

Auzier, J.S.¹; Galvão, M.R.M.²

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

Caetano, M.A.T.³

Professor Esp., Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

¹ junioauzier@tsreengenharia.com.br; ² mateus.eng9841@outlook.com; ³ mcaetano@pucgoias.edu.br;

RESUMO: Edificações de paredes de concreto são aquelas nas quais as paredes possuem função portante e são executadas em concreto. Os projetos são regulamentados pela NBR 16.005:2012. Este trabalho acadêmico consistiu no estudo das etapas construtivas de paredes de concreto, com o objetivo de entender e exemplificar melhor o passo a passo feito neste método construtivo, caracterizando e observando os processos utilizados. Para isso foi realizada uma visita técnica in loco em uma obra da construtora MRV para acompanhar cada etapa construtiva. Vale ressaltar que para realização da visita foram tomadas todas as precauções demandadas em virtude da pandemia, fora as já adotadas direto pela empresa, como o uso de EPIs. Observou-se uma montagem em escala no local, onde notou-se o início das primeiras paredes até o seu acabamento. Ao conversar com a Engenheira responsável, foi descrita cada etapa construtiva, como foram feitos os ensaios e o motivo da utilização do método paredes de concreto, também pode se relatar a escolha da utilização de fôrmas metálicas em relação as outras fôrmas fabricadas em materiais diferentes. Concluiu-se assim a pesquisa das etapas construtivas deste método, e com uma comparação realizada a respeito da obra visitada, ela atendia todos requisitos preconizados em norma e com um alto padrão de segurança e qualidade.

Palavras-chaves: parede de concreto, rápida execução, parede portante, método executivo.

Área de Concentração: 02 – Estruturas

1. INTRODUÇÃO

Nas palavras de Sampaio et al (2016), a concorrência no setor de imóveis em conjunto com o alto valor agregado aos terrenos nas grandes cidades e metrópoles, vem forçando as construtoras a se desenvolverem, criando assim empreendimentos cada vez maiores em tamanho e quantidades em áreas bem menores que as comuns, tornando assim projetos econômicos mais viáveis, otimizando tempo, espaço e execução. Com isso, os projetos tem que ser bem elaborados, sempre visando o custo ligado com a boa execução e o tempo de execução do serviço, sendo assim com o passar dos anos e com a grande necessidade de uma forma de construção mais rápida e limpa, disseminou-se de forma mundial a utilização do sistema de Parede de Concreto moldada in loco. Sua homologação junto a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

ocorreu através da NBR 16.055:2012 (Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos), no mês de maio. Sua publicação e normatização veio de encontro com o início das atividades do governo brasileiro, no programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), ajudando assim a sua rápida implantação no meio da construção civil, na utilização para construções mais rápidas de casas térreas (isoladas ou geminadas) e prédios baixos (térreo + 3 ou 4 andares) e sobrados.

Segundo Fonseca Junior, (2015), as paredes de concreto tiveram suas vantagens aparentes logo no começo de sua implementação, como a velocidade de execução do projeto, redução dos prazos para conclusão da obra, eliminação de etapas construtivas como vedação, chapisco, revestimento interno e externo e as demais instalações, redução no retrabalho. Grandes construtoras e incorporadoras começaram a implementar este modelo de construção em seus

projetos, assim, no período entre 2012 e 2015 foram construídas mais de 700.000 unidades em todo país, um número relativamente grande pelo tempo curto de operação.

Com a decorrência de necessidades na construção civil, a partir de novos programas de incentivos do governo, como por exemplo, o MCMV, foram necessárias novas técnicas de construção, principalmente para as classes mais populares, fomentando assim a evolução dos sistemas construtivos. Desenvolveu-se, então, as paredes de concreto, com sua proposta que é o custo benefício e a agilidade na execução da obra em relação a alvenaria, o que fez as construtoras utilizarem cada vez mais este método.

Logo, em função do recorrente uso desta técnica construtiva, faz-se necessário estudar e capacitar acerca do tema proposto, pois, este método têm fundamental eficácia no processo de desenvolvimento e recuperação do mercado da construção civil, atraindo classes sociais menos favorecidas, as quais agora podem desfrutar de novos empreendimentos por conta do custo benefício resultante das construções com paredes de concreto.

O objetivo da presente pesquisa foi entender e exemplificar o passo a passo da construção de obras com parede de concreto. Teve-se como objetivos específicos: caracterizar os principais processos de utilização e montagem in loco de paredes de concreto na construção civil; apontar o processo de controle tecnológico dentro da obra realizada com paredes de concreto; explanar o porquê de esta não poder ser alterada pelo cliente; levantar os ensaios necessários para analisar o concreto auto adensável; mensurar os principais tipos de patologias encontrados no pós-obra e meios para solucioná-los.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Paredes de concreto é um sistema construtivo no qual as paredes são portantes e possuem função estrutural. Esta técnica vem sendo utilizada na construção de edificações repetidas e moduladas nas quais as paredes de alvenaria de vedação são substituídas por elementos prismáticos de concreto com função estrutural.

2.1 Sistema Parede de Concreto

O sistema de construção utilizando as paredes de concreto é um método de construção mais rápida e limpa, diminuindo significativamente o número de entulhos na obra e acelerando bem sua execução, podendo, em um projeto habitacional de casas térreas, entregar uma casa por dia.

Como podemos observar na Figura 1.

Figura 1: Possível divisão das etapas de montagem do sistema de forma.



Fonte: SH (2014).

2.2 Histórico

De acordo com Arêas (2013), o método foi desenvolvido no final do século XX, utilizando os conhecimentos de concreto celular (sistema Gethal) e concreto convencional (sistema Outinord), que foi mundialmente conhecido nos anos 70 e 80. Porém com a grande limitação financeira da época, esta tecnologia não se consolidou em solo nacional. Contudo com o crescimento no mercado para ampliar a oferta de moradias no início do século XXI, o sistema parede de concreto representa uma boa solução para produção em escala.

Para atender este novo método foi desenvolvida a NBR 16055:2012. Ela surgiu para facilitar o entendimento sobre os processos executivos, manter a segurança na construção e impedir algumas possíveis patologias no pós-obra.

2.2.1 Vantagens e Desvantagens na execução da parede de concreto

De acordo com Comunidade da Construção (2012, A), um processo que vem difundindo-se no mercado é o sistema construtivo de parede de concreto, devido à verificação das vantagens na produção de unidades habitacionais em larga escala. Entre as principais vantagens do sistema estão: Velocidade na execução, podendo entregar até uma casa por dia (montagem e concretagem das fôrmas), já é uma grande agilidade em função da alvenaria tradicional; Garantia do cumprimento dos prazos; eliminação do chapisco/reboco e Abertura exata dos vãos não precisando esquadrear as esquadrilhas.

Por outro lado, Casas e Projetos (2012) expõe algumas desvantagens deste sistema: todas as fôrmas são pré-determinadas conforme descrito no projeto

arquitetônico, não permitindo eventuais modificações; a viabilidade se dá apenas de acordo com a repetitividade e a larga escala das habitações; o elevado custo das fôrmas pode impedir o processo construtivo de se tornar rentável; grande dificuldade na realização de ampliação e reformas.

Entre outras dificuldades na execução da utilização da parede de concreto, vem da parte de planejamento, pois os projetos devem ser muito bem compatibilizados, assim evitando a ocorrência de erros na execução, promovendo um bom seguimento do cronograma, prever os locais de descidas das tubulações, localizar as passagens dos conduítes e instalações ou projetar paredes sem função estrutural e assim descer suas respectivas prumadas, pois quando a parede tem função estrutural não pode ser quebrada, por ter função vital na superestrutura.

2.2.2 Os processos

De acordo com Comunidade da construção (2012, B), há a dependência total da eficiência nos processos de produção envolvendo toda e quaisquer operação no ramo industrial. A construção civil e todas as suas vertentes não são diferentes. Na elaboração de um projeto, utilizando-se dos atributos da criatividade para elaborar o projeto arquitetônico e a alta capacidade para solucionar problemas propostos, podendo estes ser a nível estrutural, operacional e espacial, necessitam de uma execução bem planejada, bem realizada e principalmente economicamente viável.

Estes processos devem ser bem estudados e bem compatibilizados, pois neste modo de construção, não sobra margem para modificação do projeto construtivo depois de iniciada a execução. Assim deve haver um estudo bem feito para os cálculos de cargas, locação de pilares e pressão fornecida nas encanações para não ocorrer de alguma romper ou vibrar o suficiente para causar fissuras ou patologias na edificação.

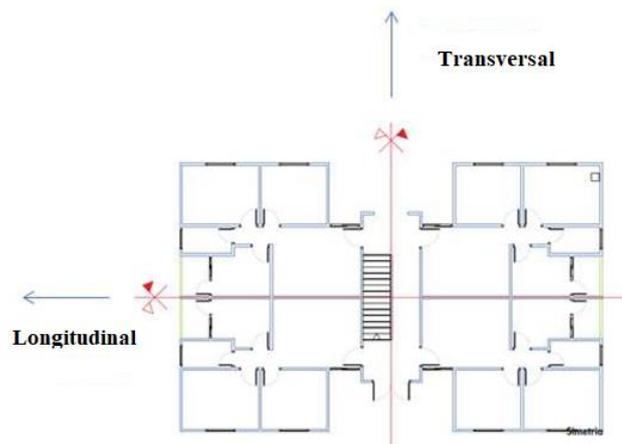
Segundo Coletânea de ativos (2009), nas edificações de muitos pavimentos, recomenda-se projetar apartamentos simétricos em ambos eixos da planta: longitudinal e transversal (isto pode ser desconsiderado quando se tratar de sobrados e casas térreas). Com o intuito de poder criar equipes de montadores de fôrmas separados das equipes de montagem das armações e instalações, é importante “dividir” a montagem/concretagem em trechos de 1/2 ou até 1/4 de laje. Tal simetria do projeto possibilita “girar” as fôrmas sem a obrigação de retirar os painéis de fôrmas ou acrescentar os chamados “painéis de ciclo”, aumentando assim a eficiência, produtividade e garantindo o ciclo.

Desta maneira pode-se ter uma ideia de como é o processo executivo em uma obra de Parede de

Concreto, de modo que se deve sempre tentar executar e desenhar tais projetos em simetria, para assim poder desempenhar com uma maior velocidade e qualidade o projeto arquitetônico e estrutural da edificação.

A Figura 2 mostra um exemplo da planta baixa de um pavimento do tipo onde o projetista primou pela simetria em relação aos eixos.

Figura 2: Possível divisão das etapas de montagem do sistema de forma.



Fonte: ABCP (2009).

2.2.3 Fundação

Como descrito em Comunidade da construção (2012, C), não há nenhuma restrição quanto ao tipo de fundações a serem adotados nesses projetos. Alguns tipos de fundações que podem ser realizadas, são os sistemas em sapata corrida, radier e blocos coroamento para estacas ou tubulões conforme especificado no projeto.

De acordo com a NBR 16.005:2012, é obrigatório considerar o modelo estrutural da interação solo-estrutura no caso de edificações com mais de cinco pavimentos, levando em conta a deformabilidade da fundação (incluindo vigas de apoio), conforme padrões geotécnicos estabelecidos por especialistas em mecânica de solos. No mínimo, deve-se considerar o modelo de molas discretas independentes localizadas nos postos de apoios. Porém, por se tratar de paredes de concreto deve-se levar em consideração vários outros fatores na hora de dimensionar suas fundações, sempre considerando que estas paredes também possuem função estrutural.

A Figura 3, mostra a estrutura em construção de um prédio de quatro pavimentos construído de parede de concreto, com suas respectivas fôrmas à esquerda e à direita as paredes já moldadas.

nivelamento do contra piso e no custo para contratação de novos operários para este tipo de serviço. Passado o tempo da cura, pode-se já dar início as outras etapas.

Figura 3: Estrutura de um prédio em execução.



Fonte: II Congresso Iberoamericano de Habitação, MCMV (2018).

Conforme a Comunidade da Construção (2012, C), não importando o tipo da fundação a ser realizada, a execução desta tem de ser acompanhada de um nivelamento minucioso, podendo assim ser feita de forma exata, a instalação das fôrmas. A recomendação é a execução de uma laje/piso na cota do terreno, assim exercendo um apoio ao sistema de fôrmas e exclua a probabilidade de o trabalho ser realizado no terreno bruto. É atrativo que essa laje/piso tenha sua construção ultrapassando a dimensão igual a espessura dos painéis da parte de fora das fôrmas, assim esta irá ter alguns centímetros a mais que o calculado em projeto, no entanto as fôrmas externas das paredes ficaram apoiadas na laje/piso de forma mais fácil. Já quando a escolha for pela fundação com laje do tipo radier, aconselha-se construir a calçada externa na mesma concretagem.

A Figura 4, mostra o radier de fundação de uma obra de parede de concreto.

Figura 4: Radier.



Fonte: Mapa da Obra (2017)

Com uma boa execução da laje/piso, pode se economizar muito na construção, no tempo para

2.2.4 Fôrmas

Nas palavras de Misurelli e Massuda (2009), as fôrmas não têm função estrutural permanente, são estritamente interinas e apresentam o propósito de acomodar e realizar o molde do concreto em estado fresco. Sendo assim, estas devem ter resistência às pressões causadas durante o lançamento do concreto, assim poderão resistir de forma eficaz quando chegar o momento da desforma. Quanto ao seu projeto, deve-se abordar o detalhamento dos seguintes itens: posicionamento dos painéis, equipamentos auxiliares, peças de travamento e prumo, escoramento e sequência de montagem e desmontagem.

De acordo com Comunidade da Construção (2012, D), as paredes de concreto, podem ser moldadas in loco, necessitando de fôrmas que podem ser de vários tipos, tamanhos e materiais diferentes, podem ser feitas de material metálico, metálico juntamente com compensado (misto) e plástico. A escolha da tipologia adequada, o desenvolvimento e o detalhamento do projeto de fôrmas são de extrema importância para a viabilidade do sistema Parede de Concreto e a garantia da qualidade do produto.

No que diz respeito quanto a escolha das fôrmas, Carvalho (2012, p. 24) diz que as fôrmas de fabricadas em metal dispõem de uma maior durabilidade, no entanto o manuseio destas envolve uma certa dificuldade durante a execução da obra devido ao alto peso das fôrmas. Já as feitas em madeira possuem uma durabilidade mediana, mas sendo bem mais leves do que as de metal. Em contrapartida, as fôrmas de plástico são muito leves, contudo podem deformar de maneira mais fácil do que as demais durante a concretagem, tendo-se em vista a diversidade na escolha do material usado na fabricação das fôrmas, deve-se levar em consideração para a escolha o material o tipo de obra a ser realizada, o tempo esperado de entrega e a localização desta, lembrando que a junção das fôrmas é toda feita por encaixes e parafusos.

De acordo com a NBR 16055:2012, a execução da moldagem da estrutura é realizada utilizando-se de fôrmas que foram projetadas para cada empreendimento de maneira exclusiva. Há divergência no tipo de material utilizado para fabricar cada fôrma, tais materiais pode ser de origem metálica (quadros e chapas em alumínio ou aço), metálica e compensado (quadros em alumínio ou aço e chapas de madeira compensada ou material sintético) e plástico (quadros e chapas de plástico reciclável contraventadas por estruturas metálicas).

De acordo Associação Brasileira de Cimento Portland (2007), podem ser utilizadas fôrmas e quadros fabricados de chapas metálicas. O material que é mais usado é o alumínio (Figura 5), já que este pode ser considerado o menos pesado e mais resistente, outro material muito usado na fabricação das fôrmas é o aço. Estas são estimadas como sendo as fôrmas mais caras, no entanto são as que mais podem ser reutilizadas, aproximadamente 1000 vezes.

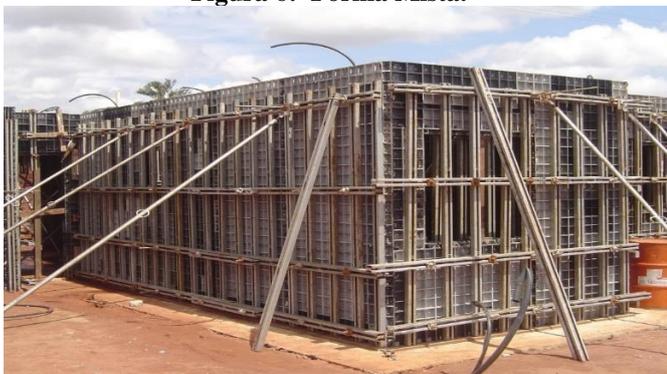
Figura 5: Fôrma Metálica.



Fonte: Comunidade da construção (2012).

As fôrmas metálicas e compensadas (Figura 6), também são conhecidas como mistas, de acordo com a ABCP (2007), são consideradas aquelas que são fabricadas a partir da utilização de quadros com componentes metálicos e chapas de madeira compensada. Essas chapas são parte da fôrma que mantém contato direto com o concreto.

Figura 6: Fôrma Mista.



Fonte: NAKAMURA (2019).

Já as fôrmas plásticas (Figura 7), também através de estudos feitos pela ABCP (2007), utilizam-se de quadros e chapas feitas em plástico reciclável. São consideradas as fôrmas mais baratas e que só podem ser reutilizadas por cerca de 100 vezes.

De acordo com a Comunidade da Construção (2012), elas utilizam quadros e chapas feitos em plástico reciclável, tanto para estruturação de seus painéis como para dar acabamento à peça concretada, sendo contraventados por estruturas metálicas.

Figura 7: Fôrma Plástica.



Fonte: Metro modular (2020).

2.2.5 Armaduras

Por se tratar de um processo que não se admite erros, a instalação das armaduras se dá como uma das partes de maior importância do processo, sendo assim também não é permitido a quebra da parede, como pode ser feito na alvenaria, para possíveis consertos e manutenções nas partes hidráulicas e elétricas da edificação.

Segundo Carvalho (2012), as armaduras desempenham um papel fundamental na estrutura. A adesão do concreto ao aço é responsável pela transferência das tensões de tração não absorvidas pelo concreto nas barras da armadura, garantindo assim o perfeito funcionamento conjunto dos dois materiais.

Carvalho (2012) também diz que o projeto estrutural é quem define e especifica a quantidade, montagem e os tipos de telas soldadas e dos reforços que serão aplicados na obra. Corriqueiramente, a armadura principal deve primeiro ser montada em uma tela soldada. Posteriormente, são colocadas as armaduras de reforços, as ancoragens de cantos e as cintas. Portanto, para acelerar a montagem das armaduras, também é recomendável cortar a posição em que a moldura da porta e da janela serão colocadas com antecedência. A armadura também é responsável pela estruturação e fixação de componentes elétricos, como conduítes, tomadas e interruptores. Ocupando grande responsabilidade na estrutura da construção, as armaduras devem ser muito bem projetadas, pois além de ter utilidade estrutural, não podem dar margem para erros, porque após a concretagem das paredes, não há possibilidade de manutenção.

A ABCP (2007), prega que, a armação usada no sistema de paredes de concreto é uma tela soldada posicionada no eixo vertical da parede. As arestas, vãos de portas e janelas são reforçadas por telas ou barras de armadura convencional. Em edifícios com maior altura, as paredes devem receber duas camadas de telas soldadas, posicionadas verticalmente, e os reforços verticais devem ser instalados nas extremidades da parede. 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 de gás.

A NBR 16.005:2012, no item 8.2, “não proíbe o uso de barra ou treliça para a armação de lajes e paredes, porém a maioria dos construtores que executam obras de parede de concreto no Brasil utilizam tela soldada nas paredes e lajes, e barra nos locais onde carecem reforços de armadura.”.

As Figuras 8 e 9 mostram a equipe de armação montando as telas de parede.

Figura 8: Armação de paredes.



Fonte: Metro Modular (2020).

Figura 9: Armação de paredes.



Fonte: Construtora Ita Açu (2020).

2.2.6 Concreto

Segundo Misureli e Massuda (2009), no Brasil existem quatro tipos de concretos que são recomendados para o sistema Parede de Concreto, esses são, concreto celular, concreto com agregados leves ou com baixa massa específica, concreto com elevado teor de ar incorporado – até 9%, e por fim concreto convencional ou auto adensável. Tendo assim o principal elemento para execução de sua obra.

De acordo com a ABCP (2010), quando economicamente viável, deve-se utilizar o concreto auto adensável, pois como as espessuras de paredes e lajes nesse sistema são muito pequenas, dificulta o

lançamento e a vibração do material nas fôrmas. Este concreto possui duas qualidades relevantes: a mistura é extremamente plástica, sendo assim, dispensando o uso de vibrador, e a sua aplicação é feita de forma mais rápida, pois utiliza o bombeamento do concreto.

Já o concreto celular (Tipo L1), de acordo com a ABCP, 2007, é preparado com agregados convencionais (areia e brita), cimento Portland, água e minúsculas bolhas de ar distribuídas uniformemente em sua massa. Por causa das bolhas de ar, adquire características como a baixa massa específica e o bom desempenho térmico e acústico. É usualmente utilizado para estruturas de até dois pavimentos, quando a resistência especificada seja igual à resistência mínima de 4MPa.

Por outro lado, o concreto com elevado teor de ar incorporado – até 9%, também pela ABCP, 2007, este tipo tem características acústicas, térmicas e mecânicas parecidas às do concreto tipo L1, é usualmente utilizado em residências térreas e assobradas, desde que especificado com resistência igual à resistência mínima de 6MPa (ABCP, 2007).

Já o concreto com agregados leves ou com baixa massa específica (Tipo L2), com relatórios feitos pela ABCP, 2007, chegou-se à conclusão que, esse concreto é composto com agregados leves, tem características como bom desempenho térmico e acústico mas levemente inferior aos concretos Tipos L1 e M. É usado em qualquer estrutura que necessite de resistência de até 25MPa.

Por último, segundo Gomes (2009), deve-se ter um controle de qualidade do concreto utilizado na obra, que apenas pode ser garantido por meio do concreto usinado. Nas palavras dele o concreto convencional ou concreto auto adensável é uma tecnologia inovadora que evoluiu o concreto convencional, ele também cita que sua composição aumentou de quatro para seis elementos na hora de sua fabricação, esses elementos são: água, cimento, agregado graúdo, agregado miúdo, finos e aditivos, tornando assim a proporcionalidade mais complexa.

Pela ABCP, 2007, (Tabela 1) este concreto auto adensável, foi relatado tendo duas principais características: aplicação é muito rápida, feita por bombeamento e a mistura é extremamente plástica, dispensando o uso de vibradores, já citado em suas características anteriormente.

Tabela 1: Resumo dos tipos de concreto

| Tipo | Concreto | Massa Específica (Kg/m ³) | Resistencia mínima à compressão (Mpa) | Tipologia |
|------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| L1 | Celular | 1500 - 1600 | 4 | usualmente utilizada |
| L2 | Com agregado leve | 1500 - 1800 | 20 | Qualquer tipologia |
| M | Com alto teor de ar incorporado | 1900 - 2000 | 6 | Casa até 2 pavimentos |
| N | Convencional ou Auto-adensável | 2000 - 2800 | 20 | Qualquer tipologia |

Fonte: ABCP (2007).

2.2.7 Patologias no pós-obra

Tomando como base Sampaio et al (2016), no Brasil, a má execução e uso dos materiais faz-se vincular as principais patologias. Outras causas são os projetos que pecam por má avaliação de cargas; erros no modelo estrutural; erros na definição da rigidez dos elementos estruturais; falta de drenagem; ausência de impermeabilização; e deficiências no detalhamento das armaduras. Para melhor estudo deste problema, deverá a obra ser analisada como um todo, desde seu projeto inicial até sua execução para assim entender os fatores que podem levar às patologias no concreto armado.

A origem das patologias de acordo com Pedro et al (2002) pode ser classificada de 4 formas diferentes como as alterações congênicas, construtivas, adquiridas e acidentais. Neste ramo as mais comuns são as construtivas.

As patologias congênicas, normalmente se originam na fase de projeto por falta de observar as normas técnicas, elas também podem surgir de erros e omissões dos profissionais responsáveis, resultando assim em falhas no detalhamento e concepção inadequada dos revestimentos. São responsáveis por grande parte das avarias registradas em edificações.

Por outro lado, as construtivas se classificam por sua relação à fase de execução da obra, um dos grandes causadores desta alteração é o emprego de mão-de-obra despreparada, produtos não certificados e ausência de metodologia para assentamento das peças, as quais, também são responsáveis por grande parte das anomalias em edificações.

Enquanto as patologias adquiridas ocorrem durante a vida útil do empreendimento, sendo resultado da exposição do meio em que se inserem, podem ser naturais ou decorrentes de ação humana.

E por último, as patologias acidentais podem se caracterizar por conta da ocorrência de algum fenômeno fora do normal, resultado de uma solicitação incomum, como a ação da chuva com ventos de intensidade superior ao normal, recalques e até mesmo incêndio.

As patologias aqui retratadas, podem ser por conta de vários meios, assim como a natureza e a ação humana, como dizia Sampaio et al (2016): “Os problemas patológicos surgem em qualquer tipo de construção, tendo sua maior ênfase nas edificações, podem se manifestar das mais diversas formas. Esses problemas podem manifestar-se de forma simplificada, sendo de fácil identificação e reparo evidente. [...]”.

Sampaio et al (2016) ainda menciona que tais problemas: “[...] podem apresentar-se também de forma complexa, requerendo uma análise individualizada. As patologias que ocorrem com maior frequência são

infiltrações, manchas, bolor ou mofo, eflorescência, fissuras e trincas, corrosão da armadura, esbojamento, brocas, entre outros.” Logo, são problemas que devem ter uma necessidade maior de cuidado e vistoria durante a obra, pois erros pequenos podem causar desagredo final ao cliente.

3. METODOLOGIA

Levando em conta os objetivos, querendo identificar as etapas construtivas e tomar conhecimento destas nas obras realizadas com as Paredes de Concreto, a metodologia adotada foi dividida em 2 etapas.

A primeira etapa consistiu na pesquisa e revisão da literatura e bibliografia a respeito do sistema construtivo Paredes de Concreto, com foco nas suas etapas de execução e nas patologias recorrentes desse processo.

A segunda etapa baseou-se na visita e constatação das etapas em obras de parede de concreto, vindo de forma prática como se realiza esse tipo de obra, focando examinar esse processo e entender os motivos pelos quais pode haver patologias no pós-obra.

Com a realização da visita, foram feitos registros fotográficos da obra, de suas etapas, suas patologias, assim como também realizada a análise visual de todo o processo, constatando a viabilidade do sistema construtivo no dia a dia. A comparação da visita técnica com a bibliografia foi inevitável, logo a pesquisa se mostrou mais eficiente e baseada tanto nas questões teóricas quanto práticas.

A seguir, foi feito um levantamento bibliográfico, buscando desenvolver ideias, explicar posicionamentos de modo técnico-científicos de especialistas na área de construção por paredes de concreto e efetivar os objetivos inicialmente definidos a respeito da pesquisa proposta. Assim, foram realizados levantamentos do estado da arte utilizando-se de meios bibliográficos sobre o método construtivo Paredes de Concreto, buscando assim validar a ideia inicial proposta que era descrever este método de modo sucinto. Esses levantamentos e análises foram feitos por meios de livros, artigos científicos, relatos profissionais, periódicos e revistas especializadas.

Para melhor compreensão do tema abordado no projeto de pesquisa, foi realizada uma visita em uma obra da construtora MRV, localizada no setor Lorena Park, na cidade de Goiânia-GO no dia 21/09/2020.

O empreendimento estava em fase de construção e conseguindo assim ser possível visualizar todas as etapas.

Apartamento de dois quartos, em condomínio fechado, todos com vaga de garagem, arquitetura do empreendimento em formato H sendo oito apartamentos por andar, contendo quatro andares por prédio, e ao todo vinte e quatro torres.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acompanhados da auxiliar de engenharia civil Ana Paula Silva Carvalho, foi realizada a visita técnica. No local observou-se quase todas as fases do sistema construtivo paredes de concreto, exceto a etapa de fundação, a qual já estava totalmente concluída.

Para a fundação do empreendimento foi adotado o Lajão (SIC), também conhecido como radier, por se tratar de uma fundação com um recalque uniforme, tendo assim menos danos na estrutura que tem suas paredes portantes, com o complemento de estacas de hélice contínua e tubulões. Observou-se que após a concretagem do radier, era colocado uma fileira de blocos de concreto (fiada 0), para a passagem da encanação, dutos de gás e algumas mangueiras para futuras instalações de internet e TV como visto na figura 10.

Figura 10: Fiada 0.



Fonte: Autor.

Em seguida, o desnível foi preenchido com terra, compactado e depois utilizou-se concreto magro para a preparação da base do contra piso, deixando apenas os vergalhões de arranques, para o apoio da malha de aço das paredes que viria a seguir, sobre a fiada 0.

Ao finalizarem esta etapa, logo iniciou-se o serviço destinado para a equipe de armação, onde instalaram as malhas de aço e posicionaram todas as caixas de interruptores, tomadas e quadros, ou seja, os equipamentos de eletricidade da edificação, também já foram posicionados os eletrodutos já com os fios de ligação em seu interior, devidamente protegidos como mostrado nas Figuras 11 e 12.

Figura 11: Equipamentos elétricos posicionados.



Fonte: Autor.

Figura 12: Armação instalada.



Fonte: Autor.

Na obra visitada, optou-se por utilizar fôrmas de aço. Quando questionada a respeito do motivo dessa escolha, Ana Paula disse que a decisão foi tomada a partir da durabilidade dessas fôrmas e por conta da rotatividade das fôrmas da empresa, as quais são reutilizadas, cerca de 500 vezes, em várias obras sem a necessidade da fabricação de novas fôrmas, trazendo assim custo-benefício para a empresa. Com a malha toda instalada e firme no local e os espaçadores de 10 cm no tamanho das paredes colocados iniciou-se a instalação das fôrmas de aço, primeiramente na parte externa, após a colocação, são feitos os recortes da armadura, onde ficarão os vãos das janelas, para em seguida travarem as fôrmas em ambos os lados da parede (Figura 13).

Figura 13: Fôrmas metálicas travadas.



Fonte: Autor.

Nesta obra foi utilizado o concreto usinado autoadensável, que era aplicado após os fechamentos das fôrmas. Concretando junto a laje e as paredes do pavimento. Segundo a auxiliar de engenharia Ana Paula, que está acompanhando a obra, eles conseguem entregar metade de um pavimento a cada 24 horas (montagem e concretagem). Nesta obra cada pavimento é composto por 8 apartamentos simétricos.

O concreto utilizado na estrutura que chega da usina passa por controle tecnológico de qualidade, passando por uma série de ensaios. Na obra em questão são feitos testes para aferir se a resistência do concreto, a qual segundo especificação do projetista, deve ser de 20MPa, e o teste de abatimento do concreto (Slump Test) deve variar próximo à 65 ± 5 mm. Após o adensamento do concreto, é esperado 1 dia para verificar se a resistência deste atinge 3 MPa, logo após são feitos ensaios em corpos de prova nos períodos de 7, 14, 28 e 63 dias.

Após 24 horas da concretagem, são retiradas as fôrmas e lavadas em seguida para reutilização em outro pavimento, a parede pronta com 10 centímetros de espessura, fica apenas com as caixas de luz e tomadas instaladas.

A principal patologia relatada pela auxiliar de engenharia, Ana Paula, sobre o sistema de construtivo paredes de concreto foi na fase da desforma, pois pode acontecer do concreto não ter tido um bom adensamento em algum ponto das paredes, principalmente no quadro de registros elétricos, por apresentar uma área muito grande na qual o concreto precisa se deslocar, podendo assim ocorrer rachaduras ou fissuras na estrutura, devendo ser relatada ao projetista e corrigida da forma correta.

Também pode ocorrer como patologia, a presença de alguns locais na estrutura com pequenas falhas no concreto. Neste caso é estudado se afeta a estrutura,

caso não afete, é utilizado o graute para o preenchimento das cavidades abertas nas edificações.

Na obra visitada, não pode notar nenhuma patologia aparente.

Por ela ter sua função estrutural na edificação, a MRV optou por não passar a tubulação por dentro das paredes, pelo risco de rompimento e danificar a estrutura, para isso, as edificações utilizam o sistema de Shaft (Figura 14) nas áreas molháveis do apartamento, para em caso de rompimento ou vazamento, possam fazer a manutenção sem precisar quebrar as paredes.

Figura 14: Shafts de passagem de tubulação.



Fonte: Autor.

5. CONCLUSÕES

Perante todos os resultados apresentados e analisados, como o estudo bibliográfico das etapas construtivas e a constatação *in loco*, observou-se no acompanhamento da execução da obra da empresa MRV as etapas construtivas do sistema paredes de concreto. Primeiramente foi observado que durante a execução do sistema construtivo há uma espécie de linha de produção, partindo das equipes responsáveis pela fundação até a equipe de acabamento, aproveitando-se da grande quantidade de torres do empreendimento, a construção é iniciada de forma linear, sendo executada por várias equipes especializadas para aumentar a qualidade dos serviços

Observada a velocidade executiva, ficou subentendido o motivo da agilidade de entrega desses empreendimentos, todas as etapas na obra se mostraram eficientes, foi feito o acompanhamento passo a passo seguindo o roteiro de visita técnica como mostrado no Apêndice 1. As etapas analisadas que estavam em andamento seguiam conforme pesquisado na teoria.

Demonstrou-se de grande importância os ensaios realizados com o concreto utilizado na obra, essa por ser composta por paredes autoportantes de concreto armado, tem em seus ensaios a segurança e resguardo

do seu controle de qualidade, evitando assim possíveis patologias decorrentes do concreto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARÊAS, D. M. Descrição do processo construtivo de parede de concreto para obra de baixo padrão, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006241.pdf>>. Acesso em: 26 de março de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). COLETÂNEA DE ATIVOS: PAREDE DE CONCRETO, 2007/2008. Disponível em: <https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/02/Coletanea_PC2007-2008.pdf>. Acesso em: 17 de abril de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). COLETÂNEA DE ATIVOS: PAREDE DE CONCRETO, 2009/2010. Disponível em: <<https://abcp.org.br/download/coletanea-de-ativos-em-paredes-de-concreto-2009-2010/>>. Acesso em: 17 de abril de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16055: Parede de concreto moldada in loco para a construção de edificações – Requisitos e Procedimento. Rio de Janeiro. 2012.

CARVALHO L. F. SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAREDES DE CONCRET PARA EDIFÍCIOS: DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA E ASPECTOS CONSTRUTIVOS, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://pos.dees.ufmg.br/defesas/777M.PDF>>. Acesso em: 17 de abril de 2020.

CASAS E PROJETOS. Paredes de concreto moldadas in loco aceleram obras, 2012. Disponível em: <http://www.casaseprojetos.com/paredes-de-concreto-moldadas-inlocoaceleram-obras>. Acesso em: 30 de março de 2020.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. (A) Parede de Concreto – Vantagens, 2012. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistema-s-construtivos/2/vantagens/viabilidade/20/vantagens.html>>. Acesso em: 15 abr. 2020.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. (B) Parede de Concreto – logística, 2012. Disponível em <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistema-sconstrutivos/2/logistica/planejamento/25/logistica.html>> Acesso em 01 de abril de 2020.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. (C) Parede de Concreto – Fundações, 2012. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistema-s-construtivos/2/fundacoes/execucao/30/fundacoes.html>>. Acesso em: 27 de março de 2020.

s-construtivos/2/fundacoes/execucao/30/fundacoes.html >. Acesso em: 27 de março de 2020.

Construtora Ita Açu. SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDE DE CONCRETO. Disponível em: <<https://sites.google.com/a/todoimoveis.com/www-todonatal-com/sistema-construtivo-parede-de-concreto>>Acessado em: 18 de abril de 2020.

FONSECA JUNIOR. A. NÚCLEO PAREDE DE CONCRETO-Três anos de liderança, 2015. Disponível em: <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque-interno/tres-anos-de-lideranca>>. Acesso em: 25 de março de 2020.

MAPA DA OBRA. Radier de concreto armado é opção para fundações diretas, 2017. Disponível em <https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/radier-de-concreto-armado-e-opcao-competitiva-para-fundacoes-diretas/?doing_wp_cron=1584457903.3406040668487548828125> Acesso em 20 de março de 2020.

Metro Modular. FÔRMAS PLÁSTICAS PARA PAREDE DE CONCRETO. Disponível em: <<http://metromodular.com.br/formas-plasticas-parede-concreto>>. Acesso em: 18 de abril de 2020.

MISURELLI, H., MASSUDA, C. (2009). COMO CONSTRUIR Paredes de Concreto. Revista Técnica, Edição 147. Jun. 2009.

NAKAMURA, J (2019). PAREDE DE CONCRETO: VANTAGENS E CARACTERÍSTICAS. Disponível em: <<https://www.buildin.com.br/parede-de-concreto/>>. Acesso em: 18 de abril de 2020.

PEDRO, E. G., MAIA, L. E. F. C., ROCHA, M. O., & CHAVES, M. V. (2002). PATOLOGIA EM REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA. Disponível em: <<http://www.solucao.eng.br/novo/patologia-em-revestimento-ceramico-de-fachada.pdf>>. Acesso em 10 de maio de 2020.

SAMPAIO, G. G. D. S., COUTINHO, G. C., NOGUEIRA, M. D. S., & MANIER, R. J. (2016). PATOLOGIAS EM PAREDE DE CONCRETO. Disponível em: <<http://www.revista.universo.edu.br/index.php?journal=2TRABALHOSACADEMICOSAOGONCALO2&page=article&op=viewFile&path%5B%5D=3735&path%5B%5D=2416>>. Acesso em 10 de maio de 2020.

Apêndice 1

Roteiro de visita técnica – TCC 2

1. Fundação (pedir fotos; como foi feito; colocar a engenheira como fonte)
2. Fôrmas (processo das fôrmas, travamento, tipo de fôrmas usadas e o porquê da utilização destas; reaproveitamento de fôrmas; logística; montagem; estragos)
3. Armações (instalações elétricas e hidrossanitárias; tipo de armação)
4. Concreto (tipo de concreto usado; ensaios do concreto; tempo de cura; ligação com a estrutura-esferas)
5. Patologias (tipos de patologias; origem das patologias-congênicas, construtivas, adquiridas e acidentais)

Perguntas:

- Qual tipo de fundação foi utilizado?
- Qual tipo de ligação foi feita entre a fundação e a estrutura?
- Por que da adoção de paredes de concreto? Por que não alvenaria?
- Qual tipo de fôrma e o porquê da escolha desta?
- A obra já inicia com os projetos compatibilizados?
- Como é feito o travamento das fôrmas?
- Como funciona a logística das fôrmas?
- Reutilização das fôrmas
- Escolha do material das fôrmas
- Como funciona o procedimento de cura?
- A escolha do concreto na obra, como ocorreu?
- Características do concreto, é auto adensável?
- Que ensaios são feitos no concreto? Controle de qualidade?
- Em quanto tempo ocorre a retirada das fôrmas?
- Descreva o processo construtivo
- Logística para reaproveitamento das fôrmas?
- Quais tipos de patologias estão acostumados na vivência em obras?
- Decorrência dessas patologias?
- Controle de qualidade para processo de entrega