



ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DA FORMA DE ALUMÍNIO PARA HABITAÇÃO DE INTERESSES SOCIAIS

SANTOS, Dianslley Bruno Alves

Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA (diansleybruno@gmail.com)

FONTES, Gabriel Alexandre Neto

Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA (gabriel-fontes@hotmail.com)

TINOCO FILHO, Gleiton Ribeiro

Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA (gleitonribeirotinocofilho@hotmail.com)

ROSA, Luís Felipe Siqueira

Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA (luisfelipesrosa@hotmail.com)

DUTRA E SILVA, Anderson

*Professor Mestre, Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo, UniEVANGÉLICA
(dimdutra74@gmail.com)*

RESUMO

Tendo em vista as necessidades que o perfil atual do mundo exige mesmo que indiretamente das diversas áreas da sociedade, o sistema construtivo parede de concreto surge como uma opção amplamente viável para a resolução positiva de questões como eficiência, economia e racionalidade. Como as habitações sociais normalmente seguem um determinado padrão estrutural e arquitetônico em planta de projeto, a utilização das fôrmas metálicas a partir da adoção desse método construtivo se torna uma opção interessante pensando de fôrmas de alumínio e simulando o custo benefício da construção de edifícios residenciais de baixa renda com paredes de concreto. O presente trabalho, principalmente na questão de viabilidade, tem como objetivo analisar os procedimentos construtivos de um edifício habitacional de médio porte, observando o desempenho da mão de obra a partir da utilização de fôrmas metálicas. Foi possível verificar que, a partir de quatro torres, o valor da aquisição das fôrmas se torna viável, tendo uma relação de menor custo quanto maior o número de repetições.

PALAVRAS-CHAVE: Parede de Concreto. Forma de Alumínio. Habitação Popular. Viabilidade.

1 INTRODUÇÃO

Devido aos avanços tecnológicos ocorridos nas últimas décadas em diversos setores, a construção civil acaba sendo impactada. Mediante a necessidade de acompanhar a industrialização, muitos métodos convencionais da construção estão ficando em desuso por não suprirem as necessidades de inovação do mercado, tais como: obras habitacionais, comerciais, industriais e sociais (SIENGE, 2019).

O termo “eficiência” resume o que o ramo da construção civil necessita para satisfazer tanto quem constrói quanto quem usufrui do produto final, por meio da maximização da produção, implementação de novas tecnologias e qualidade do serviço ofertado. Visando essas políticas produtivas, o método construtivo parede de concreto, através da utilização da forma de alumínio moldada *in loco*, racionaliza a construção e oferece escala, reduz o desperdício e o tempo de obra, podendo ser uma boa estratégia para suprir o déficit habitacional (REVISTA ESTADO DE MINAS, 2015).

Recentemente, ocorreu a transição do programa Minha Casa Minha Vida, para o Minha Casa Verde e Amarela. Afinal, é necessário entender o caminho percorrido para tal evolução entre o passar dos anos e o que levou a mudança dentro dos aspectos de construção civil e ao mesmo tempo correlacionado com as especificidades da sociedade brasileira. Este estudo aborda as questões que envolvem a conjuntura de ambos os apontamentos, além de entender como o método construtivo estudado pode atender às necessidades dos programas sociais (TUON, 2020).

O acesso do ser humano à habitação é previsto na Declaração Universal dos Direitos Humanos, assim como na Constituição Brasileira, sendo um direito básico para garantir dignidade, conforto e segurança para o cidadão. Visando suprir a necessidade existente habitacional, o governo brasileiro no ano de 2009, criou o programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), no qual o programa subsidiava a aquisição do imóvel para as famílias de baixa renda, porém com juros inferiores aos que são oferecidos no mercado imobiliário. Posteriormente no ano de 2020, o governo federal modificou o programa MCMV para o Casa Verde e Amarela, facilitando ainda mais a aquisição do imóvel por meio da diminuição das taxas de juros (DOU, 2021).

A escalabilidade produtiva do método construtivo parede de concreto armado garante a repetição da execução do serviço e facilita o dia a dia na obra, por conseguir prever diversos acontecimentos durante o período construtivo do empreendimento. Diferente de alguns sistemas, como por exemplo a alvenaria estrutural, pressupõe-se que o esforço manual da mão de obra seja menor, o que poderia reduzir o tempo de execução dos serviços. Neste artigo, tem-se como finalidade o estudo em aspecto geral da utilização da fôrma de alumínio para habitações populares, visando a maximização produtiva com baixo custo, e a partir de que momento a utilização desse método é compensatória.

2 HABITAÇÃO POPULAR

A priori, é importante ressaltar que o acesso a moradia é um direito social configurado e resguardado por lei. No artigo 6º da Constituição Federal cita-se: "São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição" (BRASIL, 1988).

No panorama de tal contexto e compreendendo a gravidade do déficit habitacional que o país enfrenta desde a abolição da escravidão, que não ofereceu nenhum tipo de apoio aos negros recém

libertos e, automaticamente, foram obrigados a viver a margem da sociedade e construir moradias com baixa infraestrutura afastadas das cidades, o que conseqüentemente ocasionou no surgimento daquilo que atualmente denominam-se favelas ou comunidades.

O princípio que regia o PMCMV era ser, um programa habitacional do Governo Federal, que oferecesse as famílias que se encontram nas camadas mais baixas da população, o financiamento de sua residência de modo a não comprometer seu orçamento mensal e, conseqüentemente, a estabilidade financeira. Preliminarmente, o Programa se reduzia a famílias que possuíssem uma renda de R\$ 1.800,00. Contudo, o PMCMV recebeu uma alteração em 2017 onde, passou a ter 4 faixas financeiras que ampliaram os âmbitos econômicos e concedeu a abertura para uma maior demanda de procura por compras residenciais (TUON, 2020).

Continuamente, as 4 faixas financeiras oferecidas pelo Governo Federal através do Programa são os limites financeiros que a família deve possuir para ter direito ao benefício. São elas, segundo o edital do programa (Tabela 1):

Tabela 1: Renda máxima familiar.

Faixa	Renda familiar máxima
1	R\$ 1.800
1,5	R\$ 2.600
2	R\$ 4.000
3	R\$ 9.000

Fonte: SOUZA, 2017.

Dessa forma, entende-se que o PMCMV possuía inúmeras vantagens para diversas áreas da sociedade. No setor da Engenharia Civil, ele foi um condutor de alta magnitude em decorrência da alta injeção econômica que as construções civis aplicaram nesse espaço. Para as camadas das populações que desejavam adquirir o imóvel, através do financiamento e oferecia benefícios para que o mesmo fosse adquirido tais como:

I. **Taxas e Juros menores:** No pensamento de que o público-alvo carece de poderio financeiro, os juros eram consideravelmente menores que a de demais compras de moradias. Enquanto os demais modelos tinham uma média de juros de 10%, os custos do Governo Federal iam de 5% a 8,66%.

II. **Subsídio:** O subsídio é um auxílio oferecido pelo governo às famílias que possuíam menor poder aquisitivo, no qual uma parte do valor do imóvel era paga sem necessidade de reembolso. Esse benefício podia cobrir até 90% do custo total do bem.

III. **FGTS:** O MCMV permitia que fosse utilizado o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) onde o mesmo podia ser usado como pagamento de forma direta ou amortizando parte do seu saldo para quitação do débito (TUON, 2020).

No que diz respeito às relações públicas, a política brasileira interfere de modo direto na vida dos cidadãos brasileiros. Em caráter de maior compreensão da situação política e sua influência no PMCMV é de grande necessidade para a manutenção de políticas públicas de habitação.

Através da lei de número 14.118/21 foi consolidada a criação do Programa Casa Verde e Amarela (PCVA), programa habitacional que substituiu o PMCMV. A partir de então, o novo programa passou a ser o responsável pela elaboração de políticas públicas habitacionais, trazendo uma série de mudanças ao ser comparado ao programa anterior. Uma grande mudança para o setor da engenharia civil foi que, além de oferecer a construtora a possibilidade de construir um imóvel totalmente novo, agora também permite que seja realizado uma reforma em um espaço antigo e que já é utilizado (ANDRADE, 2021).

Outra novidade para os compradores é que a partir do novo programa, o financiamento poderá ser realizado a partir da regularização fundiária, ou seja, do registro de imóveis sem documentação, além de utilizar o FGTS como forma de entrada para os interessados (ANDRADE, 2021). Ainda, o programa também reduz em 0,5% o percentual da taxa de financiamento cobrada de

famílias de baixa renda do norte e do nordeste do país. A segmentação relacionada às faixas que estabeleciam os valores máximos que as famílias deviam ter para financiarem um imóvel também mudaram. Agora são três faixas na área urbana (Tabela 2) e três faixas na área rural (Tabela 3).

Tabela 2: Área urbana

Faixa	Renda familiar máxima
1	R\$ 2.000
2	R\$ 2.000 à R\$ 4.000
3	R\$ 4.000 à R\$ 7.000

Fonte: TUON, 2020.

Tabela 3: Área Rural

Faixa	Renda familiar máxima
1	R\$ 24.000
2	R\$ 24.000 à R\$ 48.000
3	R\$ 48.000 à R\$ 84.000

Fonte: TUON, 2020.

A atual gestão administrativa tem como intuito retomar obras paradas e regularizar imóveis de famílias de baixa renda, o que conseqüentemente, abre inúmeras possibilidades de serviços a serem prestados pela comunidade de construção civil. Uma vez que, os contratos foram mantidos e apenas sofreram mudanças específicas nos contratos.

Destarte, entende-se que as mudanças realizadas pelo Presidente da República Federativa do Brasil implicam em todos os âmbitos que se envolvem e se correlacionam com os programas habitacionais. Conforme tais implementações, conclui-se que o objetivo primordial em diminuir o déficit habitacional dos cidadãos brasileiros está mantido e a prática do artigo 6º da Constituição Federal que resguarda os direitos sociais tem de ser trabalhado afincamente para que todos os cidadãos tenham seus direitos conforme previsto na Lei.

3 MÉTODO CONSTRUTIVO PAREDE DE CONCRETO

O sistema construtivo de paredes de concreto tem sua definição na norma vigente ABNT NBR 16055:2012 (parede de concreto moldada no local para a construção de edificações - requisitos e procedimentos) como: “elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capaz de suportar carga no mesmo plano da parede”. Este sistema proporciona uma maior velocidade na construção, reduzindo o prazo de entrega das habitações. Além de ser um método mais limpo e com um menor número de desperdícios. Possibilita uma estrutura mais leve em comparação ao método de alvenaria convencional, reduzindo gastos na fundação (ABNT, 2012).

Morquecho (2016) diz sobre a devida importância e atenção dos projetistas a trabalharem juntos para se terem uma compatibilização de projetos com maior exatidão, observando atentamente os casos de interferências entre sistemas e visando sempre a rápida execução. A parede de concreto moldada *in loco*, por mais que tenha tido a entrada da sua respectiva norma em vigor na década passada, não é um fato que pode ser considerado novo, já que era praticado desde as décadas de 1970 e 1980 em outras regiões do mundo.

No Brasil, a primeira vez que se utilizou o sistema construtivo parede de concreto foi na cidade de Santa Luzia-MG, no ano de 1979. Naquela época, a obra foi realizada por meio da Companhia da Habitação (COAHAB-MG), na execução de 46 unidades no Conjunto Habitacional Carreira Comprida (SOUSA; ÁVILA, 2014). Nessa primeira construção em específico, foram utilizadas fôrmas metálicas (alumínio) e concreto celular. Desta forma, o peso final acabado foi menor

do que comparado a alvenaria convencional e o interessante é que, usufruindo desse sistema não se tornou necessário a quebra das paredes para instalações elétricas e hidrossanitárias, obteve-se um custo menor e maior agilidade nessa etapa da obra (SACHT, 2008).

Por mais que esse sistema construtivo seja utilizado desde o final da década de 1970 no Brasil, a norma (ABNT NBR 16055:2012) que permite o dimensionamento e execução, está em vigor desde o dia 10 de maio de 2012 (SOUSA; ÁVILA, 2014). Ela interage diretamente com a ABNT NBR 6118 (Projeto de estruturas de concreto – Procedimento) e com a ABNT NBR 16868 (Alvenaria Estrutural).

Essa norma está em processo de revisão por ter que se adequar a Norma de Desempenho (ABNT NBR 15575) e com o objetivo também de definir parâmetros tecnológicos que possam atender edifícios altos. No Brasil, a partir de 2015, começaram a proliferar edificações com paredes de concreto que ultrapassavam os 20 pavimentos, como em Ipatinga-MG, onde foi construído o Iguazu Nobre, que possui 25 andares e 73 metros de altura (FONTE, ANO).

Sendo assim, a tendência é de se encontrar cada vez mais, construções que sigam esse modelo, como por exemplo em Governador Valadares-MG, está em execução o Ibituruna Tower, que possuirá 28 pavimentos e 83 metros de altura e na cidade de Balneário Camboriú-SC, foi projetado o Aurora Exclusive Home que terá 50 pavimentos e 160 metros de altura.

3.1 Forma de execução

Zúñiga, Santos e Silva (2017) citam que o sistema construtivo de parede de concreto tem como principal característica a moldagem *in loco* dos elementos estruturais e de vedação. A moldagem das paredes e lajes podem ser moldadas de duas formas, quando são executadas simultaneamente, pelo sistema construtivo tipo túnel ou pelo sistema tipo parede em que são moldadas de forma alternadas.

Conforme a NBR 16055 (ABNT, 2012. p.3-4), neste sistema de construção existe algumas generalidades. Todas as paredes de cada ciclo construtivo de uma edificação são moldadas em uma única etapa de concretagem, permitindo que, após a desforma, as paredes já contenham, em seu interior, vãos para portas e janelas, tubulações ou eletrodutos de pequeno porte, elementos de fixação para coberturas e outros elementos específicos quando for o caso. Também é evidenciado que as tubulações com diâmetros maiores não são embutidas, mas sim alojadas em *shafts* nas aberturas deixadas nas paredes.

3.2 Fundação

A escolha do tipo de fundação depende da localização do empreendimento, do clima e solo da região, sendo importante considerar determinadas particularidades como: a segurança, a estabilidade e a durabilidade. É primordial a obra ser executada com um nivelamento rigoroso para não interferir negativamente nas etapas futuras da construção. Por ser o mais comum, no caso de escolha pelo radier, deve-se ser construído com espaço excedente em relação à espessura dos painéis externos da fôrma para permitir o apoio e facilitar sua própria montagem (MISSURELLI; MASSUDA, 2009).

Não existem restrições quanto ao tipo de fundação a ser adotado. 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 (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2014). Mesmo não sendo a mais adotada nas obras de Parede de Concreto, a estaca tipo hélice (Figura 1) é uma das opções possíveis para a execução desse método construtivo.

Figura 1: Perfuração das estacas tipo hélice contínua.



Fonte: Autores, 2022.

3.3 Montagem das armaduras

Conforme a Comunidade da Construção (2014) nesse método executivo de parede de concreto as armaduras têm três requisitos básicos: resistir a esforços de flexo-torção nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações de elétrica, hidráulica e gás. A sua montagem deve-se iniciar pela armadura principal, em tela soldada (Figura 2). Em seguida, deve-se acrescentar as armaduras de reforços, ancoragens de cantos e cintas. Pode-se agilizar a montagem das armaduras, cortando previamente os locais onde serão posicionadas as esquadrias de portas e janelas, caso o projeto não preveja este procedimento.

Por fim, devem ser colocados os espaçadores plásticos, que são imprescindíveis para garantir o posicionamento das telas e a geometria dos painéis em obediência ao projeto, especialmente alinhamentos e espessuras de paredes.

A armação mais utilizada é a tela eletrosoldada que é posicionada no eixo vertical da parede. Em edifícios mais altos, as paredes necessitam receber duas camadas de telas soldadas, posicionadas verticalmente e reforços verticais nas extremidades das paredes (MISSURELLI; MASSUDA, 2009).

Figura 2: Montagem das telas e reforços das paredes.



Fonte: Autores, 2022.

3.4 Instalações elétricas e hidráulicas

As instalações elétricas basicamente são fixadas junto às telas (Figura 3) e ficam embutidas na parede após a concretagem para evitar o deslocamento quando o concreto for lançado dentro das fôrmas. Para instalações hidráulicas, a NBR 16055 (ABNT, 2012) estabelece critérios específicos a serem seguidos, como o diâmetro máximo da tubulação deve ser 50 mm, não podendo ser utilizados tubos metálicos em contato com a armadura, os quais são suscetíveis à corrosão.

É possível, caso seja escolhido a utilização de produtos próprios para a parede de concreto que possuem como característica tampas removíveis. A utilização de *kits* hidráulicos (tubulações previamente montadas) podem aumentar a produtividade mas por outro lado, exigem testes antes da instalação (BORGES, 2011).

Figura 3: Eletrodutos e caixas de passagem fixados nas telas.



Fonte: Autores, 2022.

3.5 Montagem das fôrmas

Para que o processo de montagem da fôrma (Figura 4) seja executado de maneira correta, os profissionais são devidamente treinados por uma equipe especializada. Visto que as fôrmas têm uma sequência de montagem e são todas numeradas, devem ser todas travadas com auxílio de gravatas, pinos e cunhas, escoradas e alinhadas, fazendo com que este processo não tenha tolerância para erros na execução. Antes que as peças se encaixem, é utilizado desmoldante para facilitar a desforma e a reutilização. As fôrmas são basicamente estruturas consideradas provisórias com o objetivo de moldar o concreto fresco que será utilizado na obra. Elas precisam resistir a todas as pressões durante o lançamento do concreto até que se tenha alcançado determinada resistência que seja suficiente para a execução do processo de desforma (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2014).

Figura 4: Montagem das fôrmas de alumínio.



Fonte: Autores, 2022.

Os principais tipos de fôrmas para execução de parede de concreto são as fôrmas de alumínio, fôrmas metálicas com compensados e fôrmas plásticas. Cada tipo tem suas vantagens e desvantagens que devem ser analisadas antes da sua execução. As fôrmas de alumínio utilizam quadros e chapas de alumínio (Figura 5), tanto no quesito de estruturação dos painéis, como no acabamento à peça concretada. Sua maior vantagem é permitir que a concretagem das paredes e das lajes sejam feitas em uma única etapa, de maneira conjunta, agilizando consideravelmente o processo construtivo adotado (CICHINELLI, 2010).

Figura 5: Demonstração de um conjunto de fôrma de alumínio 100% montada.



Fonte: Autores, 2022.

As fôrmas metálicas com compensados são compostas por quadros em peças metálicas que podem ser de aço ou alumínio, utilizando chapas de madeira compensada (Figura 6) ou determinado material sintético com o objetivo de dar acabamento ideal na peça concretada (ABCP, 2009).

Figura 6: Fôrma metálica com chapas de madeira compensada.



Fonte: Comunidade da Construção, 2014.

As fôrmas plásticas (Figura 7) são compostas por módulos intercambiáveis com tamanhos variáveis e com encaixes do tipo macho e fêmea. Uma das principais vantagens desse tipo de fôrma é a leveza juntamente com a facilidade de manusear os painéis, podendo se adaptar as exigências de projeto (CICHINELLI, 2010).

Figura 7: Fôrma de PVC.



Fonte: Portal Virtuhab, 2022

3.6 Concretagem

Conforme cita a ABNT NBR16055 (2012), o concreto destinado às estruturas de parede autoportantes pode ser preparado pelo executante da obra ou por empresa de serviço de concretagem, sendo que ambos devem assumir a responsabilidade pelo serviço e cumprir as prescrições relativa às etapas de preparo do concreto. A produção do concreto dosado em centrais e fornecidos ao canteiro em caminhões betoneiras é mais eficiente, pois possibilita um maior controle em sua qualidade, como: qualidade dos agregados, medidas em peso, precisão de volumes, garantia da concreteira quanto ao desempenho do concreto recebido, entre outras vantagens (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2014).

A especificação do concreto para o sistema de parede de concreto segundo a ABNT NBR16055 (2012) deve estabelecer:

- a) resistência à compressão para desforma, compatível com o ciclo de concretagem;
- b) resistência à compressão característica aos 28 dias (f_{ck});

- c) classe de agressividade do local de implantação da estrutura, conforme a ABNT NBR 12655;
- d) trabalhabilidade, medida pelo abatimento do tronco de cone ou pelo espalhamento do concreto.

Conforme Junior (2019), no processo de desforma (Figura 8), inicialmente, deve-se verificar se o concreto atingiu a resistência determinada em um projeto. Posteriormente, inicia-se a retirada dos acessórios (pinos, cunhas e alinhadores). Depois, retiram-se os painéis das paredes, utilizando o desformador sem a utilização demartelo. Após a desforma das paredes, deve iniciar a da laje retirando as peças, e por último as peças canto-laje. As escoras deverão permanecer, conforme especificado em projeto e a escada deverá ser desformada em paralelo com a parede.

Retirada a forma do canto-laje, onde tiver o painel de ciclo, deve-se inserir a trava dupla, fixando com pino e cunha. Os painéis de ciclo deverão permanecer fixados até o momento da concretagem do andar superior para garantir o alinhamento e travamento dos painéis das paredes, verificando se não há brocas ou falhas na concretagem. Durante a desforma, deve-se ter cuidado ao manusear os painéis, não devendo arremessar os mesmos contra a laje ou piso na descida das fôrmas de um bloco para o outro, utilizando.

Figura 8: Desforma dos painéis das paredes



Fonte: Autores, 2022.

A Comunidade da Construção (2014) diz que a mão de obra para execução das paredes de concreto pode ser vista de duas maneiras. A primeira considera as clássicas funções da construção civil, onde os profissionais são carpinteiros (fôrmas), armadores (aço e tela), instaladores (elétrica embutida), pedreiros (concretagem e reparo) e os ajudantes. Entretanto, numa outra abordagem, mediante um planejamento e estratégias estruturadas, os trabalhadores podem ser preparados para assumir várias atribuições, em função de cada etapa produtiva. Isso requer treinamento e negociação com a força de trabalho. Neste enfoque, os trabalhadores seriam definidos como “montadores”.

Pelas características deste processo, é interessante que as equipes sejam formadas com a presença de pelo menos um “puxador”, aquele membro que lidera naturalmente a equipe, organiza e motiva os parceiros. Também é fundamental que toda a equipe receba treinamento específico para os serviços, e trabalhe sob o regime de tarefas, em que as metas e ganhos são claramente negociados e definidos.

O sistema construtivo Parede de Concreto é considerado um método mais racional e extremamente produtivo em empreendimentos que tem alta repetitividade, como condomínios e edifícios residenciais, tendendo assim, a crescer cada vez mais no Brasil no decorrer dos anos. Esse método construtivo pode ser executado por um menor número de funcionários, pois o processo da montagem de fôrma não exige demasiado esforço, principalmente as fôrmas de alumínio que são consideravelmente leves. Assim, há uma diminuição em relação ao número de funcionários, podendo ser carregadas individualmente. Uma outra vantagem desse sistema é que ela evita desperdícios, pois como as instalações ficam embutidas na parede antes da concretagem, não são precisos a realização de cortes na alvenaria. Por fim, obtem-se redução de entulhos, já que a utilização das fôrmas de madeira acaba sendo praticamente dispensável além da possibilidade de reutilização das fôrmas metálicas (SOUSA; ÁVILA, 2014).

Como as fôrmas são industrializadas, essa possuem maior rigor construtivo, oferecendo melhor qualidade de moldagem. Dependendo do tipo de concreto empregado, as paredes, após a concretagem, não necessitam de revestimento de argamassa, o que significa que se pode ir diretamente ao processo de pintura ou textura sobre as paredes de concreto (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2014).

Porém, o sistema construtivo Parede de Concreto também apresenta algumas desvantagens, como por exemplo, o alto custo inicial de investimento, pois para iniciar a execução desse sistema, deve-se alugar ou adquirir de forma definitivas as fôrmas que por sua vez, exigem consideravelmente do capital financeiro do construtor. No entanto, a longo prazo, o método chega a ser um investimento extremamente positivo, principalmente se a obra tiver um caráter habitacional repetitivo. Outro ponto a ser pontuado, se diz a respeito da impossibilidade de alterações no projeto arquitetônico, visto que as paredes de concreto por terem função estrutural, não possibilitam realizar mudanças nesse tipo de projeto no decorrer da obra, visto que poderiam causar danos à estrutura (SOUSA; ÁVILA, 2014).

4 RESULTADOS

Devido a durabilidade e leveza do alumínio, garantem a repetição e escalabilidade do uso da fôrma de alumínio, em relação a outros tipos de fôrmas, assim como: fôrmas de PVC (policloreto de vinila), fôrmas de EPS (Poliestireno Expandido) e fôrmas de ferro. O alumínio é um material com maior custo aquisitivo em relação aos outros tipos de fôrmas, porém garante o reaproveitamento em mais de 1000 repetições, o que compensa o alto custo inicial. Para que haja uma boa conservação das formas, é necessário manutenção, reposição de peças e limpeza (ARÊAS, 2013).

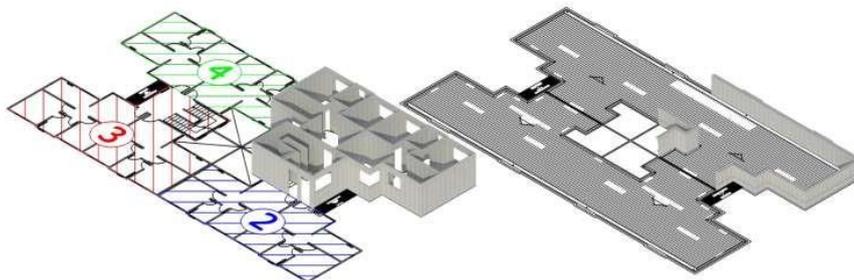
Para adquirir a fôrma, é necessário o envio do projeto em planta do apartamento ou casa, para a empresa que fabrica as fôrmas, podendo calcular a quantidade de placas e acessórios que serão necessários para a execução do serviço. O orçamento em média para uma fôrma com todos os acessórios, conjunto segurança, fôrmas de alumínio para 1/4 do pavimento, correspondente a 2 apartamentos, hall, escada, platibanda, variação PNE (portadores com necessidades especiais), pé direito de 2,60 metros e espessura da laje/parede 10 cm (ver Figura 9) custa em média R\$ 1.615.739,06, segundo a empresa fornecedora (Tabela 4).

A manutenção da mesma é necessária após 200 repetições para garantir a continuidade da qualidade do serviço executado, custando em média R\$ 329.485,00. Com o tempo, algumas peças são perdidas devido ao seu tamanho, sendo essas as cunhas, os pinos e as faquetas, sendo necessária a reposição desses acessórios.

Tabela 4: Proposta comercial

FORMA PARA 1/4 DO PAVIMENTO TIPO (02APTOS+HALL+ESCADA)	QUANTIDADE	UNIDADE	PREÇO (R\$)
PAREDES	433,65	m ²	586.982,72
LAJES	75,21	m ²	177.712,30
PAINEL DE CICLO ADICIONAL	24,12	m ²	43.963,35
COMPLEMENTO "TÉRREO"	18,29	m ²	21.190,43
COMPLEMENTO "ÚLTIMO PAVIMENTO TIPO"	57,82	m ²	66.692,35
ESCADA	70,53	m ²	114.403,76
PAREDES - COMPLEMENTO PNE	14,13	m ²	16.370,74
PLATIBANDA: H=1,60m	132	m ²	198.812,34
MOLDURA DO PLATIBANDA	43,42	m ²	65.393,45
ESCORAMENTO ADICIONAL (CABEÇA DE ESCORA)	28,8	m ²	33.367,11
TELA DE PROTEÇÃO	125	pç	61.593,74
PISO METÁLICO	460	pç	160.628,73
PLATAFORMA DE TRABALHO	140	pç	21.944,83
GUARDA-CORPO	140	pç	9.560,13
LINHA DE VIDA "PADRÃO"	92	pç	37.123,08
VALOR TOTAL DE VENDA 1 JOGO DE FORMAS	897,97 / 957	m² / pç	1.615.739,06

Fonte: Empresa fornecedora de fôrmas de alumínio.

Figura 9: Demonstração de 1 jogo de fôrma de ¼ do pavimento.

Fonte: Empresa fornecedora de fôrmas de alumínio

Antes de executar o serviço, é necessário prever com maior exatidão os serviços para que obter melhor êxito. Por exemplo, faz-se a pigmentação para marcar o gabarito das paredes. Na tabela 5, detalha-se a lista de materiais necessários para um jogo de fôrma com 2 apartamentos de 42 m² e 1 hall de 8,65m²:

¹ O nome da empresa não será fornecido para que seja garantido seu sigilo.

Tabela 5: Materiais utilizados para concretar 1 apartamento de parede de concreto.

MATERIAL	QUANTIDADE POR APARTAMENTO	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL POR APARTAMENTO
Abraçadeira de nylon	400	UND	0,059334	R\$ 23,73
Aço Ø6.3	7,3125	KG	6,81	R\$ 49,80
Aço Ø8.0	129,9375	KG	6,81	R\$ 884,87
Aço Ø10.0	40,03125	KG	6,3	R\$ 252,20
Arame recozido torcido 18 BWG.	6,25	KG	16,52	R\$ 103,25
Caixa de passagem 4x2 com espaçador	32	UND	5,94	R\$ 190,08
Caixa de teto	8	UND	6,4	R\$ 51,20
Desmoldante para fôrmas metálicas	25	L	9,98	R\$ 249,50
Eletroduto corrugado 25 mm	187,5	M	1,93347	R\$ 362,53
Espaçador da tela negativa	25	UND	0,6195	R\$ 15,49
Espaçador da tela positiva	125	UND	0,471853	R\$ 58,98
Espaçador de tela EPF100	500	UND	0,180688	R\$ 90,34
Espaçador posicionador de fôrmas GABR100	125	UND	0,55755	R\$ 69,69
Espaçadores para eletroduto	100	UND	0,16933	R\$ 16,93
Fibra de polipropileno	5,0625	KG	21	R\$ 106,31
Fita isolante	3	UND	4,255659	R\$ 12,77
Isopor da junta de dilatação	8	UND	3,15	R\$ 25,20
Prego de aço para concreto 36 mm (HILTI)	125	UND	0,78599	R\$ 98,25
Protetor de presilha (camisinha)	1000	UND	0,11	R\$ 110,00
QDLF (Quadro de Distribuição de Luz e Força)	1	UND	38,29	R\$ 38,29
Tela Q92 (2,45X6,00 m)	15,03125	UND	182,96796	R\$ 2.750,24
Tela Q159 (2,45X6,00 m)	4,6875	UND	311,5064	R\$ 1.460,19
			TOTAL:	R\$ 7.019,84

Fonte: Autores, 2022.

Os painéis de alumínio são leves, pesando 18kg/m², sendo necessário somente um operário para carregar um painel, o que reduz a quantidade de funcionários para as concretagens. São necessários apenas 22 pessoas para a concretagens diárias, nas quais é possível ter a execução de 4 pavimentos em apenas um mês, totalizando 32 apartamentos. São necessários 2 eletricitas, 2 armadores, 17 montadores e 1 encarregado. O valor da mão de obra pago por apartamento está em torno de R\$ 4.450,00 e para platibanda/cobertura, em torno de R\$ 17.800,00, totalizando R\$ 160.200,00 por bloco.

O concreto autoadensável é um dos mais caros do mercado, é bastante fluido e não há a necessidade de vibrá-lo na hora da concretagem, permitindo que haja o escoamento uniforme nas fôrmas de alumínio, preenchendo os vazios existentes. Utilizando como exemplo a fôrma citada no orçamento obtido de uma empresa fornecedora (Tabela 4), além do valor do concreto autoadensável fornecido pela empresa de concretagem (Tabela 6), obteve-se o valor de concreto num total de R\$ 275.643,00.

Tabela 6: Consumo de concreto autoadensável detalhado por local.

CONSUMO DE CONCRETO AUTOADENSÁVEL - 25 MPa (mt=R\$ 510,45)	VOLUME (mt)	VALOR (R\$)
APARTAMENTO	14	R\$ 7.146,30
HALL + ESCADA	6,5	R\$ 3.317,93
PLATIBANDA	40	R\$ 20.418,00
Consumo total para um bloco com 32 apartamentos, 8 hall com escada e platibanda	540	R\$ 275.643,00

Fonte: Autores, 2022.

Para entendimento dos gastos, foi feito um agrupamento das atividades utilizando as fôrmas de alumínio como método construtivo, aplicando como exemplo uma obra com 12 blocos, sendo 32 apartamentos por bloco. Totalizando 384 apartamentos, serão necessários um custo de fôrma de R\$ 1.615.739,06, um custo de materiais de R\$ 2.695.618,56, um custo de mão de obra de R\$ 1.922.400,00 e o um gasto com concreto autoadensável equivalente a R\$ 3.307.716.

Sendo assim, obteve-se um custo final de R\$ 9.541.473,62, totalizando um custo médio aproximado por apartamento de R\$ 24.847,59, visto que o custo do concreto corresponde a 35% do valor gasto (Gráfico 1), tornando-se o principal agente encarecedor ao utilizar a fôrma de alumínio como método construtivo.

Gráfico 1: Percentual de custo.



Fonte: Autores, 2022.

Por abranger não apenas a estrutura mas também o equivalente à alvenaria (uma vez que as paredes são, ao mesmo tempo, estrutura e fechamento), quando escolhido o método construtivo parede de concreto, foi observado inicialmente o somatório entre o valor médio do índice do custo de construção (Tabela 7) da etapa de estrutura, que varia entre 14% à 22% e da etapa de alvenaria, entre 2% e 5%, resultando assim nos 21% que foram utilizados na projeção de custo.

² Dados obtidos a partir de planilha de custos de construtora que terá seu nome mantido em sigilo.

Tabela 7: Índices do Custo de Construção.

Etapas	Porcentagem em relação ao custo total
Projetos e aprovações	5% a 12%
Serviços preliminares	2% a 4%
Fundações	3% a 7%
Estrutura	14% a 22%
Alvenaria	2% a 5%
Cobertura	4% a 8%
Instalações hidráulicas	7% a 11%
Instalações elétricas	5% a 7%
Impermeabilização / Isolamento térmico	2% a 4%
Esquadrias	4% a 10%
Revestimentos / Acabamentos	15% a 23%
Vidros	1% a 2,5%
Pintura	4% a 6%
Serviços complementares	0,5% a 1%

Fonte: Ivan Xavier, 2008.

As fôrmas de alumínio possuem uma durabilidade de 200 repetições, o que resulta em aproximadamente 12,5 blocos, com 32 apartamentos cada. Para efeito de cálculo, foi considerado o custo inicial de aquisição da fôrma de R\$ 1.615.739,06 e o valor extra de manutenção da fôrma de R\$ 329.485,00 a partir da execução de 13 blocos. Sendo assim, para a demonstração da projeção do custo da fôrma de alumínio, foram considerados os seguintes parâmetros por bloco: o valor do concreto de R\$ 275.643,00, valor da fôrma de alumínio de R\$ 1.615.739,06, valor dos materiais a serem utilizados de R\$ 224.634,88 e valor de mão de obra de R\$ 160.200,00.

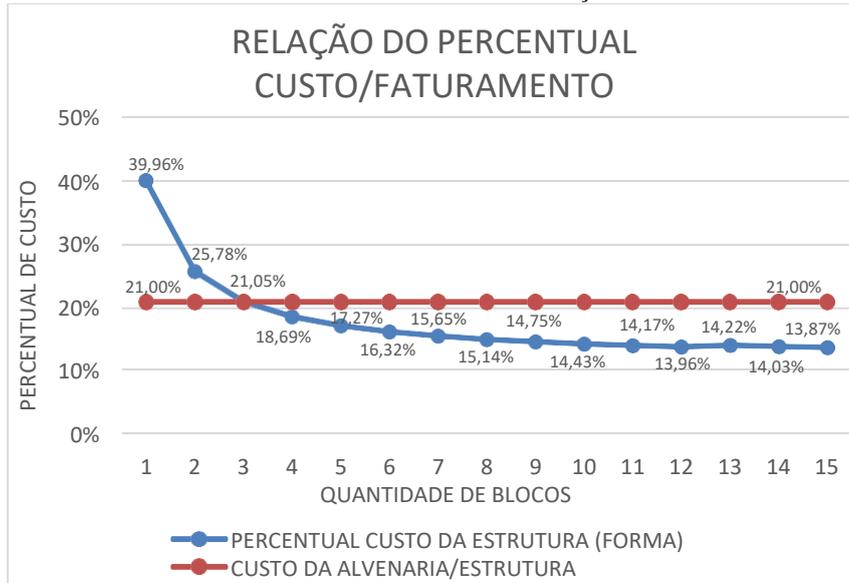
Em contraposição ao custo, estimou-se o valor de venda por apartamento de R\$ 178.000,00, de acordo com o que é oferecido no mercado imobiliário. Os resultados dessa projeção (Gráfico 2) foram exemplificados por meio de dois parâmetros: o valor gasto em percentual utilizando a forma de alumínio como método construtivo e o percentual gasto caso fosse executado em alvenaria estrutural.

Tabela 8: Projeção de custo da estrutura utilizando forma de alumínio.

QUANTIDADE DE BLOCOS	1	3	4	12	13
CONCRETO	R\$ 275.643,00	R\$ 826.929,00	R\$ 1.102.572,00	R\$ 3.307.716,00	R\$ 3.583.359,00
FORMA DE ALUMÍNIO	R\$ 1.615.739,06	R\$ 1.615.739,06	R\$ 1.615.739,06	R\$ 1.615.739,06	R\$ 1.945.224,06
MATERIAIS	R\$ 224.634,88	R\$ 673.904,64	R\$ 898.539,52	R\$ 2.695.618,56	R\$ 2.920.253,44
MÃO DE OBRA	R\$ 160.200,00	R\$ 480.600,00	R\$ 640.800,00	R\$ 1.922.400,00	R\$ 2.082.600,00
CUSTO TOTAL (ESTRUTURA)	R\$ 2.276.216,94	R\$ 3.597.172,70	R\$ 4.257.650,58	R\$ 9.541.473,62	R\$ 10.531.436,50
CUSTO MÉDIO POR BLOCO	R\$ 2.276.216,94	R\$ 1.199.057,57	R\$ 1.064.412,65	R\$ 795.122,80	R\$ 810.110,50
FATURAMENTO TOTAL (apt) = R\$ 178 MIL)	R\$ 5.696.000,00	R\$ 17.088.000,00	R\$ 22.784.000,00	R\$ 68.352.000,00	R\$ 74.048.000,00

Fonte: Autores, 2022.

Gráfico 2: Percentual de custo/faturamento em relação a alvenaria/estrutura.



Fonte: Autores, 2022.

O resultado dessa projeção demonstra que inicialmente, para apenas um bloco, o construtor, adotando o sistema construtivo parede de concreto com a utilização das formas de alumínio, sairia no prejuízo de 18,96% em relação a alvenaria estrutural, que pode ser explicado pelo alto custo inicial de aquisição da fôrma. Porém, a partir da execução de quatro blocos pode-se notar uma diferença de custo positiva de 2,31%, comparado a alvenaria estrutural, tornando compensatório a partir de quatro blocos a utilização da forma de alumínio como sistema construtivo. Ao chegar ao ponto de 12 blocos, a diferença de custo é 7,04%, o que mostra a sua eficiência econômica. A partir de 13 blocos, onde se somaria o valor de manutenção das fôrmas (o valor estimado foi de R\$ R\$ 329.485,00), a relação de custo ainda se encontra positiva, no valor de 6,78% de diferença em relação aos 21% da alvenaria estrutural e a tendência é diminuir o custo de acordo com a quantidade de blocos que serão construídos.

É importante afirmar que a quantidade de repetições e qualidade do serviço será influenciada de acordo com o manuseio e cuidado com as peças das formas, tornando uma incógnita até quando a forma aguentará ser reformada.

Os dados dos custos dos materiais, aquisição da forma de alumínio, concreto autoadensável, mão de obra e valor de venda do apartamento levado em questão, são relacionados ao mês de maio de 2022, e as respectivas empresas pesquisadas não foram divulgadas por questão de sigilo e preservação do nome da mesma.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilitou compreender como é realizado o método construtivo de parede de concreto utilizando a fôrma de alumínio em obras de interesses sociais para habitação popular. Com isso, pôde-se perceber a eficácia desse método, pois a escalabilidade produtiva garante além de rapidez e diminuição nos valores gastos em comparação a outros métodos, a possibilidade de reutilização das formas no mesmo projeto arquitetônico.

Para atingir uma compreensão dessa realidade, foi feita uma análise do método como um todo, para se notar e comparar que por mais que as fôrmas deste método de parede de concreto ainda não estejam tão acessíveis devido seu alto custo, ela se mostra mais eficaz devido à redução final no tempo de entrega, custo programado, menor desperdício e outras vantagens já citadas.

Em consonância com os exemplos elencados neste artigo, por mais que este método construtivo não seja considerado novo, a construção civil vem se adaptando a novas tendências e

execuções mais eficientes que buscam um resultado final melhor, com mão de obra reduzida e economia à população. Assim a parede de concreto vem ganhando cada vez mais visibilidade e aceitação no mercado.

REFERÊNCIAS

- ABCP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Parede de Concreto: Coletânea de ativos 2007/2008**. São Paulo: Comunidade da Construção, 2009. 216 p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8681: **Ações e segurança nas estruturas – procedimento**. Rio de Janeiro, 2004.
- ANDRADE, Eduarda. **Minha Casa Minha Vida chega ao FIM! Veja o que muda no financiamento habitacional**. 2021. Disponível em: <<https://fdr.com.br/2021/01/14/minha-casa-minha-vida-chega-ao-fim-veja-o-que-muda-no-financiamento-habitacional/>>. Acesso em 15 de mar. de 2022.
- ARÊAS, Pedro Assunção. **Paredes de concreto: Normatização do Processo Construtivo**. Belo Horizonte, disponível em Biblioteca Padre Alberto Antoniazzi, PUC Minas, 2013. 75 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16055: **Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações - Requisitos e procedimentos**. Rio de Janeiro, 35 páginas, 2012.
- BARBOSA JUNIOR, R.R. **Sistema construtivo de paredes de concreto moldado in loco aplicado em habitação de interesse social** – Estudo de caso. 2019. 160 p. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto federal de educação, ciência e tecnologia de Goiás, Goiânia, 2019.
- BORGES, F. M. **Sistema Construtivo de Habitação com Parede de Concreto**. Projeto Final, Publicação n° 137-2011, Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, 98p. 2011.
- CATÁLOGO GERDAU. **Produtos Gerdau para paredes de concreto**. Disponível em: <<https://www.gerdau.com/br/pt/productsservices/products/Document%20Gallery/catalogo-paredes-concreto-armado.pdf>>. Acesso em 04 de maio de 2022.
- CICHINELLI, G. **Sistema de Fôrmas**. Revista Técnica, n. 155, fev. 2010.
- COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Parede de Concreto: Fundações**. Brasília, 2014. Disponível em <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/fundacoes/execucao/30/fundacoes.html>>. Acesso em 25 de jun. 2022.
- COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Parede de Concreto: Vantagens**. Brasília, 2014. Disponível em <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/vantagens/viabilidade/20/vantagens.html>>. Acesso em 22 de mar. 2022.
- DOU (Diário Oficial da União). **Lei nº 14.118, de 12 de janeiro de 2021**. Brasília, 2021. Disponível em <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.118-de-12-de-janeiro-de-2021-298832993>>. Acesso em: 21 de mar. de 2022.

MISSURELLI, H.; MASSUDA, C. **Como Construir Paredes de Concreto**. Revista Técnica. São Paulo: Editora PINI, nº 147, p. 74 - 80, junho, 2009.

MORQUECHO, F. B. G. **Análise de edifícios em paredes de concreto moldadas in loco**. 2016. 72 p. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2016.

PORTAL VIRTUHAB. **Paredes em PVC e Concreto**. Santa Catarina, 2022. Disponível em: <<https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/paredes-em-pvc-e-concreto/>>. Acesso em: 09 de jun. de 2022.

REVISTA ESTADO DE MINAS. **Construções que usam formas de alumínio para concretagem ganham em rapidez e produtividade**. Minas, 2015. Disponível em <https://estadodeminas.lugarcerto.com.br/app/noticia/noticias/2015/04/12/interna_noticias,48714/construcoes-que-usam-formas-de-aluminio-para-concretagem-ganham-em-rapidez-e-productividade.shtml>. Acesso em: 21 de mar. de 2022.

SANTOS, Altair. **Paredes de concreto: o que muda com a revisão da norma técnica?** Cimento Itambé. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/paredes-de-concreto-o-que-muda-com-a-revisao-da-norma-tecnica/>>. Acesso em: 21 de mar. de 2022.

SACHT, H. M. **Painéis de vedação de concreto moldados in loco: avaliação de desempenho térmico e desenvolvimento de concretos**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2008.

SIENGE. **O que é inovação tecnológica na construção**. Juliana Nakamura, 2019. Disponível em <<https://www.sienge.com.br/blog/inovacao-tecnologica-na-construcao-2/>>. Acesso em: 21 de mar. de 2022.

SOUZA, Isabela. **Entenda o Programa Minha Casa Minha Vida**. 2017. Disponível em: <<https://www.politize.com.br/minha-casa-minha-vida-entenda/>>. Acesso em: 21 de mar. de 2022.

SOUSA, J. V. L. de.; ÁVILA, R. A. G. **Análise comparativa da viabilidade econômica entre os sistemas construtivos “parede de concreto” e “alvenaria estrutural” – Estudo de caso**. 2014. 128 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

TUON, Ligia. **Minha Casa Minha Vida vira Casa Verde e Amarela: O que muda?** 2020. Disponível em: <<https://exame.com/brasil/minha-casa-minha-vida-vira-casa-verde-e-amarela-o-que-muda/>>. Acesso em 15 de mar. de 2022.

XAVIER, Ivan. **Apostila do curso - Orçamento, planejamento e custos de obra**. Apostila da FUPAM – Fundação para a Pesquisa Ambiental, 2008.

ZÚÑIGA, L. de O.; SANTOS, T. C.; SILVA, J. R. **Viabilidade do sistema construtivo do tipo parede de concreto para habitações populares**. Revista Mirante, v. 10, n.1, jun. 2017.