



SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAREDES DE CONCRETO EM OBRAS RESIDENCIAIS – ESTUDO DE CASO.

Constructive Systems in Concrete Walls in Residential Works - Case Study.

Andrade, V. H. A. ¹

Graduando, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

Paula Couto, A. B. ²

Professora MSc., Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

¹ vitorhaandrade@gmail.com; ² adrianecoutoeng@gmail.com

RESUMO: As paredes de concreto são utilizadas como método construtivo, no Brasil, há algumas décadas, sem grande aceitação no início da implementação do método, mas futuramente, se tornando altamente aceitável em construções sociais. Dada a sua popularização, o método passa a requerer a necessidade de uma norma e a partir disso é regulamentado pela ABNT NBR 16055:2012 possibilitando que engenheiros da área comecem a projetar a estrutura com as paredes de concreto, já com a função estrutural com um suporte técnico mais estabelecido e consistente. O presente trabalho objetivou realizar uma revisão bibliográfica do Sistema Construtivos de Paredes de Concreto em obras residenciais (edifícios), bastante indicada para obras de padrão popular. A metodologia utilizada foi uma revisão bibliográfica para a análise do sistema construtivo em questão bem como o acompanhamento “*in loco*” da execução do serviço, passo a passo, em uma obra residencial no município de Goiânia. Um comparativo de custo foi realizado entre as paredes de concreto e as paredes em blocos cerâmicos (método convencional), observando-se que o sistema em questão só é viável para construção em série.

Palavras-chaves: Paredes em concreto, Método construtivo, Custo.

ABSTRACT: Concrete walls have been used as a constructive method in Brazil for some decades now, without great acceptance at the beginning of the implementation of the method, but, in the future, becoming highly acceptable in constructions, mainly of popular standards. When the constructive method in concrete walls arrived in Brazil, the concrete walls did not have a structural function, because there were not enough reliable studies for this purpose. Given its popularization, the method starts to require a standard and from that it is regulated by ABNT NBR 16055: 2012, allowing engineers in the area to start designing the structure with concrete walls, already with the structural function with a more established and consistent technical support. A cost comparison was carried out between the concrete walls and the walls in ceramic blocks (conventional method), where it was observed that the system in question is only viable for mass construction.

Keywords: Concrete walls, Construction method, Cost.

Área de Concentração: 01 – Construção Civil

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Corrêa (2012) o método construtivo em paredes de concreto é considerado inovador, porém a utilização do sistema em construções no Brasil se dá desde a década de 70; nesta época a tecnologia não se consolidou pois não era

economicamente viável devido à baixa demanda populacional.

Cimento Itambé (2018) ressalta que o método já estava bastante consolidado e aceito no Brasil em 2018, principalmente ao que se refere às habitações que incorporam o programa Minha Casa Minha Vida.

As paredes de concreto moldadas “*in loco*” permitem executar, com agilidade e racionalização

financeira, obras como casas e prédios populares em larga escala. Para este método construtivo, as paredes e demais elementos (fundações, lajes, escadas e outros) das residências ou edifícios são moldados com a utilização de fôrmas adaptadas para cada projeto, dentro do próprio canteiro de obras (MACÊDO, 2016).

Arêas (2013) afirma que a utilização de paredes de concreto em obras domiciliares brasileiras vêm se tornando cada dia mais impulsionada, viabilizadas pelo momento econômico favorável, para a construção civil, em que o país se encontra.

A busca por inovação está diretamente ligada à implantação de novas tecnologias e uma nova abordagem na hora de construir e empreender para se manter estável no mercado. O Sistema Construtivo em Paredes de Concreto moldados “in loco” atende muito bem essa necessidade iminente (BORGES, 2020).

O presente trabalho objetivou realizar uma revisão bibliográfica do Sistema Construtivos de Paredes de Concreto em obras residenciais (edifícios), uma tecnologia em ascensão na construção civil brasileira, bastante indicada para obras de padrão popular.

Em conformidade, ainda foram expostos o processo executivo e as principais características do sistema em questão, bem como analisar a eficiência e desempenho com acompanhamento passo a passo da execução “in loco” das paredes de concreto fazendo um comparativo de custo com obras de alvenaria convencional e ainda apresentando as vantagens e desvantagens desse método construtivo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 *Cenário atual do Sistema Construtivo em Paredes de Concreto no Brasil*

O cenário atual da construção civil brasileira é pressionado pela necessidade de novas tecnologias, visando a urgência de processos construtivos ágeis, que atendam a demanda exponencial de moradia exigida pela densidade populacional do Brasil e ainda métodos que tragam para a obra: eficiência, qualidade, desempenho e economia.

O Governo Federal tem estendido benefícios para construtoras a fim de atender a demanda de moradia para que estas construam unidades habitacionais em largas escalas e que sejam acessíveis para toda a população. Essas construtoras encontram, nas paredes de concreto, agilidade e praticidade, conseguindo atender as expectativas do Governo e atingir suas metas lucrativas e é nessa realidade que

o método construtivo em paredes de concreto é consolidado na cultura construtiva do Brasil (ARÊAS, 2013).

2.2 *Conceito do sistema construtivo em paredes de concreto*

Esse sistema construtivo apresenta estrutura e vedação constituídas por um único componente, a parede de concreto, que é moldada no canteiro. Neste método os processos são racionalizados visando um controle geral e minucioso da obra, para que o sistema seja executado corretamente a fim de prevenir gastos adicionais e delongas nos prazos (SGOBBI, 2021).

De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2008), quando se trata desse tipo de sistema, a execução é inteiramente mecanizada, pois se fundamenta em conceitos de produção em massa, repetição, modulação, controle tecnológico e multifunções.

Toda potencialização alcançada durante a estrutura deve ser replicada nas demais fases da obra como revestimento, cobertura, pintura e outras fases dependendo da exigência dos projetos. Essa otimização nas outras etapas é possível pois o mercado já oferece produtos e equipamentos específicos para cada etapa e processos adequados. A modulação em série do sistema construtivo o torna ágil e competitivo (CARBONE, 2012).

Ainda, de acordo com Arêas (2013) o sistema construtivo em paredes de concreto se torna altamente praticável se relacionado ao tempo da obra. Construtoras no Brasil que dispõem desse método para execução de suas obras conseguem realizar 100 m² de estrutura para cada jogo de fôrma presente “in loco”, em apenas um dia, uma vez que a fundação (laje piso) estiver pronta, bem como as paredes de concreto e as lajes com as instalações prediais necessárias posicionadas.

2.3 *Aplicação do sistema construtivo a nível nacional*

Quando o método construtivo em paredes de concreto chegou ao Brasil, as paredes de concreto não possuíam função estrutural, devido não haver estudos confiáveis o suficiente para tal finalidade. Dada a sua popularização, o método passa a requerer a necessidade de uma norma e a partir disso é regulamentado possibilitando que engenheiros da área comecem a projetar a estrutura com as paredes

de concreto, já com a função estrutural (NUNES, 2011).

De acordo com Sacht (2008), o sistema construtivo em paredes de concreto foi registrado pela primeira vez no Brasil em 1979, estabelecido pela Companhia de Habitação (COHAB).

Arêas (2013), completa que não existia ainda um método exemplificado e detalhado a respeito da execução do sistema. Os projetos e as construções eram embasados na ABNT NBR 6118, que aborda de modo amplo as estruturas de concreto armado. E em 2012 cria-se uma norma específica para esse tipo de sistema, regulamentando o método.

Em fevereiro de 2013, Santos (2013) realizou um comparativo de custo entre os dois sistemas construtivos: as paredes de concreto e as paredes em blocos cerâmicos (método convencional) utilizando a tabela SINAPI – fev/2013, e observou-se que para o sucesso do sistema em parede de concreto é necessário que se construa em larga escala, uma vez que se o a parede de concreto for somente para uma unidade habitacional (UH) o sistema se torna inviável.

O aumento notório da aplicação do Sistema Construtivo em Paredes de Concreto no Brasil, nas últimas décadas, não foi impulsionado apenas pelos apoios fiscais oferecidos pelo governo federal mas deu-se, também, à urgência de inovação dentro dos métodos convencionais da construção civil para avançar em processos construtivos, visando tecnologias e métodos que forneçam uma construção mais vertiginosa, enxuta e limpa, trazendo lucros, à construtora, relativamente maiores na conclusão dos processos construtivos, conservando sempre o controle, o planejamento e o acompanhamento de todas as atividades com rigor (BORGES, 2020).

2.3.1 Contextualização do sistema construtivo em Goiânia

Em Goiânia a execução do método construtivo em paredes de concreto tem se consolidado e se mostrado muito atrativo, tanto para quem constrói, quanto para quem compra.

Duas grandes construtoras se destacam na produção em larga escala e dominam o mercado local usando o sistema construtivo em paredes de concreto. Essas construtoras dispõem de um número muito alto de área construída no sistema em paredes de concreto e utilizam apenas esse método para suas construções.

Essas obras viabilizam acesso à moradia para os cidadãos goianienses, uma vez que o foco das construtoras são as obras de baixo padrão, vezes incentivadas pelo governo, para que todos logrem do direito à moradia.

2.4 Método construtivo

Paredes de concreto são um elemento estrutural autoportante, que é moldado “in loco”, com capacidade para suportar cargas no mesmo plano da parede e comprimento maior que a sua espessura (ABNT NBR 16055/2012).

A Comunidade da Construção (2022) estabelece que sistema construtivo em parede de concreto é, no geral, a montagem “in loco” de todos os elementos estruturais de uma construção, tanto a estrutura quanto a vedação. As paredes de cada etapa construtiva são moldadas em uma única concretagem, garantindo que após a remoção das fôrmas, todos os elementos componentes do sistema estejam devidamente em seus lugares: caixilhos de portas e janelas, tubulações elétricas e hidráulicas, elementos de fixação para cobertura etc.

O processo executivo de parede de concreto é resumido, basicamente, na montagem de fôrmas metálicas, plásticas ou mistas com o preenchimento de concreto, como já mencionado anteriormente. Entre uma fôrma e outra das paredes são posicionadas as instalações prediais elétricas e de gás; as instalações vão amarradas nas ferragens das paredes que são minuciosamente posicionadas dentro das marcações feitas no piso do pavimento. No geral, as instalações prediais hidráulicas são instaladas por fora das paredes, para que, caso haja algum problema com vazamentos, não se faça necessário a quebra da parede, evitando assim o comprometimento da estrutura da mesma e facilitando devidos reparos no futuro. O modo ágil e prático para construir paredes é o que faz desse método inteiramente industrial e atrativo para novas construções (ARÊAS, 2013).

2.4.1 Fôrmas

As fôrmas para o sistema construtivo em parede de concreto podem ser encontradas em diversos materiais: metálicas (aço ou alumínio), mistas (chapas de madeira, dispositivos e uniões metálicos), plástico (chapas de material reciclável) e madeira tradicional (basicamente todos os componentes do sistema constituídos por madeira) (SACHT, 2008).

Para as fôrmas metálicas todo o sistema é composto

de aço ou alumínio; sendo esse material, atualmente, o mais procurado para execução do método (ARÊAS, 2013).

Os painéis precisam estar enumerados de acordo com as especificações do projeto, ao passo que a montagem é definida e sistematizada por meio da ordem dessa numeração, usando conectores como cliques ou pinos. É de fundamental importância que o processo seja copiosamente acompanhado para que não haja desencontros entre as peças e problemas quando o concreto já estiver seco (MACEDO, 2016).

De acordo com Arêas (2013), os componentes do sistema da montagem das fôrmas podem ser definidos como:

Cunha: Trabalha junto com os pinos no travamento das fôrmas, seu formato côncavo facilita o encaixe da peça; **Pino:** trabalha em conjunto com a cunha e serve também como auxílio em situações de ajustes; **Corbata (faqueta):** utilizadas para garantir a separação e a distância necessária entre a fôrma externa e interna; **Camisa de corbata:** trabalha protegendo a corbata (faqueta) metálica evitando o contato do concreto com o sistema de travamento e facilitando a remoção da faqueta; **Tapa:** chapa de metal utilizada para o fechamento das fôrmas nos vãos das esquadrias; **Cantoneira:** utilizada para conformar os cantos das paredes e travar os tapas que estão nos vãos das esquadrias; **União parede-laje:** conecta a forma da parede e a forma da laje tornando o sistema monolítico; **Tensor:** utilizado para garantir que os vãos de portas e janelas estejam em perfeito alinhamento;

Todas as posições e capacidades estruturais dos escoramentos, apuradores e alinhadores horizontais, devem ser aferidos antes do lançamento do concreto. A intenção é garantir que os lugares, tamanhos e alinhamentos das fôrmas sejam conservados conforme o projeto e ainda possibilitar o trânsito de pessoas e equipamentos para a execução da concretagem com segurança (NBR 16055/2012).

A manutenção e a limpeza das fôrmas são de extrema importância para garantir a vida útil do painel. É muito importante que se atente a utilização do desmoldante para que este não comprometa a aderência na fase dos revestimentos finais (GUIA DA CONSTRUÇÃO, 2010).

Para a desfôrma, seguindo o mesmo procedimento das fôrmas, uma ordem de execução é igualmente respeitada. Inicialmente, todos os travamentos devem ser removidos, tanto dos painéis ou dos vãos das esquadrias ou de ambos. É fundamental que os

pontos fixos de escoramento das lajes não sejam removidos (GOES, 2013).

2.4.2 Armação

Borges (2020) diz que uma correta execução das armaduras está diretamente vinculada ao projeto estrutural, onde deve-se constar todos os detalhes da estrutura. A ABNT NBR 16055/2012 define ainda, dentre outros fatores, os cuidados a serem tomados durante a montagem da armadura e o dimensionamento destas em paredes de concreto, considerando detalhes como recebimento, manuseio, locomoção, estocagem e limpeza.

Como em qualquer fase do Sistema Construtivo em Parede de Concreto, antes do início da montagem da armação, algumas etapas precisam estar previamente concluídas. Para as paredes do primeiro pavimento, o radier deve estar nivelado e limpo e para a execução das paredes dos próximos pavimentos, as lajes também precisam estar niveladas e limpas. Marcação de paredes, esquadrias e shafts também precisam estar concluídos. Ao passo, toda armadura que será utilizada nas paredes deverá estar disponível e próximas ao local da execução, agilizando assim o transporte destas para o local onde a parede será concretada. Todas as instalações hidrossanitárias, elétricas e telefônicas enterradas devem estar concluídas no radier e para os pavimentos seguintes, as mesmas deverão ser executadas acompanhando a montagem das armaduras (GOES, 2013).

A armação adotada na prática do Sistema em Paredes de Concreto, é a tela soldada posicionada no eixo vertical da parede. Bordas, vãos de portas e janelas recebem reforços de telas ou barras de armadura convencional. Em edifícios mais altos, as paredes devem receber duas camadas de telas soldadas, posicionadas verticalmente e ainda reforços verticais nas extremidades das paredes. As armaduras devem atender a três requisitos básicos: resistir a esforços nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações elétricas, hidráulicas e gás (ABCP, 2007).

Para tanto, seguindo a execução do Sistema Construtivo em Parede de Concreto, as instalações elétricas e hidráulicas devem ser posicionadas imediatamente após a montagem da armação, uma vez que a tela de aço será utilizada como suporte, fixação e garantia do correto posicionamento das instalações (BORGES 2013).

2.4.3 Concretagem

A concreteira deverá fornecer um concreto homogêneo, preferencialmente, autoadensável, adequadamente coeso, que tenha capacidade de fluir dentro da fôrma sem obstrução do fluxo ou segregação (MAYOR, 2012).

Durante a fabricação do concreto é prudente a utilização do cimento CP V-ARI; a ABCP (2013), recomenda esse tipo de cimento para todas as utilizações que requerem alta resistência inicial e desfôrma rápida, se enquadrando no processo construtivo de parede de concreto. Geralmente, nas obras de baixo padrão, é utilizado concreto com resistência característica não superior à 25 MPa (ARÊAS, 2013).

É normal que se associe a execução da parede de concreto com uma bomba-lança, tendo em vista que o número de pavimentos para obras nesse sistema é reduzido. Não existe nenhum impedimento quanto a utilização da bomba do tipo estacionária no bombeamento do concreto para obras com grande número de pavimentos, devendo-se somente tomar bastante cuidado na operação do mangote, pois este, se mal manuseado, pode danificar as instalações prediais, comprometer a amarração entre as telas das paredes e dos tetos e desalinhar o sistema de fôrmas (ARÊAS, 2013).

A cura, após a concretagem, é de fundamental importância para assegurar que o concreto atinja as propriedades do traço determinado em projeto. Uma vez que o concreto não é hidratado de forma necessária, é provável que se perca resistência, a durabilidade seja comprometida e apareça fissuras devido o ressecamento do concreto (BORGES, 2020).

3 METODOLOGIA

Para este trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica, conforme Pizzani *et al.* (2012), é uma das etapas da investigação científica e um acompanhamento “*in loco*” do método estudado; então, dessa forma, por se tratar de um trabalho que apresentará todas as fases construtivas do método em questão é necessário tempo, dedicação e atenção por parte de quem resolve compreendê-lo.

Dentro desse contexto, foram utilizados os dois métodos para a presente pesquisa, sendo a primeira

uma revisão bibliográfica para análise do sistema construtivo em paredes de concreto a nível nacional, além de um acompanhamento “*in loco*” da execução do serviço, passo a passo, em uma obra residencial.

A obra do objeto de estudo é um conjunto de edifícios de padrão popular, com 16 torres, cada uma com 05 pavimentos sendo cada apartamento de 62 m², totalizando uma metragem das edificações com 25.792 m², localizada na cidade de Goiânia, setor Vera Cruz. O revestimento das paredes será em gesso corrido seguido de massa PVA e finalizado com pintura PVA e o revestimento do piso será em revestimento cerâmico assentado com argamassa industrializada sobre contrapiso regularizado.

Dessa forma, até o presente momento do trabalho, foram apresentadas a revisão bibliográfica pertinente ao sistema estudados seu comportamento e suas características.

Ainda de acordo com o objetivo proposto, realizou-se visitas ao local para acompanhar o método em suas fases de operação, nos meses, de agosto a outubro de 2022 onde foram registradas as etapas por meio de fotos. A partir dessas informações, elaborou-se uma tabela de composição comparativa entre o sistema de paredes de concreto x sistema de alvenaria convencional no Microsoft EXCEL, para o melhor entendimento dos resultados encontrados, bem como as vantagens e desvantagens desse processo construtivo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, serão demonstrados os procedimentos passo a passo da execução do método construtivo abordado.

4.1 Execução da fundação – Estaca Hélice com Radier

Utilizou-se para a fundação da obra em questão estacas tipo hélice (Figura 01 e 02) realizada por uma empresa terceirizada seguida da execução do radier. As estacas possuem dimensão 25 cm de diâmetro, com profundidade média de 7 m, previstas no projeto.

Figura 01 – Perfuração de estacas tipo hélice



Fonte: Autor (2022)

Figura 2 – Estaca concretada e arranque posicionado



Fonte: Autor (2022)

Após a concretagem das estacas realizou-se a execução do radier. Dimensionado para distribuir uniformemente as cargas, o radier é um tipo de fundação superficial que funciona como uma laje e no estudo de caso em questão tem espessura média de 12 cm, armado e concretado.

Vale ressaltar que as tubulações hidráulicas e elétricas devem ser executadas antes da concretagem assim como podem ser observadas na Figura 03.

Figura 03 – Tubulações hidráulicas e elétricas sendo posicionadas antes da concretagem do radier



Fonte: Autor (2022)

4.2 Execução da armação das paredes

Para a orientação do posicionamento das fôrmas das paredes deve-se, primeiro, marcar as linhas das faces destas no piso de apoio (fundação ou laje) internas e externas das paredes (Figura 4).

Figura 4 – Separadores posicionados entre a marcação das linhas de faces dos painéis



Fonte: Autor (2022)

Como em qualquer fase do Sistema Construtivo em Parede de Concreto, antes do início da montagem da armação, algumas etapas precisam estar previamente concluídas, no que diz respeito aos detalhes inerentes ao projeto estrutural como cobrimento mínimo, espaçamento entre as armaduras, tipo de armadura, bem como as dimensões da parede. Para as paredes do primeiro pavimento, o radier deve estar nivelado e limpo e para a execução das paredes dos próximos pavimentos, as lajes também precisam estar niveladas e limpas. Marcação de paredes, esquadrias e shafts também precisam estar concluídos. Ao passo, toda armadura que será utilizada nas paredes deverá estar disponível e próximas ao local da execução, agilizando assim o transporte destas para o local onde a parede será concretada.

Para dar continuidade na estrutura, deve ser prevista a colocação dos arranques no radier (Figura 5) e em quaisquer lugares onde será dada continuidade na armação, paredes de pavimentos superiores e escadas, atentando-se para proteção adequada destes, através do uso de protetores de arranques.

Figura 5 – Arranques no radier para continuidade da armação das paredes



Fonte: Autor (2022)

Na sequência a tela soldada é posicionada no eixo vertical da parede. Bordas, vãos de portas e janelas recebem reforços de telas ou barras de armadura convencional como pode ser observado na Figura 6.

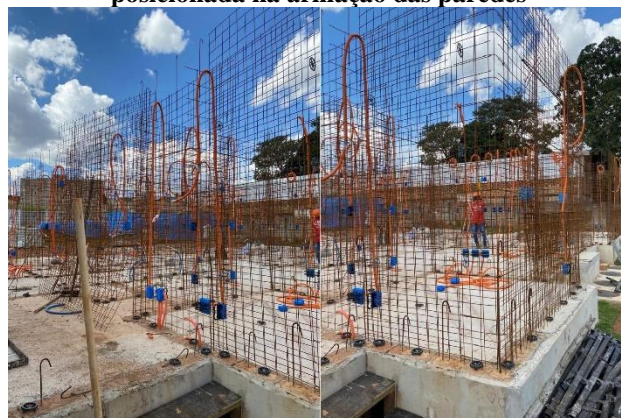
Figura 6 – Reforços de barras convencionais nos vãos das esquadrias



Fonte: Autor (2022)

Seguindo a execução do sistema construtivo em questão, as instalações elétricas e hidráulicas devem ser posicionadas imediatamente após a montagem da armação (Figuras 7 e 8), uma vez que a tela de aço será utilizada como suporte, fixação e garantia do correto posicionamento das instalações.

Figura 7 – Instalações elétricas e hidráulicas posicionada na armação das paredes



Fonte: Autor (2022)

Figura 8 – Instalações elétricas e hidráulicas posicionada na armação das lajes



Fonte: Autor (2022)

Vale ressaltar que a armação deve ser amarrada firmemente através de pontos com arame recozido, a fim de garantir que esta não se movimente e se mantenha íntegra.

4.3 Execução das fôrmas das paredes

As fôrmas para o sistema construtivo em parede de concreto podem ser encontradas em diversos materiais: metálicas (aço ou alumínio), mistas (chapas de madeira, dispositivos e uniões metálicos), plástico (chapas de material reciclável) e madeira tradicional (basicamente todos os componentes do sistema constituídos por madeira) (SACHT, 2008).

De acordo com a Comunidade da Construção (2022), as fôrmas precisam suportar todas as pressões quando o concreto for lançado, até que este concreto adquira resistência suficiente até a retirada destas, não permitindo que o concreto escoe por nenhuma parte

e garantindo o alinhamento das peças que definem o molde.

Para o sistema estudado as fôrmas utilizadas para a execução da obra são metálicas (Figura 9), sendo esse material o mais procurado para execução desse método.

Figura 9 – Fôrmas metálicas posicionadas



Fonte: Autor (2022)

Os painéis foram enumerados (Figura 10) de acordo com as especificações do projeto e a montagem foi definida de acordo com essa numeração, usando conectores (pinos).

Figura 10 – Fôrmas metálicas enumeradas



Fonte: Autor (2022)

A manutenção e a limpeza das fôrmas são de extrema importância para garantir a vida útil do painel. É muito importante que se atente para a utilização do desmoldante para que este não comprometa a aderência na fase dos revestimentos finais (GUIA DA CONSTRUÇÃO, 2010).

4.4 Execução da concretagem das paredes

Para a execução da concretagem todas as posições e capacidades estruturais dos escoramentos, apuradores e alinhadores horizontais, devem ser aferidos antes do lançamento do concreto, garantindo que os lugares, tamanhos e alinhamentos das fôrmas sejam conservados conforme o projeto como referenciado na NBR 16055/2012.

Para a concretagem utilizou-se um concreto autoadensável (Figura 11) com capacidade de fluir dentro da fôrma sem obstrução do fluxo ou segregação. O fck utilizado foi de 25 MPa, A/C \leq 0,60. Devido a fluidez do concreto, não se faz necessária a utilização de vibrador, porém ao ser lançado nas fôrmas das paredes, um funcionário bate nas fôrmas com o auxílio de uma barra de aço para averiguar e garantir o preenchimento da fôrma.

Figura 11 – Lançamento do concreto



Fonte: Autor (2022)

O concreto é inicialmente lançado na laje e depois, com o auxílio de uma enxada este é distribuído para as fôrmas das paredes que possuem tubulação elétrica, de modo a garantir que a pressão do lançamento não comprometa as posições do sistema, para as demais o concreto é lançado normalmente (Figura 12).

Figura 12 – Lançamento do concreto



Fonte: Autor (2022)

Para a desfôrma, já com o concreto totalmente seco (Figuras 13 e 14), como no processo de montagem das fôrmas, a ordem de execução é igualmente respeitada. Todos os travamentos são removidos, tanto dos painéis ou dos vãos das esquadrias ou de ambos. O processo é iniciado pelos painéis internos e na sequência, pelos externos para facilitar o armazenamento dos painéis. É fundamental que os pontos fixos de escoramento das lajes não sejam removidos.

Figuras 13 e 14 – Concreto seco após a desfôrma



Fonte: Autor (2022)

A cura, após a concretagem, é muito importante para assegurar que o concreto atinja as propriedades do traço determinado em projeto. Vale ressaltar que quando o concreto não é hidratado de forma correta, perde sua resistência e durabilidade gerando, inclusive, fissuras.

4.5 Comparativo de custo Sistema Construtivo de Parede de Concreto X Sistema Construtivo Convencional com Alvenaria de Bloco Cerâmico.

Foi realizado um comparativo de custo entre os dois sistemas construtivos: as paredes de concreto e as paredes em blocos cerâmicos (método convencional). Baseando-se na área construída de cada unidade habitacional (UH) – 40,79 m² têm-se os custos por metro quadrado (R\$/M²). Foi adotado que o prazo de entrega para ambas as construções seriam os mesmos, um ano; foi utilizado também a tabela SEINFRA onde o m² para a construção, do sistema convencional em alvenaria de bloco cerâmico, custa R\$ 37,78 e o m² para o sistema em parede de concreto custa R\$368,64; valores referente à setembro de 2022 como base para realização do orçamento do custo total da obra, logo os materiais que servem para ambos os métodos partem do mesmo índice de produtividade, custos e encargos sociais.

O Quadro 1 mostra o custo do m², o custo para uma UH e o total ao se construir 460 UH, sem contemplar infraestrutura e terreno.

Quadro 1 – Custo para execução de 460 UH nos sistemas em questão.

MÉTODO EXECUTIVO	M ²	Custo (R\$/M ²)	Custo da UH (R\$)	Total (R\$) 460 UH
UH em alvenaria convencional	40,79	1.541,04	62.859,27	28.915.264,20
UH em paredes de concreto	40,79	1.331,06	54.293,91	24.975.197,70

Fonte: Autoral (2022)

O Quadro 1 apresenta uma economia de 13,62% se a construção for executada no sistema de paredes de concreto em relação ao sistema de blocos cerâmicos, totalizando uma economia de R\$ 3.940.066,50 no custo global da obra. Devido ao alto custo das fôrmas metálicas o Sistema Construtivo em Parede de Concreto moldado “in loco” só é viável se houver um alto número de repetições, assim o custo das fôrmas é distribuído entre as unidades habitacionais.

O Quadro 2 demonstra o custo para se executar somente 01 UH em ambos os métodos construtivos.

Quadro 2 – Custo para execução de 01 UH nos sistemas em questão.

MÉTODO EXECUTIVO	M ²	CUSTO (R\$/M ²)	Total (R\$) 01 UH
UH em alvenaria convencional	40,79	1.541,04	62.859,27
UH em paredes de concreto	40,79	15.036,82	613.352,116

Fonte: Autoral (2022)

Como pode ser observado no Quadro 2 acima, não é viável a construção de 01 UH no sistema construtivo em parede de concreto devido ao alto custo do sistema como um todo.

4.6 Vantagens e desvantagens

As vantagens desse sistema construtivo em paredes de concreto podem ser listadas da seguinte forma:

- Vedações produzidas de forma racionalizada, mão de obra reduzida e pouca perda de material;
- Devido ao planejamento da execução do sistema, a produção acaba se tornando mais veloz devido a inexistência de dúvidas e imprevistos e essa sistematização traz para a obra, também, redução de custos;
- Exercer função estrutural;
- A linearidade da parede evita regularizações e permite redução da espessura dos acabamentos;
- Não exige conhecimento técnico do operário, somente treinamento;
- Permite aumento da área útil do ambiente, uma vez que essas paredes necessitam de menores espessuras se comparadas com a alvenaria convencional.

O sistema abordado, como qualquer outro, possui desvantagens, sendo elas:

- Altíssimos custos das fôrmas que, se não forem diluídos em outros fatores, como quantidade de unidades habitacionais, torna a execução do sistema inviável;
- Necessidade de grandes equipamentos para o posicionamento das fôrmas devido seus pesos e suas dimensões;

- Impedimento de personalizações devido a função estrutural da parede;
- Dificuldade para executar retrabalhos.

5 CONCLUSÕES

A construção civil comporta e aceita diversas mudanças e aperfeiçoamentos na forma de construir e executar. Deste modo, o avanço na prática do sistema construtivo em paredes de concreto tornou o método viável e o introduziu novamente no cenário da construção civil.

Com essa reintrodução do método tornou-se necessária a criação da norma regulamentadora específica, que aconteceu em 2012, ABNT NBR 16055:2012 Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e Procedimentos, e então os profissionais passaram a ter um suporte técnico mais estabelecido e consistente.

Dada as avaliações realizadas durante a execução desse trabalho com o acompanhamento do processo “*in loco*” ficou constatado que para que o método seja viável financeiramente, é necessária uma pré-análise muito bem definida contando com a qualificação da equipe para realização do acompanhamento do empreendimento desde a elaboração dos projetos garantindo a compatibilização desses, a fim de evitar retrabalhos e atrasos durante a execução.

Para a execução desse método é fundamental a utilização das fôrmas, que possuem um alto valor aquisitivo, porém estas podem ser utilizadas mais de uma vez em diferentes construções que possuem a mesma diagramação, o que justifica o alto custo para sua aquisição, sendo assim é de extrema importância que haja um cuidado redobrado ao manusear estas, evitando prejuízos.

O sistema de parede de concreto analisado, permite que seja concretado um pavimento por dia, tendo um ganho de tempo considerável. O concreto também deve ser observado e precisa garantir uma resistência inicial alta, além de ser bastante fluído. Constatou-se que a mão de obra necessária pode variar conforme a obra, e que deve haver um treinamento para as equipes de trabalho antes de iniciar a construção.

O sistema analisado nesse trabalho é cabível e apresenta vantagens em relação a outros, principalmente, em construções habitacionais populares numerosas, sendo as principais vantagens, o tempo de execução da obra, menor quantidade de mão de obra qualificada e melhores custos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP. Parede de Concreto - Coletânea de ativos 2007/2008.

AREAS, Daniel Moraes. **Descrição do processo construtivo de parede de concreto para obra de baixo padrão**. 2013. 84 p. TCC - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16055: **Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações - Requisitos e procedimentos**. Rio de Janeiro, 2012.

BORGES, Marcos. **Sistema construtivo de parede de concreto em edificação de múltiplos pavimentos considerando as perspectivas iniciais do empreendimento**. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/30932>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

CARBONE, C. 2012. **Os revestimentos e as paredes de concreto: uma interação competitiva**. Núcleo de Referência Parede de Concreto. Não paginado. Disponível em: <<https://nucleoparededeconcreto.com.br/artigos/os-revestimentos-e-as-paredes-de-concreto-uma-interacao-competitiva>>. Acesso em: 03 abr. 2022.

CIMENTO ITAMBÉ. **Cresce uso de paredes de concreto entre países latinos**. 2018. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/cresce-uso-de-paredes-de-concreto-entre-paises-latinos/>> Acesso em: 16 mar. 2022.

CORRÊA, Júlio. **Considerações sobre projeto e execução de edifícios em paredes de concreto moldados in loco**. Trabalho de conclusão de curso (Curso superior de Engenharia Civil) Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Parede de Concreto**. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/vantagens/viabilidade/20/vantagens.html>>. Acesso em: 24 mar. 2022.

GOES, Bruno Pereira. **Paredes De Concreto Moldadas “In Loco”: Estudo do Sistema Adotado em Habitações Populares**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008999.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2017.

GUIA DA CONSTRUÇÃO, 2010 Disponível em <<http://www.sh.com.br/media/formadealuminio.pdf>> Acesso em 22 de setembro de 2022.

MACEDO, Julianne. **Um estudo sobre o sistema construtivo formado por paredes de concreto moldadas no local**. 2016. 77 p. TCC - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

MAYOR, Arcindo Vaquero. **O Concreto e o Sistema de Parede de Concreto**. 2012. Disponível em: <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/2012/1/>>. Acesso em 13 de fev. 2017.

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

SACHT, Helenice Maria. **Painéis de vedação de concreto moldados in loco: avaliação de desempenho térmico e desenvolvimentos de concretos**. 2008. 21 Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde17102008114925/publico/HeleniceSacht.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2021.

SANTOS, Altair. **Norma populariza parede de concreto moldada “in loco”**. 2013. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/norma-populariza-parede-de-concreto-moldada-in-loco/>>. Acesso em: 06 set. 2022.

SGOBBI, Vinícius. **Um estudo sobre o método construtivo paredes de concreto moldadas in loco – sua execução, vantagens e desvantagens**. 2021. Disponível em: <<https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/915>> Acesso em: 15 mai. 2022.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1069 • Setor Universitário
Caixa Postal 86 • CEP 74605-010
Goiânia • Goiás • Brasil
Fone: (62) 3946.1000
www.pucgoias.edu.br • reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O estudante Vitor Hugo Aparecido de Andrade do Curso de Engenharia Civil, matrícula 2017.2.0025.0016-0, telefone: (62)99521-5466, e-mail vitorhaandrade@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Sistema Construtivo em Paredes de Concreto em Obras Residenciais – Estudo de Caso, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 26 de setembro de 2022.

Assinatura do autor: Vitor Hugo A. de Andrade

Nome completo do autor: Vitor Hugo Aparecido de Andrade

Assinatura do professor-orientador: Adriane Borges de Paula Couto

Nome completo do professor-orientador: Adriane Borges de Paula Couto