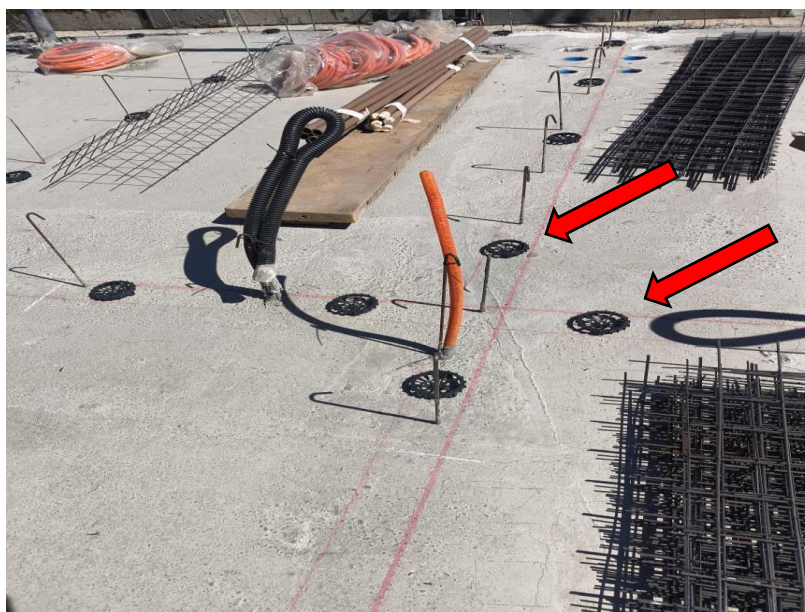
da parede, com um distanciamento máximo de um espaçador para o outro de 60 cm e respeitando o tamanho de acordo com a espessura da parede.

Figura 25 – Distanciadores de parede.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 26 – Distanciadores de parede posicionados.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 27 – Pistola finca pino a gás.



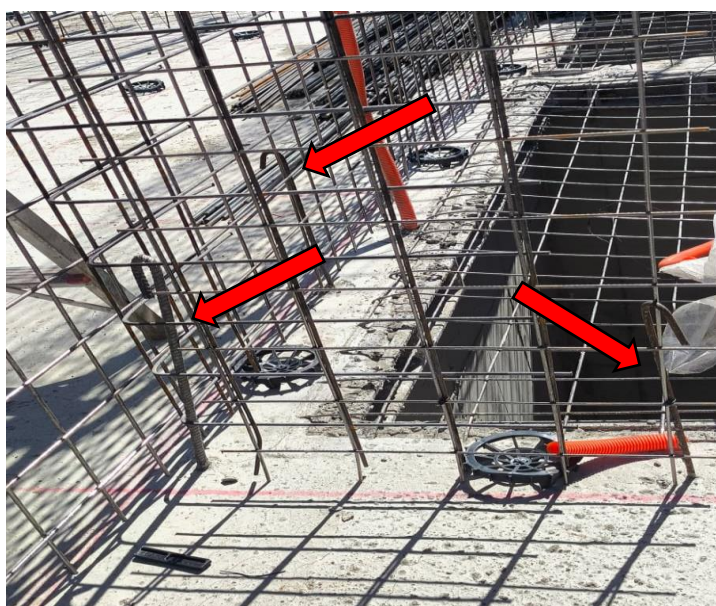
Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

4.3. Armação

As armações verticais das paredes de concreto são constituídas predominantemente por telas soldadas de aço com especificações conforme projeto executivo e estrutural, as quais são fixadas aos pontos de arranques estruturais das lajes inferiores descritas.

Com a execução da amarração das telas nos arranques, utiliza-se espaçadores de parede de maneira que garanta a centralização das telas dentro da fôrma e as mantenha no eixo durante e após o processo de concretagem, com um distanciamento máximo de 1 metro linear nos eixos x horizontal e y vertical e com no mínimo 3 espaçadores em ambos os eixos.

Figura 28 – Telas amarradas nos arranques.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 29 – espaçador de parede posicionado.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

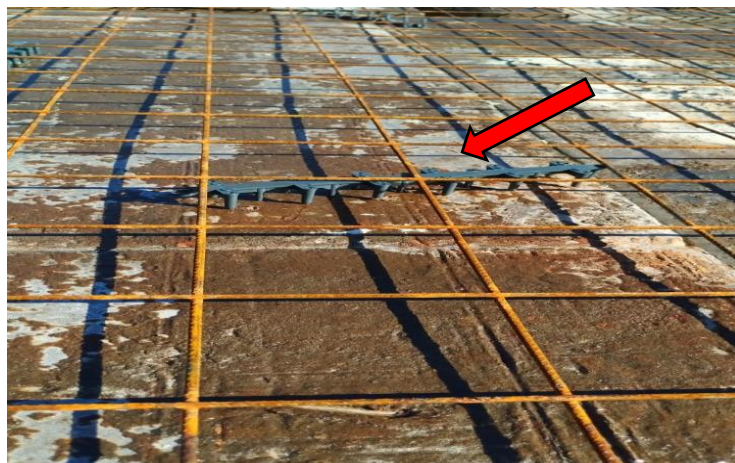
Figura 30 – Espaçador de parede.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Em relação às armações da laje, após a montagem da fôrma que será descrita no próximo passo executivo, são posicionadas as armaduras horizontais com amarrações nas armaduras verticais de modo que respeite os espaçamentos em relação a fôrma com o auxílio de espaçadores para a armadura positiva (“centopeia”) e de espaçadores para a armadura negativa (“castelinho”) que devem respeitar o espaçamento de 1 metro linear nos eixos x e y.

Figura 31 – Espaçador de armadura positiva (“Centopeia”).



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 32 – Espaçador de armadura negativa (“Castelinho”).



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 33 – Espaçadores posicionados na laje.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Nas armaduras verticais são utilizados reforços de verga e contravergas para evitar concentração de esforços nos vãos de janelas e portas com a utilização de barras em 45 graus nas extremidades onde são amarradas e posicionadas com um distanciamento de 3 cm.

Figura 34 – Reforços de verga e contraverga.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

4.4 Montagem das fôrmas

4.4.1. Desmoldante

Antes da montagem de cada ciclo de concretagem é necessária a aplicação de uma camada de desmoldante em cada placa da fôrma, na face interna e nas laterais com desmoldante validado pela executora do sistema de montagem das fôrmas, onde não pode ser aplicada em excesso o qual pode ocasionar má aderência do acabamento do concreto.

Em relação ao tipo de desmoldante, desmoldantes à base de água é recomendada a aplicação com pulverizadores, já em desmoldante à base de óleo vegetal é recomendada a aplicação com rolo ou pincel, sendo recomendado a não utilização de óleos de base mineral.

Figura 35 – Aplicação de desmoldante.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 36 – Desmoldante Vegetal.



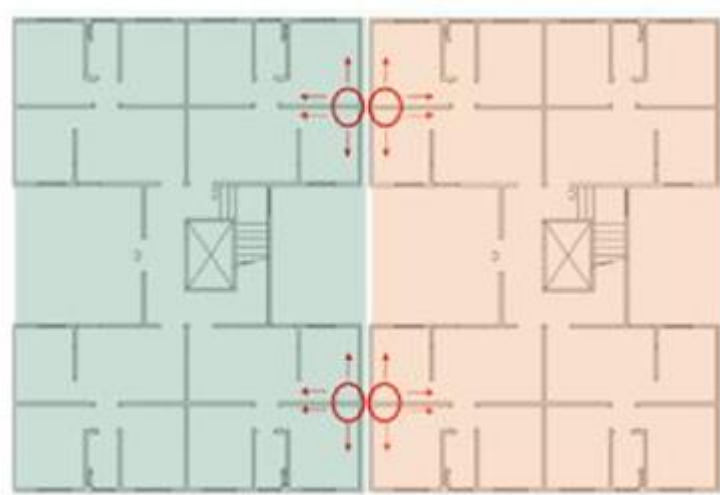
Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

4.4.2. Posicionamento das fôrmas

A montagem das fôrmas sempre deve ser iniciada pelos cantos das paredes, fixando sempre o encontro das duas paredes com uma placa de cada lado para a prevenção de quedas dos mesmos.

Com isso, a modulação é continuada conforme o projeto de montagem, onde o projeto de modulação deve seguir rigorosamente para garantir os vãos dos cômodos, instalação das escoras de nivelamento de lajes e demais acessórios de instalação e fixação das fôrmas.

Figura 37 – Pontos de início de montagem das fôrmas.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Após a finalização da modulação, para a próxima montagem, deve-se sempre respeitar o sequenciamento executivo, com respeito aos tempos de forma e desforma para a subida de pavimentos, assim, realizando montagem em “X”.

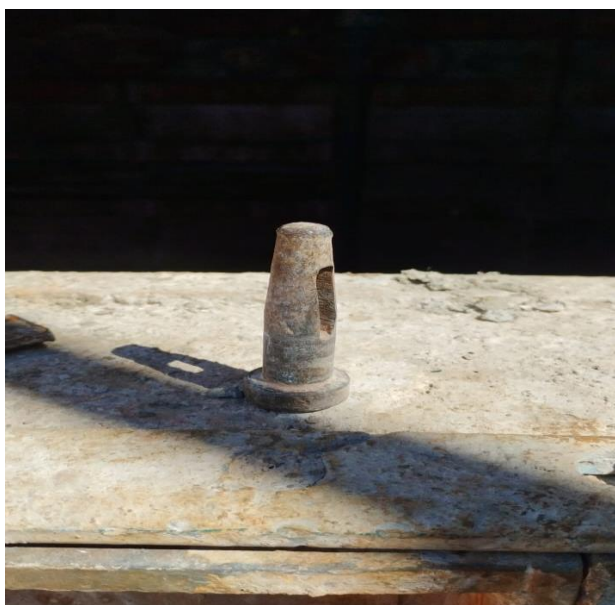
Figura 38 – Metodologia de montagem de fôrmas.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Em conjunto com a modulação, a união das peças da fôrma é realizada por meio de elementos de travamento horizontal, denominados “faquetas”; elementos de travamento vertical, representados pelos pinos; e elementos de fixação dos pinos, conhecidos como cunhas. Ressalta-se que deve ser respeitada a utilização de isomantas, a fim de facilitar a remoção das “faquetas”.

Figura 39 – Pino.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 40 – Cunha.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 41 – Isomanta.



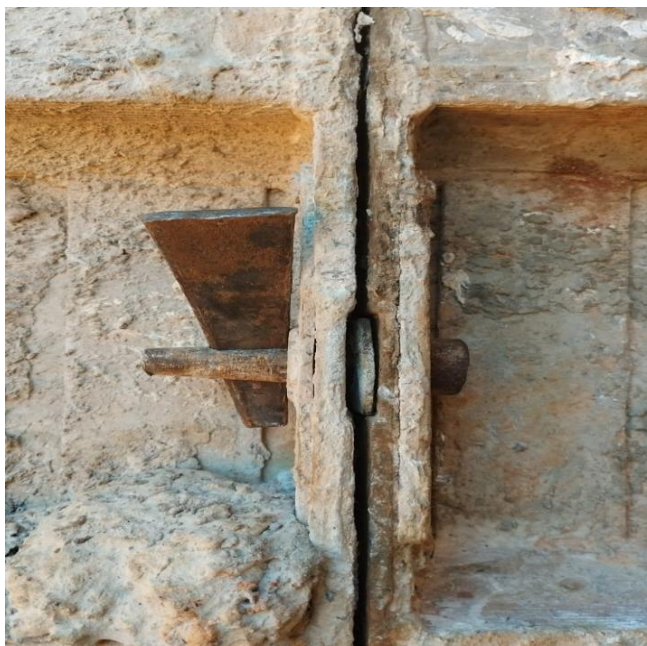
Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 42 – Faqueta.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 43 – Travamento por acessórios.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Com a modulação das paredes finalizada, dá-se início a montagem das fôrmas da laje de cada cômodo, as quais serão escoradas, conforme o projeto executivo. Os elementos de escoramento são posicionados em painéis de escoramento que permanecerão fixos até que o concreto atinja a resistência necessária para a retirada, sendo posteriormente conferido o nível com o uso de nível a laser.

Figura 44 – Escoramento de laje.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

As lajes de escoramento são posicionadas seguindo a orientação da equipe de projetos que irá ver a solicitação necessária para o devido posicionamento.

A próxima etapa executiva é a de travamento com alinhadores nas paredes internas e externas para garantir o alinhamento das paredes e assim evitando a abertura das mesmas durante o lançamento de concreto na concretagem. Os quais deverão ser retirados com ferramentas apropriadas para a não danificação do acessório de travamento e alinhamento.

Figura 45 – Alinhadores de Parede.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Com a garantia do alinhamento das placas pelos alinhadores, são instalados os esquadros e os extensores para garantir o enquadramento e os vãos de portal, sendo que, os extensores são acessórios travados com pinos e cunha de forma a garantir o vão de portas, e os esquadros são travados nos cantos dos cômodos de maneira a garantir um ângulo de 90° graus entre os encontros das paredes.

Figura 46 – Esquadro de fôrma.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 47 – Extensor de porta.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Após todos os acessórios de travamento e alinhamento posicionados e conferidos, é realizada uma “calafetação” em toda a base da fôrma, para evitar vazamento de nata de concreto devido a rebaixo ou ondulação do piso/laje, com uma “massa pobre”, EVA, Areia ou gesso de forma a não aderir à superfície da fôrma.

Figura 48 – Calafete no “pé” da fôrma



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

4.5. Concretagem

A concretagem inicia-se após a conferência e aprovação de todas as etapas de montagem das fôrmas pelos responsáveis técnicos, com o lançamento no encontro de 4 paredes com direção as áreas periféricas e com a garantia de todo o preenchimento da parte inferior da fôrma para a continuidade do lançamento.

4.6. Desforma

A desforma no sistema construtivo de paredes de concreto configura-se como uma etapa crítica do ciclo executivo, uma vez que está diretamente associada à integridade estrutural dos elementos moldados, à qualidade do acabamento superficial e à produtividade do processo construtivo. Sua execução deve respeitar critérios técnicos previamente estabelecidos, garantindo que o concreto apresente condições adequadas para a retirada das fôrmas sem comprometer seu desempenho.

De acordo com a NBR – 16055, a desforma somente deve ser iniciada após o concreto atingir resistência mínima à compressão de 3 MPa, ou conforme especificado em projeto estrutural. Esse parâmetro assegura que o elemento estrutural possua capacidade suficiente para suportar esforços próprios e eventuais solicitações decorrentes da retirada do sistema de fôrmas.

4.6.1. Diretrizes iniciais da desforma

A desforma deve ser conduzida de forma planejada e sequencial, iniciando-se pelos pontos que favorecem a liberação gradual do sistema, onde inicia-se pelos painéis localizados nos cantos dos cômodos (“painéis de saque”), utilizar ferramentas apropriadas para extração dos elementos, com utilização de “saca placas” demonstrados na figura 49, para evitar esforços excessivos ou impactos que possam comprometer os painéis. Essa abordagem reduz tensões localizadas e contribui para a preservação tanto das estruturas quanto dos equipamentos reutilizáveis.

Figura 49 – Saca placas.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Inicialmente, realiza-se a retirada dos elementos de fixação, como pinos e cunhas, que devem ser acondicionados em recipientes adequados, na sequência, são removidos os alinhadores e esquadros, sendo posicionados estrategicamente no ambiente para facilitar sua reutilização.

A retirada dos painéis deve ocorrer preferencialmente em formato “L”, apoiando-os em superfícies ainda não desformadas. Esse procedimento proporciona maior estabilidade operacional e reduz riscos de danos aos elementos estruturais, devem ser adotadas as seguintes práticas.

A desforma dos elementos horizontais, como lajes e tetos, deve seguir princípios similares, com atenção especial à organização do ambiente e à logística do canteiro, em que a retirada dos dispositivos de fixação, o posicionamento dos painéis de modo a não obstruir a circulação, transporte dos elementos para o próximo pavimento, deve garantir que a continuidade do ciclo construtivo respeite a sequência de montagem, iniciando-se pelos cantos e priorizando a instalação dos escoramentos antes das placas.

4.6.1 Controle de qualidade e inspeção após a desforma

É indispensável a realização de inspeção técnica das superfícies executadas. As paredes devem apresentar acabamento uniforme, sem falhas de concretagem ou exposição de armaduras.

Deve-se sempre observar a regularidade superficial, a ausência de segregação, a integridade estrutural, a conformidade geométrica. Caso sejam identificadas não conformidades, devem ser adotadas ações corretivas, como aplicação de proteção anticorrosiva em armaduras expostas e recomposição com graute estrutural.

4.7. Limpeza das Fôrmas

A limpeza das fôrmas é uma etapa fundamental para a manutenção da qualidade do sistema construtivo, influenciando diretamente o acabamento das superfícies de concreto, a durabilidade dos equipamentos e a eficiência do processo produtivo. Trata-se de uma atividade contínua, que deve ser executada de forma sistemática ao longo dos ciclos de concretagem.

Mesmo com a utilização de desmoldantes, é comum a aderência de resíduos de concreto às superfícies das fôrmas, o que torna indispensável a realização de procedimentos de limpeza adequados.

4.7.1. Procedimentos de limpeza

A limpeza deve ocorrer em diferentes etapas do processo construtivo, visando evitar acúmulo de resíduos e facilitar a manutenção dos equipamentos. Durante a concretagem deve ser realizado a lavagem com água sob pressão para evitar acúmulo de nata de cimento.

Após a desforma a remoção mecânica dos resíduos com espátulas e palha de aço de maneira a reduzindo esforço e evitando incrustações. Essas ações contribuem para a preservação das dimensões originais das fôrmas e melhoria do acabamento superficial.

4.7.2. Uso de produtos químicos

Quando a limpeza mecânica não for suficiente, pode-se utilizar produtos químicos específicos, desde que observadas condições rigorosas de segurança e controle, onde a utilização obrigatória na forma diluída e é proibido o uso de produtos concentrados com devido planejamento da aplicação conforme tempo de secagem.

O uso inadequado desses produtos pode gerar riscos à saúde e ao meio ambiente, em que a manipulação de produtos químicos exige o uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), e a limpeza das fôrmas deve ser conduzida com responsabilidade ambiental, evitando impactos negativos ao meio ambiente com a contenção de efluentes no local, destinação adequada por empresas especializadas, proibição de descarte em solo ou rede de drenagem, mesmo produtos considerados biodegradáveis podem causar danos se utilizados de forma inadequada.

Algum dos produtos químicos que são catalogados para a utilização da limpeza química são o Desengraxante Alcalino Hepta Clean RS, com indicação de diluição de 5:1, e o AGF Clean 2500, com indicação de diluição de 20:1, onde devem ser diluídos em ambientes impermeáveis e devem sobrepor toda a peça que será realizado a limpeza química, conforme observado na figura 50.

Figura 50 – Banho químico para limpeza da fôrma.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Figura 51 – Removedor de cimento.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

5. RESULTADOS DA REUTILIZAÇÃO DAS FÔRMAS

As etapas de desforma e a reutilização da fôrma são os estágios em que a conformidade geométrica, a integridade estrutural e a qualidade superficial do concreto são validadas frente aos requisitos da ABNT NBR 16055 e da norma de desempenho ABNT NBR 15575. Com isso, é visualizado o fluxo necessário para garantir que a transição entre a estrutura bruta e os acabamentos finais ocorra sem comprometer a vida útil projetada (VUP) do edifício.

5.1. Identificação de características da reutilização

Conforme as fôrmas são utilizadas no levantamento das edificações, observam-se várias patologias que demonstram a má reutilização, necessidade de manutenções e reparos ou a falta de realização das etapas executivas de montagem e levantamento dos painéis. Essas patologias são representadas com sintomas aparentes na estrutura que podem ser diagnosticadas imediatamente ou até 72 horas após o processo de desforma.

Com a realização do diagnostico, pode ser classificado como patologias críticas, ao qual deve ser realizado por profissionais técnicos especializados, e não críticas, ao qual possuem seus tratamentos com respectivas tolerâncias para o cumprimento mínimos exigidos pela NBR 16055 e NBR 15575.

5.1.1. “Dentes” devido ao desaprumo entre pavimentos

O desaprumo entre pavimentos é identificado quando as paredes de um pavimento ficam deslocadas em relação ao pavimento anterior, conforme a figura 52, que podem ser de maneira

vertical quanto horizontal. Esse desalinhamento demonstra que a parede está fora de prumo e pode ser ocasionado pelo desnivelamento devido ao uso/instalação não executada de maneira correta ou grande volume de utilização.

Conforme os requisitos da NBR 16055 e as indicações da documentação PES, a tolerância para esse tipo de patologia é de 0,5 cm, em casos superiores, é realizado estudo de casos para possíveis tratamentos ou reforços.

Figura 52 – “dentes” entre pavimentos.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

5.1.2. “Buchos”

São deformações superficiais, ao qual demonstram uma redução ou aumento nas dimensões dos elementos estruturais em que podem afetar diretamente a exposição das armaduras e também a função estruturas das paredes como um todo e são caracterizadas como ondulações ou imperfeições no alinhamento das paredes.

As causas que podem ser apontadas para esse tipo de patologia são:

- mal nivelamento das placas da fôrma devido ao mal uso ou ausência de manutenção;
- o grande ciclo de reutilização das placas;

- a não execução correta das etapas executivas devido a não utilização de acessórios de travamento e alinhamento.

Figura 53 – “Bucho”.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

5.1.3. Falta de esquadro em encontro de paredes

É caracterizada pela não formação de ângulo de 90° entre o encontro de paredes que se resulta em um não reenquadramento adequado das medidas do cômodo analisado, ao qual pode interferir diretamente na função de distribuição de tensões e nas dimensões dos vão requisitados em projeto.

As causas que podem ser apontadas para esse tipo de patologia são:

- a falta de utilização de acessórios de reenquadramento da fôrma, como os esquadros;
- a falta de travamento adequado com o uso de pinos e cunha nos painéis de canto;
- a deformação das placas devido a não utilização de saca placas, que pode causar a danificação de placas de canto de encontro das paredes.

Figura 54 – Conferência de esquadro.



Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

5.2. Tratamentos para patologias apresentadas

5.2.1. Tratamento para paredes desniveladas

Tratamento superficial para paredes internas desniveladas que irão receber revestimento cerâmico:

Tabela 1 – Tratamento com revestimento cerâmico.

Patologia	Desnível	Tratamento
"Buchos"	< 0,5 cm	regularização com argamassa do revestimento cerâmico
	0,5 - 1,0 cm	regularização previa com argamassa de assentamento
	> 1,0 cm	realizar regularização previa com argamassa usinada ou de reboco pronta

Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Tratamento superficial para paredes internas desniveladas que não irão receber revestimento cerâmico:

Tabela 2 – Tratamento sem revestimento cerâmico.

Patologia	Desnível	Tratamento
"Buchos"	< 0,3 cm	sem necessidade de tratamento
	0,3 - 1,0 cm	realizar tratamento prévio de regularização com AC - III
	> 1,0 cm	realizar regularização previa com argamassa usinada ou de reboco pronta

Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Tratamento superficial para paredes internas desniveladas com massa PVA / Gesso:

Tabela 3 – Tratamento com massa PVA.

Patologia	Desnível	Tratamento
"Buchos"	< 1,0 cm	realizar a regularização com a massa PVA

Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Obs: A recomendação para esse tipo de tratamento é uma regularização previa para posteriormente regularizar com massa PVA ou Gesso.

Tratamento superficial para paredes externas desniveladas:

Tabela 4 – Tratamento de desaprumo.

Patologia	Desnível	Tratamento
Desaprumo	< 5,0 cm	escarificação e preenchimento com argamassa AC- III

Fonte: elaboração própria com base em dados da pesquisa (2026).

Conforme apresentado nas tabelas 1,2,3 e 4, os tratamentos das patologias apresentadas são tratados e classificados conforme a diferença do desnível entre outra parede de referencia considerada com não presença de deformação ou deslocamento.

6. CONCLUSÃO

O sistema construtivo de paredes de concreto moldadas in loco consolidou-se como um importante alternativo para a construção civil contemporânea, especialmente em empreendimentos habitacionais de larga escala, devido à sua elevada produtividade, racionalização executiva, padronização e redução de desperdícios. Conforme abordado ao longo deste trabalho, a industrialização dos processos construtivos vem promovendo mudanças significativas no setor, exigindo métodos mais eficientes, sustentáveis e alinhados às exigências normativas e de desempenho estabelecidas pelas normas técnicas vigentes, com destaque para a ABNT NBR 16055:2022 e a ABNT NBR 15575:2013.

A revisão bibliográfica permitiu compreender o funcionamento do sistema construtivo em paredes de concreto moldadas in loco, evidenciando suas principais etapas executivas, desde as fundações, armações, instalações embutidas, fechamento das fôrmas, concretagem e desforma, até os procedimentos de controle de qualidade e manutenção do sistema. Observou-se que o desempenho estrutural, a durabilidade e a qualidade final das edificações estão diretamente relacionados ao correto planejamento, à compatibilização dos projetos e à execução rigorosa das etapas construtivas.

No que se refere às fôrmas utilizadas no sistema, verificou-se que existem diferentes alternativas de materiais, como madeira, plástico e metálicas, cada uma com características específicas de desempenho, custo, reutilização e aplicabilidade. Entretanto, as fôrmas metálicas de alumínio destacam-se como a solução mais eficiente para obras com alta repetitividade, em razão da elevada durabilidade, possibilidade de reutilização em inúmeros ciclos, redução de manutenção e maior produtividade executiva. Apesar do elevado custo inicial, o sistema torna-se economicamente viável à medida que ocorre o aumento do número de reutilizações, fator diretamente associado à correta gestão operacional e às práticas de conservação adotadas durante os ciclos de utilização.

A análise do processo construtivo executado com fôrmas de alumínio demonstrou que a eficiência do sistema depende diretamente do cumprimento rigoroso dos procedimentos técnicos de montagem, travamento, alinhamento, concretagem, desforma e limpeza das peças. O estudo evidenciou que elementos como alinhadores, esquadros, extensores, espaçadores e

acessórios de travamento possuem papel fundamental na garantia do desempenho geométrico e estrutural das paredes. Além disso, verificou-se que a aplicação correta de desmoldantes, a realização adequada da limpeza das placas e o armazenamento apropriado dos componentes contribuem significativamente para o aumento da vida útil das fôrmas podendo auxiliar na reutilização de 2000 mil vezes e para a preservação da qualidade superficial do concreto.

Os resultados apresentados permitiram identificar que a reutilização inadequada das fôrmas pode ocasionar patologias relevantes, como desaprumos entre pavimentos (“dentes”), deformações superficiais (“buchos”) e perda de esquadro nos encontros das paredes. Tais manifestações estão associadas, principalmente, à ausência de manutenção preventiva, ao desgaste excessivo das peças, à má execução das etapas construtivas e à utilização incorreta dos acessórios de alinhamento e travamento, com isso deve-se ser tratado na etapa da montagem para a extinção dessas patologias e garantindo a uniformidade e característica física da edificação. Essas falhas comprometem não apenas a qualidade estética da edificação, mas também o desempenho estrutural, a conformidade geométrica e a durabilidade do sistema construtivo.

Além disso, constatou-se que a identificação precoce das patologias e a adoção de tratamentos corretivos adequados são essenciais para assegurar o atendimento aos requisitos mínimos estabelecidos pelas normas técnicas. Os procedimentos de regularização superficial, correção de desaprumos e recomposição das superfícies demonstram que o controle tecnológico e a inspeção pós-desforma são etapas indispensáveis para garantir a qualidade final da edificação e preservar a vida útil projetada da estrutura.

Dessa forma, conclui-se que a reutilização das fôrmas de alumínio no sistema construtivo de paredes de concreto moldadas in loco apresenta elevada relevância técnica, econômica e sustentável para a construção civil. Entretanto, para que os benefícios do sistema sejam plenamente alcançados, é indispensável a adoção de práticas eficientes de gestão, manutenção, limpeza, inspeção e controle de qualidade das fôrmas ao longo de seus ciclos de reutilização. Assim, a correta administração do sistema não apenas amplia a durabilidade dos equipamentos e reduz custos operacionais, mas também contribui diretamente para o desempenho, segurança, produtividade e qualidade das edificações executadas por esse método construtivo.

7. REFERÊNCIAS

ABNT NBR 16055:2022. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Paredes de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos.

ABNT NBR 15696:2009. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Fôrmas e escoramento para estruturas de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos.

ABNT NBR 6122:2022. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto e execução de fundações.

ABNT NBR 6118:2026. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto de estruturas de concreto.

IBRACON. SISTEMAS CONSTRUTIVOS PAREDES DE CONCRETO, ALVENARIA ESTRUTURAL E PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO. – São Paulo, SP: IBRACON, 2018. Acessado em: 21 de novembro de 2025.

Quais são as fôrmas para paredes de concreto mais usadas? Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/formas-para-paredes-de-concreto>. Acesso em 19 de novembro de 2025.

Corsini, Rodinei. **Paredes normatizadas.** – São Paulo, SP: Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem, 2015. Acessado em 22 de novembro de 2025.

Fôrmas plásticas para paredes de concreto: solução para a construção civil. Disponível em: <https://www.brasilengenharia.com/portal/noticias/destaque/7583-formas-plasticas-paraparede-sde-concreto-solucao-para-a-construcao-civil>. Acesso em 18 de novembro de 2025.

ABCP. Métodos construtivos ampliam capacidade do setor. – São Paulo, SP: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2011. Acessado em: 21 de novembro de 2025.

ABCP. **Paredes de concreto: coletânea de ativos 2007/2008.** – São Paulo, SP: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2008. Acessado em: 23 de novembro de 2025.

CBIC. **Desempenho da construção civil e perspectivas.** – São Paulo, SP :Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2025. Acessado em: 21 de novembro de 2025.

CBIC. **Desempenho de edificações habitacionais guia orientado para atendimento à norma ABNT NBR 15.575:2013.** – São Paulo, SP :Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2013. Acessado em: 21 de novembro de 2025.

MISURELLI, Hugo; MASSUDA, Clovis. **Como construir Paredes de Concreto. Revista Técnica, Edição 147.** – São Paulo, SP, 2009. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/539619277/COMO-CONSTRUIR-Paredes-de-concreto>. Acessado em 22 de novembro de 2025.

DA SILVA, Fernando Benigno. **Paredes de concreto armado moldadas in loco. Revista Técnica, Edição 167.** – São Paulo, SP, 2011. Disponível em: <https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-tiradentes/engenharia-civil/revistatechne-paredeconcretomoldadasinloco>. Acessado em 22 de novembro de 2025.

SANTOS, Vinícius Farias. **Paredes de concreto com fôrmas metálicas. Revista Técnica, Edição 169.** – São Paulo, SP, 2011. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/356756190/techne-edicao-169-19-04-2011>. Acessado em 22 de novembro de 2025.

BASSETTE, Rudinei José. **Sistema de fôrmas plásticas modulares para paredes de concreto. Revista Técnica 234.** – São Paulo, SP, 2016. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/915044052/Techne-234> Acessado em 24 de novembro de 2025.

NAKAMURA, J. **Escolha de fôrmas para paredes de concreto deve considerar critérios técnicos e econômicos. Revista Técnica 202.** – São Paulo, SP, 2014. Disponível em: <https://revistatechne.com.br/edicao/202/>. Acessado em 22 de novembro de 2025.

TEIXEIRA, R. S e VILAR, Orêncio Monje. **Resistencia ao cisalhamento de um solo compactado não saturado**. – Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1997. Acesso em: 24 de novembro de 2025.

CARDOSO, ADAUTO; ARAGÃO, THÊMIS. **Reestruturação do setor imobiliário e o papel do programa minha casa minha vida**. Estado e capital imobiliário: convergências na produção do espaço urbano. – Belo Horizonte, MG, 2012. Disponível em: <https://habitacao.observatoriodasmetropoles.net.br/wp-content/uploads/2020/03/Reestrutura%C3%A7%C3%A3o-do-setor-imobili%C3%A1rio-e-o-papel-do-PMCMV.pdf>. Acessado em: 03 de dezembro de 2025.

ANAUATE, MILTON. **Programa Minha Casa Minha Vida e Paredes de Concreto. Resvista Concreto Armado em Notícia**. – São Paulo, SP, 2013. Disponível em: <https://www.abesc.org.br/assets/files/DOWNLOADS/tecnologiaconcretoarmado.pdf>. Acessado em: 03 de dezembro de 2025.