



ESCOLA DE ENGENHARIA
Especialização em produção e gestão do ambiente construído

**UTILIZANDO PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS “*IN LOCO*” – ESTUDO DE
CASO**

FILIPPE ARAÚJO LOPES

Belo Horizonte
2016
FILIPPE ARAÚJO LOPES

**UTILIZANDO PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS “*IN LOCO*” – ESTUDO DE
CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em produção e gestão do ambiente construído, da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial na obtenção do título de especialista em construção civil.

Orientador: Aldo Giuntini de Magalhães

2016
FILIFE ARAÚJO LOPES

**UTILIZANDO PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS “*IN LOCO*” – ESTUDO DE
CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na escola de Engenharia da
Universidade Federal de Minas Gerais no dia 27/06/16.

BANCA EXAMINADORA

Prof.º Aldo Giuntini de Magalhães

Prof.ª Sidnea Eliane Campos Ribeiro

Aprovado em 27/06/2016

Aos meus familiares e amigos, que sempre me deram força. Aos mestres e aos colegas que tenho como exemplo.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares por terem me apoiado nos momentos difíceis e nos alegres.

Ao meu orientador por ser bastante rigoroso quanto à elaboração do trabalho em busca do meu melhor.

A todas as pessoas que contribuíram de forma direta e indireta para a elaboração deste trabalho.

“Quanto mais aumenta nosso conhecimento, mais evidente fica nossa ignorância”.

John F. Kennedy

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo de estudo as edificações construídas com paredes maciças de concreto e buscou detalhar a tecnologia construtiva, e analisar seus projetos padronizados, seu alto grau de repetitividade e execução simultânea de estrutura e vedação. Foram expostos os aspectos vantajosos do referido processo, tais como, a alta produtividade, a alcançada possibilidade de se atingir uma produção em larga escala e a redução de custos com mão de obra e da minimização dos erros de execução. Neste trabalho também foram tratados os aspectos principais do processo construtivo, suas vantagens diante dos processos convencionais, a normatização e os cuidados com a modulação e a escolha do jogo de fôrmas, considerando a ampla oferta desses últimos no mercado da Construção Civil. Procurou-se descrever, por meio de um estudo de caso realizado em um empreendimento voltado para a construção de habitações populares, os cuidados a serem tomados com a montagem das fôrmas nas etapas de um processo executivo das paredes de concreto armado, moldadas no local. A obra objeto desta pesquisa estava localizada na região metropolitana de Belo Horizonte - MG e nesta foram descritas as etapas executivas da obra de uma construção habitacional com 4 pavimentos com paredes de concreto moldadas "*in loco*". Com base neste estudo verificou-se que o sistema de paredes de concreto moldadas "*in loco*" se mostrou de fácil execução, gerando assim aumento de produtividade em relação ao tempo de execução do empreendimento. Isto, aliado à utilização de concretos de cura acelerada, resultou em uma obra mais rápida, e com menos etapas de acabamento. Considerando todas as vantagens do referido processo construtivo, e ao estado atual do mercado da construção, é possível prever um grande aumento em sua utilização, principalmente após o desenvolvimento da NBR 16055 (ABNT, 2012) que rege sua utilização.

Palavras-chave: Processo Construtivo; Parede de concreto; Moldado in loco.

ABSTRACT

This study addresses the massive walls of concrete, construction technology, its standardized designs, high degree of repeatability and simultaneous implementation structure and sealing. In this study the aspects of high productivity have been exposed, as well as large-scale production, reducing costs with labor and minimizing the runtime errors. In this paper the main aspects of the construction process were also treated, their advantages over conventional processes, standardization and the care with the modulation and the choice of formwork set, considering the wide range of the latter in the civil construction market. It is attempted to answer: What are the main precautions to be taken during assembly of molds during the steps of the construction of the walls of reinforced concrete, molded "in loco"? To answer this question the purpose of the study was to describe, through a case study along the lines of a public housing construction, what precautions should be taken with the assembly of molds? The site which was the Object of this research was located in the metropolitan region of Belo Horizonte-MG and was observed in this executive stage of the construction of a residential building with 5 floors using the formwork molded concrete walls method. Based on this study it was concluded that the construction system of molded concrete walls "in loco" was quite distinct from conventional construction processes, but easy to perform, thereby generating a increase in productivity in relation to the project runtime. This, and the use of accelerated curing of concrete, resulting in a faster construction time and fewer finishing steps. Considering all the benefits of that building process, and the current state of the construction market, one can predict a large increase in their use, especially after the development of ISO 16055 (2012) governing its use.

Keywords: Building System; Concrete wall; Molding in place.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Construção em alvenaria	07
Figura 2 - Construção com pré-moldados	07
Figura 3 - Construção de parede moldada “in loco”	08
Figura 4 - Projeto Viver - Utilização de paredes de concreto moldadas no local.....	09
Figura 5 - Representação esquemática da modulação de Paredes de Concreto	13
Figura 6 - Tipo de Fôrma de Alumínio	14
Figura 7 - Tipo de Fôrma Metroform	15
Figura 8 - Tipo de Fôrma HFRohr	16
Figura 9 - Tipo de Fôrma Concreform – Morar SH	17
Figura 10 - Fôrma leve Pashal	18
Figura 11 - Fôrma Doka	19
Figura 12 - Sistema Comain Ulma	20
Figura 13 - Execução de Feltragem	29
Figura 14 - Fachada da obra - Simulação	32
Figura 15 - Escavação finalizada e tubulões liberados	33
Figura 16 - Regularização e limpeza dos tubulões.....	34
Figura 17 - Gabarito de madeira	34
Figura 18 - Conferência do alinhamento e esquadro	35
Figura 19 - Travamento da Fôrma.....	35
Figura 20 - Conferência do nível da forma com nível laser	36
Figura 21 - Projeto de dimensionamento da Fôrma	36
Figura 22 - Camada de brita corrida esp.5cm	37
Figura 23 - Armação positiva e negativa concluída.....	37
Figura 24 - Em processo de concretagem	38
Figura 25 - Concretagem da base concluída.....	38
Figura 26 - Embasamento concluído. Iniciando passagens de Elétrica.	39
Figura 27 - Processo de montagem da Hidráulica e Elétrica	40
Figura 28 - Processo de Reaterro	40
Figura 29 - Processos de concretagem da base concluídos.....	41
Figura 30 - Realização da marcação das paredes	42
Figura 31 - Encarregado fazendo marcação com a corda	43
Figura 32 - Marcação das medidas internas do apartamento com trena metálica	43

Figura 33 - Grampeamento utilizando finca pino.....	44
Figura 34 - Marcação da laje finalizada com espaçadores	44
Figura 35 - Vergalhão auxiliar para amarração da armadura	45
Figura 36 - Transpasse para tela de canto.....	45
Figura 37 - Armador cortando tela de aço para vão de janela	46
Figura 38 - Espaçador da laje	46
Figura 39 - Aplicação da mistura.....	47
Figura 40 - Nivelamento das Fôrmas da laje com auxílio do nível Laser	48
Figura 41 - Caixas especiais seladas.....	49
Figura 42 - Espaçador próprio para eletrodutos	50
Figura 43 - Processo finalizado	51
Figura 44 - Laje finalizada	51
Figura 45 - Caixa distribuidora	52
Figura 46 - Exemplo do padrão Máquina de Lavar e Tanque	52
Figura 47 - Desfôrma da parede	53
Figura 48 - Desfôrma da laje.....	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparativo dos sistemas de fôrmas	23
---	----

SUMÁRIO

Sumário

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Contextualização e problema	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo Geral	2
1.2.2 Objetivos Específicos	3
1.3 Justificativa	3
2 REVISÃO TEÓRICA	5
2.1 Considerações básicas sobre pré-moldados	5
2.2 Paredes de concreto moldadas “in loco”	6
2.3 Requisitos e Procedimentos segundo a NBR 16055 (ABNT, 2012) - Parede de Concreto Moldada no Local para a Construção de Edificações	10
2.4 Modulação	13
2.5 Tipos de Formas	14
2.5.1 Fôrma de Alumínio	14
2.6 Características Gerais do Projeto	21
2.6.1 Estrutura	21
2.6.2 O concreto	22
2.7 Processo Construtivo em Paredes de Concreto Moldadas no Local	25
2.7.1 Fundação	25
2.7.2 Armação e Modelagem	26
2.7.3 Execução das fôrmas	27
2.7.4 Aplicação do Concreto	28
2.7.5 Desforma	30
2.7.6 Cura do Concreto	30
2.7.7 Acabamento	31
3 MÉTODO DE ESTUDO	33
3.1 Estratégia de pesquisa	33
3.2 Instrumentos de coleta de dados	33
3.3 Tratamento e análise dos dados	34
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS	35
4.1 Estudo de caso: Descrição da obra	35

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
7 ANEXO.....	66

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e problema

As paredes maciças de concreto, tem se tornado uma tecnologia construtiva que tem ganhado expressão nos canteiros de obra, por possuir projetos padronizados, com alto grau de repetitividade e execução simultânea de estrutura e vedação. Cita-se também, o fato deste oferecer aos construtores uma alta produtividade, além da produção em larga escala, da redução de custos com mão de obra e da minimização dos erros de execução.

Os aspectos do referido processo construtivo serão aqui tratados assim como, suas vantagens diante dos sistemas convencionais, os aspectos normativos correlatos e os cuidados com a modulação e a escolha do jogo de fôrmas, considerando a ampla oferta desses últimos no mercado da construção civil. Além dos sistemas de formas tradicionais ofertados pelos fabricantes estabelecidos no Brasil destinados à execução de paredes moldadas “*in loco*”, têm-se novos sistemas que estão competindo no mercado, como, por exemplo, os painéis portáteis de alumínio.

Observa-se que nos últimos anos, o volume de empreendimentos das construtoras segue um ritmo crescente, acompanhando a grande demanda por imóveis, especialmente no que se refere aos empreendimentos habitacionais financiados pelos programas de governo. O sistema construtivo em alvenaria estrutural, que concebe a alvenaria em blocos, instalações elétricas e hidráulicas montadas no local, entre outros, era até então tido como o que melhor equalizava as exigências quanto a prazo, orçamento e qualidade do empreendimento. Atualmente diversas alternativas vêm surgindo, onde a utilização do processo construtivo de paredes de concreto apresenta-se como alternativa viável. Desse modo, a construção convencional deixou de ser a única solução de mercado e as empresas começaram a estudar alternativas tecnológicas para buscar o equilíbrio da tríade custo, cronograma e qualidade no segmento popular (CORSINI, 2013).

Assim, a tecnologia de paredes de concreto se apresentam como uma alternativa para os construtores e arquitetos, sendo este, um método construtivo ágil, e indicado para obras de todos os portes. O referido processo construtivo oferece uma maior rapidez na execução, diminuição de custos, redução de acidentes de trabalho, aumento de qualidade e produtividade com alto índice de valor agregado como vantagens que as paredes de concreto oferecem (DA SILVA, 2013).

Importantes construtoras têm investido cada vez mais nas paredes de concreto moldadas “*in loco*”, isto porque, além das vantagens citadas nas considerações introdutórias deste trabalho, tem-se a possibilidade de eliminar problemas relacionados às anomalias da alvenaria e fachadas.

A execução das paredes de concreto pode variar em função dos processos construtivos adotados por diferentes empresas construtoras. O material das fôrmas e seu fechamento, bem como o tipo de concreto utilizado, são alguns fatores que podem mudar de empresa para empresa. O sistema de paredes de concreto demanda um intenso trabalho de pesquisa para que seu modelo de cálculo estrutural possa se adequar às normas técnicas brasileiras. As etapas executivas do referido sistema devem seguir as exigências constantes em projeto estrutural.

Desse modo, a questão que norteia a pesquisa foi analisar quais os principais cuidados a serem tomados com relação à montagem das fôrmas nas etapas de um processo executivo das paredes de concreto armado, moldadas “*in loco*”.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Descrever, por meio de um estudo de caso realizado em um empreendimento voltado para a construção de habitações populares, os cuidados a serem tomados na montagem das fôrmas das paredes de concreto armado, moldadas “*in loco*”.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Estudar os principais aspectos da norma NBR 16055(ABNT, 2012) para o emprego do sistema construtivo de paredes de concreto;
- Abordar os procedimentos necessários à utilização das fôrmas modulares, com os negativos de janelas e portas incorporados aos painéis além dos cuidados com o concreto a ser utilizado;
- Descrever as etapas da execução das paredes maciças para as construções habitacionais populares.

1.3 Justificativa

A escolha do tema justifica-se no fato de se tratar de uma tecnologia que vem sendo amplamente empregada no Brasil. As paredes de concreto moldadas “*in loco*” são normatizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio da NBR 16.055(ABNT, 2012), parede de Concreto moldada no local para a Construção de Edificações - Requisitos e Procedimentos". Segundo analisa Cartwright (2014), é preciso estimular as construções com a referida tecnologia sempre pautada nas normatizações técnicas para a garantia da qualidade final do empreendimento.

A relevância do estudo também se justifica pela possibilidade de se conhecer aspectos relacionados ao adequado dimensionamento e a execução do sistema, que até o ano de 2016 não foi normatizado, apesar de ser usado há cerca de 30 anos no Brasil como foi mencionado por Faria (2009).

O trabalho traz a possibilidade de difusão ao uso de parede de concreto moldada “*in loco*”, oferecendo maior confiança e credibilidade a esse processo construtivo.

Nos dias atuais, Corsini (2013) afirma que os construtores que optam pela parede de concreto são capazes de cobrar qualidade, se baseando nos preceitos expostos na NBR 16055(ABNT, 2012). Pode-se, por meio de novos estudos sobre o tema, consolidar o referido processo construtivo, procurando preservar a sua garantia. Deve-se conhecer e fazer valer os procedimentos adotados para todos os processos construtivos propostos, quais sejam: assinatura de termo de extensão de garantia apenas para vícios sistêmicos e contratação de monitoramento técnico de obra pela construtora proponente, comprovando, na verdade, a aplicação do Plano de Qualidade de Obra.

É possível demonstrar este processo construtivo como sendo racionalizado, permitindo um planejamento completo e detalhado da obra. Assim, acredita-se que é possível entender como essa tecnologia construtiva reduz as atividades artesanais e improvisações, contribuindo para diminuir o número de operários no canteiro (CARTWRIGHT, 2014).

Este estudo expõe a alta produtividade da mão de obra na utilização desse processo construtivo, que é potencializada pelo treinamento direcionado ao mesmo. Ficará claro também, como os operários podem ser multifuncionais, atuando como montadores especializados, executando todas as tarefas necessárias: armação, instalações elétricas e hidráulicas, montagem das fôrmas, concretagem e desforma.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 Considerações básicas sobre pré-moldados

Wendler (2013) relata que a evolução construtiva das construções e das atividades da engenharia civil nos próximos anos será influenciada pelo desenvolvimento do processo de informação, pela comunicação global, pela industrialização e pela automação. Tal pensamento também é defendido por Corsini (2013) que afirma que existem diversos exemplos que refletem esta realidade sendo implementadas em países europeus.

Lavour (2012) pondera que o uso do método construtivo baseado em pré-moldados ainda tem muito a conquistar no mercado da construção, especialmente no Brasil, onde o uso de pré-moldados ainda está se consolidando. É necessário ressaltar a eficiência dos processos construtivos atuais, desde o projeto da edificação até o seu acabamento. O especialista afirma que uma mudança na base produtiva da construção civil, com uso intensivo da força de trabalho para um modelo mais moderno como a pré-fabricação, envolveria a aplicação de uma filosofia industrial ao longo de todo o processo construtivo da edificação.

A pré-fabricação das estruturas de concreto ocorre por um processo industrializado com largo potencial para as construções futuras. Entretanto, na maioria das vezes, a questão da pré-fabricação ainda é entendida por alguns projetistas inexperientes como se fosse somente uma variante técnica das construções de concreto moldadas no local. Nesse caso, equivocadamente, a pré-fabricação significaria apenas que partes da edificação são pré-moldadas em usinas fora do canteiro, para serem montadas depois na obra, como se o conceito inicial de uma estrutura moldada no local fosse obtido novamente (WENDLER FILHO; 2013).

O conceito da pré-fabricação é mais bem definida por Corsini (2013), onde todo sistema construtivo apresenta suas próprias características para uma maior ou

menor influência no layout da estrutura, largura do vão, sistemas de estabilidade, etc. Para conseguir melhores resultados o projeto deve, desde o início, respeitar as demandas específicas e particularidades estruturais dos processos construtivos pré-moldados.

Atualmente, muitas são as estruturas feitas em concreto pré-moldado. Da Silva (2007) ensina que uma estrutura feita em concreto pré-moldado é aquela em que os elementos estruturais, como pilares, vigas, lajes e outros, são moldados e adquirem certo grau de resistência, antes do seu posicionamento definitivo na estrutura. Por este motivo, este conjunto de peças é também conhecido pelo nome de estrutura pré-fabricada. Neste estudo, por questões de adequação ao tema proposto, consideram-se as paredes de concreto moldadas “*in loco*”, como descreve a seção seguinte.

2.2 Paredes de concreto moldadas “*in loco*”

Historicamente, Da Silva (2007) e Faria (2009) relatam que as paredes de concreto foram bastante utilizadas nas décadas de 1970 e 1980 no Brasil. Já as paredes de concreto moldadas “*in loco*” se tornaram novamente uma boa alternativa tecnológica para atender ao boom das habitações econômicas nos últimos anos. Os especialistas apontam que o sistema é recomendado para empreendimentos que tenham alta repetitividade, necessidade de padronização e rapidez na construção.

Wendler Filho (2013) e Cartwright (2014) explicam que a parede de concreto apresenta-se como sendo um dos processos construtivos com melhor desempenho e aceitação no mercado. O mesmo autor ainda relata que no Brasil, têm-se três tecnologias mais utilizadas para habitações econômicas: alvenaria estrutural, pré-moldado e paredes de concreto moldadas “*in loco*” conforme visto nas Figuras 1, 2, 3, respectivamente.



Figura 1 - Construção em alvenaria
Fonte: Cartwright, 2014



Figura 2 - Construção com pré-moldados
Fonte: Cartwright, 2014



Figura 3 - Construção de parede moldada “in loco”
Fonte: Cartwright, 2014

A agilidade na execução, a redução de custos, de acidentes de trabalho, o aumento de qualidade e da produtividade, com alto índice de valor agregado, estão entre as diversas vantagens do sistema de paredes de concreto moldadas “in loco” que tem ganhado destaque dos agentes da construção civil.

Faria (2011) reafirma que as vantagens do sistema são: potencial de industrialização, velocidade de construção, confiabilidade técnica, baixa utilização de equipamentos como guias, baixa geração de resíduos e custo competitivo. As paredes de concreto moldadas “in loco” representam a concepção do modelo de negócio com foco na economia, com todos os atributos de qualidade dos empreendimentos de média e alta renda, com elevado nível de industrialização, velocidade de construção e confiabilidade técnica.

Segundo descreve Wendler Filho (2013), diversas construtoras vêm apostando cada vez mais na referida tecnologia para melhorar seu processo construtivo e na busca por uma rentabilidade maior nos empreendimentos realizados. Nos inúmeros empreendimentos ocorridos no Brasil, as construtoras estão utilizando um sistema que consiste em paredes internas, externas e também as lajes em concreto moldados “in loco”, esquadrias de PVC e instalações acessíveis em shafts.

Muitos projetos habitacionais utilizam paredes de concreto moldas “in loco”. Araújo (2006) descreve o Projeto Viver, em que a fase construtiva pode ser vista na Figura 4. Um conjunto residencial de 48 edifícios, construído em São Paulo, foi um dos primeiros empreendimentos a utilizar esse processo construtivo. O autor ainda afirma que o seu uso permite eliminar problemas sérios de patologias da alvenaria e fachadas, além de reduzir o prazo de conclusão e obra.



Figura 4 - Projeto Viver - Utilização de paredes de concreto moldadas no local
Fonte: HESKETH,2010

Lavour (2012) contextualiza que, diante de uma gama de pontos positivos, as construtoras passaram a utilizar esse método construtivo na maioria de suas obras. Um dos fatores que deve ser considerado para se utilizar um processo construtivo de paredes moldadas “in loco” é o número de repetições. Quanto maior o índice de utilização de um conjunto de fôrmas, mais significativos tornam-se os benefícios.

Assim, quanto maior for o empreendimento, mais vantajoso torna-se o sistema. O ciclo pode ser realizado em dois dias, conforme publicou Da Silva (2007), e leva em consideração a montagem das fôrmas, a concretagem e a desforma. O autor explica que, mais do que a rapidez de execução, esse processo construtivo é mais limpo do que o convencional, e não traz brechas para desperdício de materiais. Proporciona

uma planicidade maior, que permite um acabamento perfeitamente liso, pronto para pintura.

Na opinião de Corsini (2013), a segurança merece ser enfatizada, pois trata-se de outro quesito importante na utilização do processo construtivo. O engenheiro civil revela que a equipe de mão de obra trabalha como se estivesse dentro de um apartamento, pois a concretagem da laje é feita juntamente com as paredes.

Mais do que as vantagens inerentes à própria tecnologia construtiva, as paredes moldadas “in loco” agregam benefícios a outros sistemas, conforme se extrai das palavras de Misurelli e Massuda (2009) “por não ter variação de prumada, é possível fixar o caixilho com espuma. Assim, eliminam-se as etapas de fixação e chumbamento de contramarco, pois todos eles têm a mesma dimensão, é um gabarito único”. Os autores ainda afirmam que não se tem deslocamento, nem de um centímetro e a qualidade do produto final é bem maior.

Alves e Peixoto (2011) explica que as paredes de concreto podem ser moldadas com o uso de fôrmas de madeira, metálica e alumínio, sendo esta última a opção mais adotada nos dias de hoje pelas empresas construtoras. Na opinião do especialista, a fôrma de alumínio gera menos entulho e tem melhor condição de custo e de reutilização no tempo, o que é seu grande diferencial.

2.3 Requisitos e Procedimentos segundo a NBR 16055 (ABNT, 2012) - Parede de Concreto Moldada no Local para a Construção de Edificações

As empresas construtoras e os profissionais da construção que desejam adotar a parede de concreto como processo construtivo em seus empreendimentos têm desde maio de 2012, o amparo de uma norma técnica específica no âmbito da NBR 16055 – Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos.

Observa-se que as disposições da NBR 16055 (ABNT, 2012) contemplam todas as edificações construídas com concreto normal por esse sistema, independentemente da altura ou do número de pavimentos. Desse modo, os projetos por esse sistema passam a não ter mais a característica de “tecnologia inovadora” e ficam dispensados de atender às diretrizes do SINAT (Sistema Nacional de Aprovações Técnicas) para obter financiamento da Caixa Econômica Federal e do Banco do Brasil. Isto significa que a norma facilita as construções que utilizam paredes de concreto moldadas “in loco” e dá mais segurança a quem pretende construir com a citada tecnologia (BONACHESKI, 2006).

A norma se aplica às edificações de qualquer geometria (em planta ou altura) com paredes de concreto moldadas “in loco” com fôrmas removíveis. As características de projeto que devem ser:

- Concretagem simultânea de paredes e lajes (ou com especificação de ligação armada entre elas);
- Uso de concreto comum ou autoadensável, com densidade normal de 2,0 tf/m³ a 2,8 tf/m³, com resistência característica à compressão aos 28 dias entre 20 MPa e 40 MPa;
- Uso de telas soldadas distribuídas em toda a parede, com armaduras mínimas indicadas na norma;
- A espessura mínima das paredes com altura de até 3 m deve ser de 10 cm. Destaca-se que se tem a permissão para uma espessura de 8 cm apenas nas paredes internas de edificações de até dois pavimentos. Já as paredes com alturas maiores, a espessura mínima deve ser 1/30 do menor valor entre a altura e metade do comprimento equivalente da parede; e
- Nas paredes de até 15 cm, podem ser utilizadas telas centradas. Paredes com mais de 15 cm, assim como qualquer parede sujeita a esforços horizontais ou momentos fletores aplicados, devem ser armadas com duas telas (ABNT, 2012).

A NBR 16055 (ABNT, 2012) vale para projetos que especifiquem concreto comum ou auto adensável que atendam a parâmetros específicos. A especificação do concreto para o referido processo construtivo deve estabelecer:

- resistência à compressão para desforma compatível com o ciclo de concretagem;
- resistência à compressão característica aos 28 dias (f_{ck});
- classe de agressividade do local de implantação da estrutura conforme a NBR 12.655;
- trabalhabilidade, medida pelo abatimento do tronco de cone (NBR NM 67) ou pelo espalhamento do concreto (NBR 15.823-2).

Ressalta-se que o espaçamento máximo das juntas de controle deve ser determinado com dados de ensaios específicos (na falta desses ensaios, adotar o distanciamento máximo de 8 m entre juntas para paredes internas e 6 m para paredes externas). No que se refere à dilatação da última laje, esta deve ser prevista uma junta de controle imediatamente sob essa laje (ABNT, 2012).

Durante a execução não são admitidas tubulações horizontais, a não ser trechos de até um terço do comprimento da parede, não ultrapassando 1 m (desde que este trecho seja considerado não estrutural). Também não se permite o uso de tubulações, verticais ou horizontais, nos encontros de paredes.

A norma acima mencionada ainda deixa claro que os projetos de fôrma, escoramentos, detalhes embutidos ou vazados e os projetos de instalações devem ser validados pelo projetista de estrutura. Com relação ao modelo de análise estrutural de edifícios de paredes com vigas de fundação ou de transição deve considerar a flexibilidade relativa entre paredes e vigas.

Alves e Peixoto (2011) revelam que a referida norma estabelece as etapas de projeto e execução para edifícios com qualquer número de pavimentos. O dispositivo é resultado de um trabalho iniciado em 2007 pelo Grupo Parede de Concreto, que reuniu associações setoriais, institutos de pesquisa e empresas privadas que vivenciavam o desenvolvimento e implementação desse sistema construtivo no Brasil. Em decorrência da norma, o sistema de parede de concreto passa a ter posição de destaque nas opções de sistemas construtivos racionalizados para os empreendimentos habitacionais do programa Minha Casa Minha Vida.

Na visão apresentada por Faria (2011), nos próximos anos, as paredes de concreto moldadas no local representarão 40% do total de unidades a serem construídas, assim, as pequenas e médias construtoras se beneficiam diretamente pela promulgação desta norma. Para tanto, é necessário seguir as suas diretrizes para

contratação de seus financiamentos por meio dos agentes da Caixa Econômica Federal e Banco do Brasil.

Corsini (2013) defende que se trata de uma conquista de todos, que trará benefícios imediatos para o contratante, para a construtora e, especialmente para o usuário, que tem uma moradia com desempenho superior e tecnologia diferenciada, com todos os requisitos técnicos normatizados.

2.4 Modulação

Faria (2009) esclarece que, como em qualquer sistema industrializado, as paredes de concreto moldadas “*in loco*” amplificam o seu potencial de desempenho quando adotam-se os princípios de coordenação modular desde a concepção do produto. A coordenação modular, propicia :

- Auxílio no trabalho dos projetistas, que passam a contar com elementos compatíveis entre si;
- Simplificação do processo de coordenação de projetos, graças à diminuição de variedades de medidas;
- Orientação e simplificação do processo de montagem na obra;
- Possibilidade de uso dos “equipamentos modulares” (ex.: painéis de fôrmas) em vários projetos;
- Facilidade no desenvolvimento de novos produtos (FARIA, 2009, p.11).

Um dos principais itens na execução de paredes de concreto, as fôrmas (ou moldes), são os principais elementos que irão se beneficiar de um projeto modulado como exemplificado na Figura 5.

Quando são adotadas medidas de projeto modulares (e consequentemente compatíveis com a modulação dos painéis de fôrmas), elimina-se a necessidade de peças específicas e não padronizadas, diminuindo o custo das fôrmas e facilitando a sua adoção em projetos diferentes (ALVES E PEIXOTO, 2011).

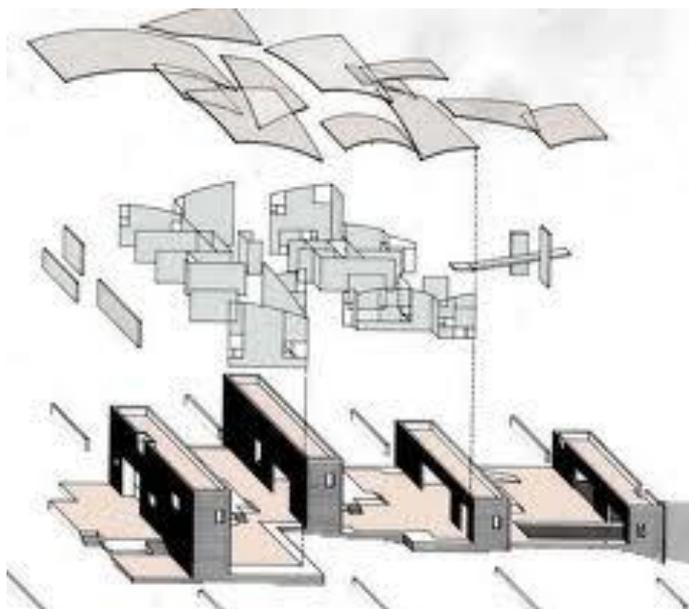


Figura 5 - Representação esquemática da modulação de Paredes de Concreto
 Fonte: Alves e Peixoto, 2011

2.5 Tipos de Formas

Ribeiro (2010) explica que são diversos os tipos de formas para as paredes de concreto moldadas “in loco”. Alguns exemplos dos tipos mais utilizados no mercado são as fôrmas de Alumínio Forsa, Sistema Modular Metro Form, Fôrma HF Rohr, Concreform - Morar SH, Fôrma Leve Pashal. Em geral, o tipo de forma é referenciado com a nomenclatura da empresa que a fabrica, e considerando as características específicas de cada uma.

2.5.1 Fôrma de Alumínio

Segundo Mitidieri *et al.* (2012) trata-se de um tipo de fôrma estruturada em alumínio, com peso aproximado de 20 kg/m², aspecto que facilita o seu transporte manual. A quantidade de reutilizações depende das características do ambiente em que for empregada e sua manutenção e no que se diz respeito ao tempo, este é indeterminado. Os acessórios principais que compõem essas fôrmas são espaçadores, pinos e cunhas. Os painéis têm modulações de até 80cm de comprimento (dimensões múltiplas de 5 cm) e a altura pode ser de até 2,30cm, além

disso, os painéis resistem a pressões de até 47 kN/m². O detalhamento desta forma pode ser observado na Figura 6.



Figura 6 - Tipo de Fôrma de Alumínio
Fonte: Mitidieri *et al.* (2012)

2.5.1 Sistema Modular Metro Form

A forma sistema modular apresentada na Figura 7 refere-se a um tipo de fôrma de plástico de engenharia que apresenta o painel com peso aproximado de 9,0 kg/m². Com relação ao equipamento para transporte para este tipo de forma, o mesmo é dispensado pois as formas são manoportáveis. Importante destacar que as formas do sistema modular podem ser reutilizadas mais de 100 vezes (MARTIN, 2010).

Segundo Martin (2010) nas formas de sistema modular as peças que são soltas são as travas de união dos painéis. Quanto a resistência à pressão esta se dá em conformidade com o dimensionamento do travamento metálico. Destaca-se que não há limitação quanto a altura do painel desde que seja múltipla de 0,50 cm.



Figura 7 - Tipo de Fôrma Metroform
Fonte: Martin (2010)

2.5.2 Fôrma HF Rohr

Faria (2011) esclarece que a fôrma HF Rohr mostrada na Figura 8 é um tipo de fôrma com estrutura metálica e chapa de contato em aço, além disso, o peso do painel é de 32 kg/m². O equipamento para transporte conta com um sistema manual, podendo compor quadros que necessitam de equipamentos como grua ou guindaste.

Ainda para Faria (2011) este tipo de forma pode ser reutilizado até 100 vezes. As peças que se apresentam avulsas são a grapa, os alinhadores, a mordaca, as escoras de prumo, o tensor, o console e o montante (plataforma de trabalho) e o passador. Destaca-se que a resistência à pressão é de 60 kN/m² e a altura do painel pode ser de 0,3 m a 2,4 m.



Figura 8 - Tipo de Fôrma HF Rohr
Fonte: Faria, 2011

2.5.3 Concreform - Morar SH

As formas concreform, exemplificadas na Figura 9, são do tipo que conta com uma estrutura de aço galvanizado e chapa de compensado plastificado, apresentando um peso de painel de 35 kg/m². Além disso, trata-se de formas que podem ser manoportáveis ou transportadas em conjuntos montados, por meio de grua (FARIA, 2009).

Faria (2009) assinala que essas formas podem ser reutilizadas até 50 vezes quando conta com a chapa de compensado; a durabilidade da estrutura gira em torno de 10 a 15 anos. O autor ainda destaca que as peças soltas são as barras de ancoragem e porcas, os grampos de alinhamento. A resistência à pressão é de 60 kN/m² contando com a altura do painel de 2,70 m.



Figura 9 - Tipo de Fôrma Concreform – Morar SH
Fonte: Faria, 2009

2.5.4 Fôrma Leve Pashal

Conforme mencionado por Mitidieri *et al.* (2012), a forma Leve Pashal identificada na Figura 10 se refere a um tipo de fôrma feita em estrutura metálica e revestida com chapa de laminado fenólico de alta pressão. Já em relação ao peso do painel este é de 40 kg/m². Também são formas do tipo manoportável contando com até 120 reutilizações, dependendo do manuseio. Os autores relatam ainda que as peças soltas são os parafusos (barra de ancoragem, porcas com flange, chaves de engate rápido e travas), perfis e suportes para alinhamento. No que diz respeito a resistência à pressão da forma leve, esta é de 50 kN/m² e a altura do painel é de 1,25 m.



Figura 10 - Fôrma leve Pashal
Fonte: Mitidieri *et al.* (2012)

2.5.5 Frami 270 Doka

Segundo Alves e Peixoto (2011), as formas Frami, identificadas na Figura 11, são fôrmas feitas em estrutura metálica e chapa compensada com peso do painel de 30,8 kg/m². Além disso, as formas podem ser manoportáveis ou transportadas com grua ou guincho, pode ser transportado em conjuntos montados de painéis.

Importante citar que as reutilizações em estrutura metálica são indeterminadas já considerando a chapa compensada conta com aproximadamente 60 reutilizações, dependendo do manuseio. As peças avulsas são os grampos de união, ancoragens, consoles de trabalho e escoras e a resistência à pressão é de 40 kN/m²; a altura do painel é de 2,70 m.



Figura 11 - Fôrma Doka
Fonte: Alves e Peixoto, 2011

2.5.6 Sistema Comain Ulma

Mitidieri *et al.* (2012) assinalam que se trata de um tipo de fôrma feita em estrutura metálica e chapa de compensado 12 mm, com peso do painel de 35 kg/m². Essa fôrma está exemplificada na Figura 12.

As formas podem ser manoportáveis ou podem contar com o içamento de conjuntos de painéis com grua ou guindaste. No que se refere às reutilizações, estas podem ser dar entre 50 e 80 vezes, por chapa de compensado. As peças que podem ser encontradas soltas são as chavetas de união para os painéis e alinhadores horizontais e verticais. A resistência à pressão é de 40 kN/m² e conta com a altura do painel de 120 cm e 150 cm.



Figura 12 - Sistema Comain Ulma
Fonte: Mitidieri et. al (2012)

Alves e Peixoto (2011), Lavour (2012) e Graziano (2012) apontam que para a escolha do sistema de fôrmas deve-se seguir as características específicas da obra, levando-se em conta a produtividade média, peso por m², número de peças soltas, durabilidade da chapa, durabilidade da estrutura da chapa, solução para oitões (platibandas) e tipo de fixação de portas, janelas, caixas elétrica e outros.

2.6 Características Gerais do Projeto

2.6.1 Estrutura

No intuito de se adequar o modelo de cálculo estrutural às normas técnicas brasileiras, foi demandado um intenso trabalho de pesquisa utilizando como referências normativas da NBR 6118 (ABNT, 2014), já citada e, até mesmo da norma norte-americana ACI 318 (American Concrete Institute), sendo que esta última revelou uma metodologia adequada às condições brasileiras.

Lavour (2012) cita, a norma francesa DTU (Documents Techniques Unifiés) 23.1, que já foi fundamentada em normas praticadas no México e Colômbia e, segundo

calculistas dos referidos países, também contribuiu para o estudo do modelo brasileiro. De modo paralelo, ocorreram estudos através de um comitê para redação da norma brasileira, composto pelos apoiadores do sistema de paredes de concreto. Desenvolveram práticas recomendadas para dimensionamento de estruturas de pequeno porte, casas térreas, assobradadas e edifícios de até cinco pavimentos.

Complementando o entendimento acima, Graziano (2012) explica que a moldagem “in loco” dos elementos estruturais, é a principal característica desse sistema construtivo. O autor descreve que todas as paredes são moldadas em uma única etapa de concretagem, permitindo que, após a retirada das fôrmas, as paredes já contenham em seu interior todos os elementos embutidos, como tubulações elétricas e hidráulicas, elementos de fixação, caixilhos de portas e janelas.

2.6.2 O concreto

Segundo ensina Faria (2009), no Brasil são quatro os tipos de concreto indicados para as paredes de concreto: concreto celular (elevado teor de ar incorporado, até 9%), concreto com agregados leves ou com baixa massa específica, concreto convencional e concreto auto adensável. A concretagem, e todas as ações antecessoras são imprescindíveis para que a estrutura executada corresponda ao projeto estrutural, garantindo a durabilidade e a qualidade desejadas.

Na busca por uma produção mais eficiente, que resulte em ganhos de tempo, tem-se a preferência do emprego de concretos dosados em centrais e fornecidos ao canteiro em caminhões betoneira. Desta maneira, obtêm-se melhores controles da qualidade de agregados, medidas em peso, precisão de volumes e garantia da concreteira quanto ao desempenho do concreto recebido (ALVES, PEIXOTO, 2011).

O mesmo autor descreve que o tempo de transporte decorrido entre o início da mistura, contado a partir da primeira adição de água até a entrega do concreto na obra, deve ser menor do que 90 minutos. Esse tempo deve ser definido de maneira que o fim do adensamento não ocorra após o início da pega do concreto lançado,

não devendo ultrapassarem 150 minutos o tempo entre o início da mistura na central de produção e o final de descarga do concreto na obra, evitando-se a formação de junta fria entre camadas.

Em situações onde se tem o concreto autoadensável (Tipo N), o bombeamento e lançamento devem ocorrer no máximo 40 minutos após a colocação do aditivo hiperfluidificante, o que geralmente acontece na obra. No emprego de concreto celular (Tipo L1) é preciso lançar na fôrma em até 30 minutos após a conclusão do processo de mistura da espuma (SANTOS, 2012).

Faria (2009) orienta que é necessário verificar se o concreto está com a consistência desejada e se não ultrapassou o abatimento (slump) ou o espalhamento (flow) limite especificado no documento de entrega. Caso o abatimento seja menor do que o indicado na nota fiscal, adicione água suplementar nos limites especificados pela NBR 7212 (ABNT, 2012), ou seja, desde que:

O abatimento seja igual ou superior a 10 mm;

O abatimento seja corrigido em até 25 mm;

O abatimento, após a adição, não ultrapasse o limite máximo especificado;

O tempo entre a primeira adição de água aos materiais e o início da descarga seja superior a 15 minutos.

Para o concreto celular, especificamente, a adição da espuma normalmente é realizada no canteiro, antes da descarga do material. O procedimento exige cuidados tais como:

- Coleta do concreto para medição de densidade e slump;
- Medição da massa específica do concreto;
- Verificação do slump do concreto ($50 \text{ mm} \leq \text{slump} \leq 60 \text{ mm}$);
- Adição do aditivo superfluidificante (no caminhão);
- Adição de espuma (no caminhão);

É imprescindível a aferição da densidade do concreto celular por meio do uso de recipientes com volume conhecido e balança eletrônica. O concreto celular está liberado para seu lançamento nas fôrmas quando atingir a densidade especificada (1.500 kg/m^3 , $\pm 200 \text{ kg/m}^3$);

Medição da fluidez, a fim de preencher todos os vazios das fôrmas - o slump mínimo recomendado é de 230 mm.

Da Silva (2007) explica que nas situações onde se utiliza o concreto convencional, durante o lançamento o concreto deve ser vibrado com equipamento adequado. O adensamento deve ser cuidadoso, para que a mistura preencha todos os espaços da fôrma. Nessa operação, o executor deve tomar as precauções necessárias para impedir a formação de ninhos ou segregação dos materiais e para não danificar os painéis das fôrmas.

Assim, frisa-se que o enchimento da fôrma deve ser realizado sem a ocorrência de falhas por ar aprisionado. Para tal, é necessário prever furos nas fôrmas (com cerca de 3/4" de diâmetro) nas regiões logo abaixo das janelas ou outros locais propícios à formação de vazios (janelas de inspeção) (ARAÚJO, 2006).

Autores como Misurelli e Massuda (2009), Faria (2009) e Lavaur (2012) afirmam que é preciso se ater ao acompanhamento do enchimento das fôrmas por meio de leves batidas com martelo de borracha nos painéis. Deve-se evitar a vibração da armadura, para que não ocorram vazios ao seu redor, com prejuízos da aderência. No adensamento manual, as camadas de concreto não devem exceder a 20 cm. Se a opção for usar vibradores de imersão, a espessura da camada deve ser no máximo, aproximadamente igual a $\frac{3}{4}$ do comprimento da agulha. Caso não seja possível atender a essa exigência, o vibrador de imersão não deve ser utilizado.

Um comparativo do Sistema de Paredes de Concreto com diferentes fôrmas foi feito por Mitidieri *et al.* (2012), que pode ser visto no Quadro 1 que dispõe alguns tipos de fôrmas e suas respectivas vantagens e desvantagens.

Quadro 01 – Comparativo dos sistemas de fôrmas

Sistema	Vantagens	Desvantagens
Fôrmas Plásticas	<ul style="list-style-type: none"> • Painéis leves • Baixo custo de aquisição • Possibilidade de modulação • Disponibilidade de locação 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldades com prumo e alinhamento • Acabamento superficial ruim • Menor durabilidade • Poucos fornecedores
Fôrmas convencionais (metálicas e chapa de compensado)	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos Nacionais, tendo um custo menor • Maior durabilidade • Montagem fácil • Bom acabamento superficial • Grande disponibilidade no mercado 	<ul style="list-style-type: none"> • Painéis mais pesados • Necessidade de troca frequente das chapas • Dificuldade de modulação • Grande quantidade de peças soltas
Fôrmas de Alumínio	<ul style="list-style-type: none"> • Painéis duráveis • Equipamento leve • Qualidade no prumo e alinhamento • Bom acabamento superficial • Rapidez na montagem dos painéis • Boa estanqueidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Auto custo para aquisição • Pouca disponibilidade no mercado nacional • Dificuldade de modulação • Necessidade de captação de mão de obra

Fonte: Arcindo Vaquero y Mayor apud Revista Técnica, Fevereiro de 2009.

2.7 Processo Construtivo em Paredes de Concreto Moldadas no Local

2.7.1 Fundação

Com relação a fundação, esta depende do empreendimento, clima, solo e geografia. A seleção deve considerar segurança, estabilidade e durabilidade, além do alinhamento necessário para a produção das paredes. Além disso, precisa ser executada com nivelamento rigoroso para não interferir nas outras etapas (ARAÚJO, 2006).

Bonacheski (2006) dispõe que o tipo de fundação mais utilizado em casas é o radier, que deve ser construído com espaço excedente em relação à espessura dos painéis externos das fôrmas, permitindo o apoio e facilitando a sua montagem. O autor descreve que as tubulações elétricas e hidrosanitárias precisam estar posicionadas e dispostas conforme gabarito específico do projeto de instalação.

Faria (2009) relaciona que neste ponto, é preciso tomar cuidado com aos seguintes procedimentos:

- A locação e o nivelamento das fundações devem estar de acordo com o projeto arquitetônico e das fôrmas;
- Devem-se tomar todas as precauções para evitar que a umidade do solo migre para a edificação;
- Recomenda-se a realização da cura úmida do concreto por um período mínimo de sete dias para as fundações em laje tipo radier;
- A concretagem das fundações tipo radier é feita de forma convencional, diretamente do caminhão betoneira sobre uma lona plástica que cobre uma camada nivelada de brita, com espessura mínima de 3 cm.

2.7.2 Armação e Modelagem

Com relação à definição da armação da estrutura adotada no sistema de paredes em concreto, Bonacheski (2006) define que de modo geral a tela soldada posicionada no eixo vertical da parede ou nas duas faces e barras em pontos específicos tais como cinta superior nas paredes, vergas, contravergas e limites de vãos é a solução mais adotada. Esta terá uma relação direta com o dimensionamento do projeto estrutural.

Da Silva (2007) relata que o primeiro passo é a montagem da armadura principal, em tela soldada, posteriormente é que ocorre a execução das armaduras de reforços. Devem-se atender alguns requisitos, sendo o mais importante deles resistir a esforços de flexotorção nas paredes.

Na execução das armaduras, Faria (2009) cita que devem ser posicionados as tubulações elétricas, caixas, hidráulica e gás nas telas soldadas posicionado conforme dimensionamento de projeto. Um dos últimos passos antes da conclusão

do posicionamento das formas é a colocação dos espaçadores plásticos, que são imprescindíveis para garantir o posicionamento das telas e a geometria dos painéis.

Em determinados casos deve-se colocar também os espaçadores nos eletrodutos, para garantir que eles tenham uma cobertura de concreto adequada e evitar que se formem fissuras na parede.

2.7.3 Execução das fôrmas

Sobre o conjunto de fôrmas, é necessário acompanhar o projeto e verificar se todos os materiais estão presentes. Os materiais devem ser armazenados adequadamente, seguindo orientação do fornecedor, a fim de se aproveitar ao máximo a sua vida útil (WENDLER, 2013).

Os painéis que irão compor as fôrmas das paredes são preparados para a montagem. Nesta etapa é aplicado o desmoldante apropriado para o tipo de material utilizado, que impedirá que o concreto grude nos painéis, sem que os mesmos não grudem nas paredes e dificulte no acabamento com texturas ou emassamento (ACCETTI, 2008).

A montagem ocorre de modo a dar sequência no projeto original obedecendo ao nivelamento da laje de piso, marcação de linhas de paredes no piso, com posicionamento dos painéis internos primeiro e painéis externos em segundo, podendo ter sua montagem pareada (ALVES, PEIXOTO; 2011).

Segundo Lavour (2012), os painéis possuem furos onde são encaixados pinos com buchas que determinam a espessura das paredes que podem ser de 8, 10 e 15 cm, conforme projeto estrutural. O posicionamento correto destes pinos é fundamental para o alinhamento das fôrmas quando elas forem fechadas. Depois da desforma, os furos nas paredes são preenchidos com uma argamassa. Depois que os painéis

são posicionados, réguas alinhadoras são encaixadas nos pinos obedecendo ao prumo dos painéis.

Conforme explicado por Alves e Peixoto (2011), o sistema de concretagem possibilita a concretagem das lajes juntamente com as paredes, lembrando que não há restrições para o tipo de laje a ser utilizada, desde que se tenha um dimensionamento adequado para cada caso. No mesmo procedimento, Faria (2011) descreve que depois do posicionamento das formas, escoramentos, eletrodutos e tubos hidráulicos, é necessário proceder com o nivelamento para evitar possíveis problemas na concretagem do pavimento superior.

2.7.4 Aplicação do Concreto

Na aplicação do concreto nas fôrmas, Faria (2009) explica que esta deve obedecer a um planejamento detalhado, levando em consideração as características do concreto que será utilizado, a geometria das fôrmas, o layout do canteiro e as características do empreendimento.

Alves e Peixoto (2011) considera que a utilização de bomba para lançamento do concreto reduz a probabilidade de falhas de concretagem. Não deve haver interrupções com duração superior a 30 minutos, a massa deve seguir homogeneamente pelas fôrmas e preencher todos os vazios sem muitas dificuldades.

O concreto, segundo Da Silva (2007), deve passar por alguns testes e procedimentos na sua chega ao canteiro de obras, antes de ser encaminhado para a concretagem. Buscando saber se o produto está na consistência desejada, é feito o teste de abatimento (slump).

Faria (2011) afirma que nos casos do concreto auto adensável, o mesmo recebe um aditivo fluidificante que aumenta o seu abatimento (slump), fazendo com que ele deslize pelas fôrmas sem necessidade de vibração. O slump ideal para o início da concretagem deve ser de 24 cm a 25 cm.

Quando se trabalha com o concreto celular ou autoadensável, deve-se considerar a alta fluidez do material, que preenche os vazios das fôrmas à semelhança de um líquido enchendo um recipiente. Em outras palavras, o concreto leve adota a forma do vaso que o contém, dentro dos princípios clássicos da mecânica dos fluídos. O lançamento desses concretos segue um critério de escolha de pontos, de maneira que a massa fluída possa caminhar homoganeamente pelas fôrmas e preencher todos os vazios sem quaisquer dificuldades.

Como apresentou Corsini (2013), o lançamento deve ser iniciado por um dos cantos da edificação até que uma significativa parcela das paredes próximas ao ponto de lançamento esteja totalmente cheia. Depois, muda-se a posição em direção ao canto oposto, até que se complete o rodízio dos quatro cantos opostos da estrutura.

O mesmo autor descreve que a finalização ocorre com o lançamento de concreto na linha mais elevada das fôrmas e dos oitões (platibandas), lembrando que no caso de habitações térreas, o concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição final, evitando-se incrustações de argamassa nas paredes das fôrmas e nas armaduras.

Santos (2012) ensina que, em função da velocidade da aplicação do concreto no canteiro, a utilização de bomba para lançamento elimina a perda da trabalhabilidade do material e reduz o aparecimento de falhas de concretagem. Durante a concretagem das paredes não são admitidas interrupções com duração superior a 30 minutos.

Sendo ultrapassado o referido o tempo, fica caracterizada uma junta de concretagem. O lançamento de nova camada de concreto após o início de pega do concreto lançado deverá seguir as recomendações definidas para Juntas de Construção.

2.7.5 Desforma

Santos (2012) elucida pontos importantes com relação à desforma ao considerar que quando o concreto adquire uma resistência de 1 MPa, visualmente prevista para 12 horas após a concretagem, pode se começar a desforma. Primeiro são retiradas as cunhas de travamento, depois as réguas alinhadoras, os pinos, e finalmente, os painéis.

Ribeiro (2010) afirma que é da máxima importância seguir uma sequência da numeração existente nos painéis, que é a mesma com que eles serão montados nas próximas paredes ou casas. Os painéis das lajes podem ser removidos também, com exceção dos painéis apoiados pelas escoras, que só serão retirados depois de quatro dias da concretagem.

Caso haja um pavimento superior, Faria (2011) deixa claro que ele só pode ser feito depois de estudos para não comprometer a laje executada. Na desmontagem, é primordial que os painéis retirados sejam posicionados próximo do local a ser executada a nova concretagem. É imprescindível que seja realizada uma limpeza completa, removendo a película de argamassa (cimento + água + areia) aderida ao molde. O trabalho acima descrito deve ser criterioso de maneira que se possa garantir a vida útil das fôrmas, podendo se executado com espátulas ou jato de água.

2.7.6 Cura do Concreto

Faria (2011) relaciona a cura do concreto como ponto que merece atenção por parte dos profissionais da execução de paredes de concreto moldados “in loco”, devendo iniciar o mais cedo possível, diminuindo a possibilidade do surgimento de fissuras superficiais, principalmente em lajes.

O método mais comum de cura ocorre por molhagem, isto é, o umedecimento do concreto com água. Para isso é necessário que a superfície do concreto esteja continuamente em contato com a água por pelo menos três dias, molhando a parede pelo menos 5 vezes ao dia (em regiões quentes e com grande incidência de ventos esse período deve ser maior) (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2011).

2.7.7 Acabamento

A significativa redução da espessura das camadas de revestimento se mostra como uma das principais características do processo construtivo de paredes de concreto. Não se tem restrições quanto ao uso de qualquer tipo de revestimento, sendo exigido apenas o cumprimento das especificações do fornecedor do material. A recomendação é que o acabamento seja iniciado depois de uma cura úmida da parede (FARIA, 2011).

Ribeiro (2010) explica que após a desforma é recomendável proceder com o controle da qualidade, procedimento que pode identificar eventuais defeitos de execução. As paredes, depois da desforma, precisam estar niveladas e aprumadas com uma textura regular, apresentando apenas os sinais superficiais das junções entre painéis e furos das ancoragens. Também são identificadas pequenas bolhas de ar, geradas pela espuma ou incorporadas à massa durante o processo de lançamento.

Sobre as rebarbas decorrentes das junções de painéis, estas devem ser removidas com uma espátula logo após a desforma. Já os furos de ancoragens precisam ser preenchidos com argamassa de cimento e areia. Com relação às eventuais falhas

decorrentes de infiltração de ar (não destruídas durante a mistura no interior do caminhão betoneira) e as falhas provocadas pela heterogeneidade da granulometria da areia e impurezas, estas, segundo Martin (2010), podem ser corrigidas com a operação de feltragem.

Mitidieri *et al.* (2012) ensina ainda que, a feltragem tem como objetivo a retirada dos sinais superficiais da fôrma, a redução da porosidade superficial, o tamponamento de pequenos poros e bolhas de ar superficiais e a melhoria da qualidade estética das paredes. Assim, uma operação básica (e opcional) realizada algumas horas após a desenforma se refere a uma aplicação de uma camada de nata de cimento Portland, com traço rico em cimento, por meio de desempenadeiras de madeira revestidas com espuma.

Os materiais mais empregados, segundo afirma Ribeiro (2010), em obras já realizadas são: massa corrida, revestimentos cerâmicos, texturas e argamassas industrializadas sendo, nesses casos, aplicados diretamente sobre as paredes, sem necessidade da feltragem. O autor explica ainda que as paredes de concreto também podem receber outros tipos de acabamento, como textura rolada, grafiato e revestimento cerâmico.



Figura 13 - Execução de feltragem
Fonte: da pesquisa, 2015

3 MÉTODO DE ESTUDO

3.1 Estratégia de pesquisa

No primeiro momento foi adotada a metodologia da revisão bibliográfica como sugerido por Jung (2010), que se refere à busca sistemática de conhecimento já existente sobre o assunto, o que os diferentes autores já discutiram, propuseram ou realizaram. Ou seja, foi elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e com material disponibilizado na Internet relacionado ao método de parede de concretos em empreendimentos habitacionais populares.

Em um segundo momento, foi feito um estudo de caso em uma obra localizada na região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, onde são descritas as etapas executivas da obra de uma construção habitacional com 4 pavimentos com paredes de concreto moldadas “in loco”.

3.2 Instrumentos de coleta de dados

Com relação aos instrumentos de coleta de dados, Gil (2009) aponta que depois de realizar as opções, deve ser feita a descrição detalhada de como será feita a pesquisa (como os dados serão coletados, questionários, entrevistas, amostras e etc.). As etapas a serem desenvolvidas durante a execução do projeto devem ser descritas de tal forma que se tenha um caminho bem planejado, que facilite ao máximo a realização das atividades propostas.

Portanto, a pesquisa bibliográfica consistirá em uma triagem e fichamento de livros, artigos, manuais técnicos e publicações de empresas especializadas que descrevem os procedimentos relacionados ao dimensionamento e ao processo executivo das paredes maciças. Posteriormente, com a fundamentação teórica

necessária, será realizado um estudo de caso em um empreendimento habitacional popular de 4 pavimentos. São considerados os aspectos críticos relacionados ao dimensionamento, as escolhas do concreto, formas, fundações e outros requisitos relacionados às paredes de concreto e suas etapas de execução.

3.3 Tratamento e análise dos dados

A respeito do tratamento dos dados, tem-se que este se refere à fase em que o autor analisa e faz uma interpretação das informações colhidas ao longo do trabalho e de maneira a orientar o seu estudo estabelecendo a correlação entre o objeto e as questões de pesquisa. Não obstante, estabelece a necessidade de uma atitude de flexibilidade e abertura levando-se em conta a possibilidade de novas ideias. Nesta fase, tem-se a possibilidade de examinar, categorizar, classificar, testar e recombina as evidências em função das proposições iniciais do estudo (GIL, 2009).

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Estudo de caso: Descrição da obra

No estudo de caso aqui proposto, tem-se uma descrição da obra residencial Vila FLorida, situado na cidade de Vespasiano, mostrada na Figura 14 com todos os detalhes do método construtivo, passando brevemente pelo método de estrutura da base dos blocos e evidenciando a estrutura dos blocos em parede de concreto com forma de alumínio. Detalharam-se, com textos explicativos e imagens, exemplificando materiais, mão de obra, ferramentas e as técnicas apresentadas por profissionais treinados, e supervisionado pela equipe de Engenharia, focando em:

- Comprometimento com a qualidade
- Redução de custos
- Inovação e eficiência
- Equipe comprometida
- Dividir o sucesso.



Figura 14 - Fachada da obra - Simulação
Fonte: da pesquisa, 2015

O Residencial Vila Florida é um empreendimento localizado na Avenida Mário Fonseca Viana, região metropolitana de Vespasiano com 1104 unidades sendo 69

blocos com 16 apartamentos, 4 pavimentos e 4 apartamentos por pavimento em um terreno com 25.300,61 m².

a) Laje estaqueada.

No Residencial Vila Florida, executou-se o radier sobre tubulões, para dispensar o convencional cintamento (Viga Baldrame). Tendo em vista a facilidade na execução da forma, desforma, armação e economia com a redução da mão de obra. Um detalhe que de maneira geral é muito importante para a forma de alumínio é solicitar ao projetista a inclusão de 5cm nas medidas externas da laje, para o descanso dos painéis externos da forma.

Para realizar a locação da forma desse radier, executou-se uma escavação com aproximadamente 5 cm a partir da cota de arrasamento dos tubulões como se vê na Figura 15.



Figura 15 - Escavação finalizada e tubulões liberados

Fonte: da pesquisa, 2015

b) Regularização das estacas

Após liberadas todas as estacas é feita a limpeza como mostrado na Figura 16. Também deve ser feita a regularização das estacas e, em seguida, liberados os testemunhos, pontos de locação extra, identificados pelo topógrafo para marcar os eixos dos blocos. Procede-se com a conferência do gabarito de madeira, como visto na Figura 17, e liberação dos eixos de cantos da forma do radier estaqueado.



Figura 16 - Regularização e limpeza dos tubulões.
Fonte; da pesquisa, 2015.



Figura 17 - Gabarito de madeira.
Fonte: da pesquisa, 2015.

c) Alinhamento e esquadro

Para o alinhamento e esquadro foram locados todos os eixos de canto da fôrma da base e feitos os travamentos com Barras ($\phi 12,5$ mm) direto no solo. Nesta etapa é medido 3 metros em um canto e 4 metros no outro e retira-se a raiz quadrada da soma dos dois, elevada ao quadrado, ou seja, a hipotenusa que medida na trena

metálica de um ponto a outro tem que ser igual a 5 metros, como mostram as Figuras 18 e 19:



Figura 18 - Conferência do alinhamento e esquadro
Fonte: da pesquisa, 2015.



Figura 19 - Travamento da Fôrma.
Fonte: da pesquisa, 2015.

d) Conferência do nível da forma com nível laser

Depois de concluído o travamento da forma da base, foi conferido o nivelamento da mesma com o auxílio de um nível laser mostrado na Figura 20, atender as especificações do projeto, conforme mostrado na figura 21.



Figura 20 - Conferência do nível da forma com nível laser
Fonte: da pesquisa, 2015.

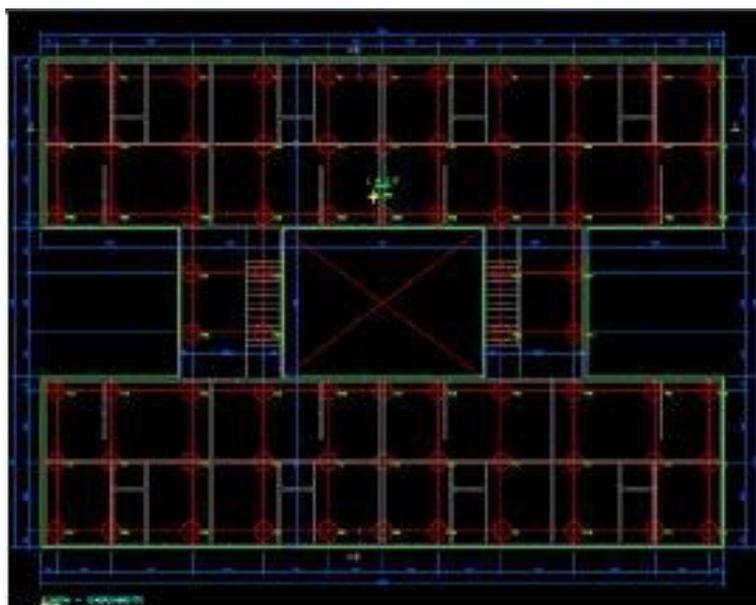


Figura 21 - Projeto de dimensionamento da Fôrma
Fonte: da pesquisa, 2015.

e) Reaterro de camada com bica corrida

Com o nivelamento e as dimensões da forma da base prontos, lançou-se uma camada de 5 cm de bica corrida mostrada na Figura 22.



Figura 22 - Camada de brita corrida esp.5cm
Fonte: da pesquisa, 2015.

f) Etapa de armação

Na etapa da armação vista na Figura 23, concluído o lançamento de bica corrida foi realizada a armação positiva e negativa conforme projeto, respeitando suas bitolas, espaçamentos, cobrimentos mínimos exigidos pelo calculista e posição final como ponteamto das mesmas.



Figura 23 -: Armação positiva e negativa concluída
Fonte: da pesquisa, 2015.

g) Concretagem da laje

Na etapa final é feita a concretagem da laje estaqueada, conforme definido por projeto (25 MPa – Slump: 10 ± 2 brita 1), nivelada de acordo com a forma e somente sarrafeada para liberar o embasamento. A Figura 24 mostra o processo de concretagem e a Figura 25 a concretagem concluída.



Figura 24 - Em processo de concretagem
Fonte: da pesquisa, 2015.



Figura 25 - Concretagem da base concluída
Fonte: da pesquisa, 2015.

O embasamento (fiada zero) foi realizado no Residencial Vila Florida, de modo a ser executada as redes da hidráulica, de esgoto e água fria, tubulação anti-incêndio, tubulação de elétrica e telefônica. O embasamento foi executado com uma fiada de bloco de concreto com as dimensões (19x19x20) cm (fiada zero), grauteado com o mesmo concreto da laje estaqueada. O embasamento economiza tempo na marcação da elétrica e hidráulica, além disso, facilita uma posterior manutenção das mesmas.

h) Marcação

A marcação se deu depois de concluída a laje estaqueada, em que se fez a marcação do embasamento como se pode ver na Figura 26 com bloco de concreto (19x19x20) cm para todos os apartamentos e áreas comuns.



Figura 26 - Embasamento concluído. Iniciando passagens de Elétrica.
Fonte: da pesquisa, 2015.

Na elétrica e hidráulica vista na Figura 27, depois de concluído toda a marcação do embasamento, iniciou-se a marcação e montagem da hidráulica, água fria, águas pluviais, esgoto e elétrica.

i) Reaterro pós marcação da elétrica e hidráulica

O reaterro mostrado na Figura 28, depois de concluída toda a elétrica e hidráulica, grautea-se todos os blocos usados na marcação e reaterra-se com areia.

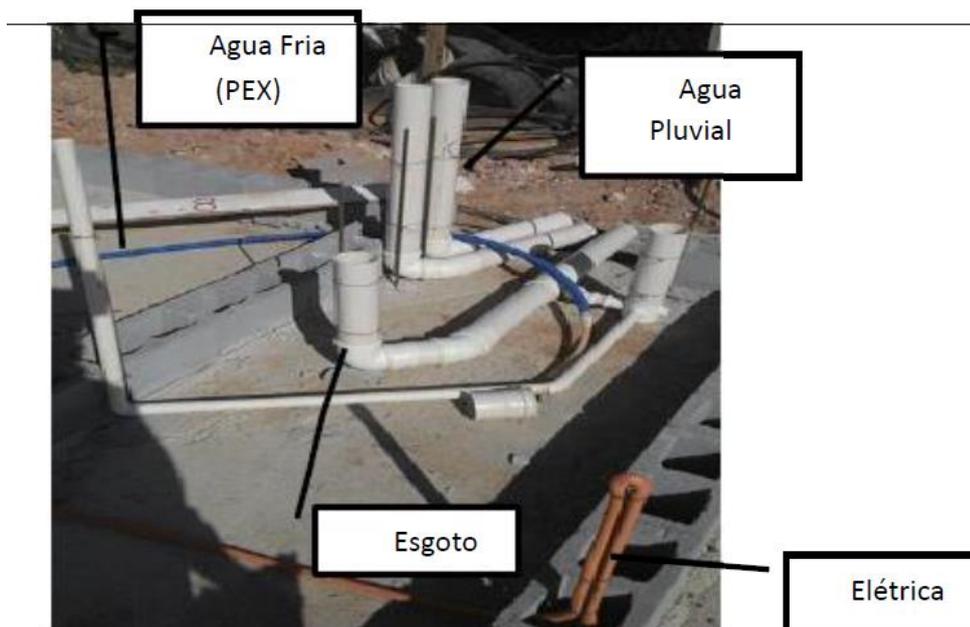


Figura 27 - Processo de montagem da Hidráulica e Elétrica.
Fonte: da pesquisa, 2015.



Figura 28 - Processo de Reaterro.
Fonte: da pesquisa, 2015.

j) Execução piso

O contrapiso de concreto foi executado após ter sido concluído o reaterro. Executou-se o piso pobre do apartamento com piso zero do térreo em espessura de 5 cm

sendo liberada para a entrada e marcação e início da forma das paredes visto na Figura 29.



Figura 29 - Processos de concretagem da base concluídos.
Fonte: da pesquisa, 2015.

A marcação mostrada na Figura 30 foi realizada para dar início à montagem das fôrmas. É indispensável um projeto auxiliar com todas as dimensões internas dos apartamentos, corda, pó xadrez com cores de destaque (vermelho ou azul) e trena metálica com 30 m para evitar erro nas medidas.



Figura 30 - Realização da marcação das paredes.
Fonte: da pesquisa, 2015.

k) Marcação das formas

Com o projeto de forma contendo todas as medidas internas das paredes, iniciou-se a marcação conforme Figuras 31 e 32. Partindo da junta de dilatação e marcando as faces e o centro de cada parede.



Figura 31 - Encarregado fazendo marcação com a corda
Fonte: da pesquisa, 2015.



Figura 32 - Marcação das medidas internas do apartamento com trena metálica
Fonte: da pesquisa, 2015.

- I) Marcação da laje zero finalizada

Após ter sido concluída toda a marcação das formas, coloca-se o espaçador com 10 cm espessura (espessura da parede) a cada 40 cm, fixado com uma pistola a gás que “grampeia”, figura 33, um pino no eixo da parede e a marcação pode ser finalizada como se vê na Figura 34:



Figura 33 – Grampeamento utilizando finca pino.
Fonte: da pesquisa, 2015.



Figura 34 - Marcação da laje zero finalizada com espaçadores.
Fonte: da pesquisa, 2015.

m) Armação das paredes

Na armação das paredes e lajes, as armaduras devem ser em telas eletro soldadas de acordo com as dimensões definidas em projeto. Para se fazer os cortes dos vãos de portas e de janelas deve ser seguido o projeto de corte e dobra, para evitar o desperdício das peças. Os recortes devem ser feitos no fechamento da forma para otimizar a mão de obra. Nos extremos dos vãos de portas e janelas devem ser feitos reforços com vergalhão em barra reta conforme solicitado em projeto para evitar fissuras no concreto. As armaduras das paredes devem permanecer centralizadas nas mesmas.

Para isso, utilizou-se um espaçador específico para que a tela permaneça na posição original após a concretagem. Nas amaduras da laje também utilizou-se espaçadores específicos, para a armadura positiva e para a armadura negativa, sempre respeitando o transpasse de tela conforme solicitado em projeto. Nas lajes deixam-se os arranques para auxílio de amarração das telas para a próxima concretagem como se vê nas Figuras 35 e 36.



Figura 35 - Vergalhão auxiliar para amarração da armadura.
Fonte: da pesquisa, 2015.



Figura 36 - Transpasse para tela de canto.
Fonte: da pesquisa, 2015.

Nos cantos de parede foram utilizados transpasse de tela cortada e dobrada na obra com auxílio de uma forma feita de madeira. Esse detalhe foi elaborado para facilitar a amarração das telas no pavimento térreo e é necessário, para tal, colocar os arranques de vergalhão no piso.

Para fazer os recortes da armadura nos vãos de porta e janela utiliza-se uma Tesoura especial para corte de aço mostrado na Figura 37.



Figura 37 - Armador cortando tela de aço para vão de janela.
Fonte: da pesquisa, 2015.

n) Espaçadores da laje

Os espaçadores da laje possuem um detalhe específico, sendo colocado um espaçador para o cobrimento da armadura positiva, e para o cobrimento da armadura negativa. Conforme mostrado na Figura 38 utilizou-se um espaçador a partir do positivo de maneira que o espaçador fique sobre a armadura positiva e assim a armadura não fique aparente na laje após desformada.

Após a armação de paredes terminada, procede-se com passivação da forma, que somente é necessária na primeira utilização da mesma, quando é recém-chegada do fornecedor (alguns fornecedores já entregam as peças com a passivação realizada). A passivação das fôrmas é feita antes do seu primeiro uso e é realizada para que durante as concretagens o concreto não reaja com o alumínio servindo também para facilitar a ação do desmoldante. Para cada 20 m² de forma é aplicada 20 kg de cal hidratada.



Figura 38 - Espaçador da laje
Fonte: da pesquisa, 2015.

o) Mistura de contato

Adiciona-se 20 litros de água aos 20 kg de cal hidratada, mexendo a cada 15 minutos para manter a mistura homogênea. Depois, aplica-se a mistura na face de contato da forma com o concreto, como mostrado na Figura 38. Deixou-se a mistura agir de um dia para o outro (24 hr) sendo feita a lavagem com lavadora de alta pressão.

Após a passivação inicia-se a montagem da estrutura das formas e para isso os montadores utilizam um projeto específico com as dimensões de cada ambiente, posição das escoras e reescoras usadas para nivelção da laje.



Figura 39 - Aplicação da mistura.
Fonte: da pesquisa, 2015.

p) Montagem das formas

Para fixar as cunhas foram utilizados: martelo, pinos para fixação das formas, gravatas para fixação dos painéis internos e externos das paredes, chavetas para fechamento dos painéis de vão de porta e vão de janela. Para se fazer o fechamento dos painéis de fachada é obrigatório a montagem do andaime para locomoção dos montadores. Na base e na parte superior das fôrmas foram colocados alinhadores para evitar que a mesmas e desalinhe ou abra durante o processo de concretagem, quando a pressão exercida pelo concreto pode deslocar as paredes.

Depois de montadas as fôrmas de todos os ambientes, tanto paredes quanto lajes, elas recebem um reforço na marcação fornecida pelo fabricante (tinta spray), identificando a que cômodo ela pertence e uma numeração para identificar a sua posição no mesmo. Na base da forma pregam-se sarrafos para evitar que o concreto escape por alguma imperfeição entre painéis e base, otimizando assim a produtividade dos montadores. Ao fim da concretagem da estrutura de cada prédio é feita uma limpeza desses itens.

Com a montagem da forma e todas as instalações elétricas e hidráulicas concluídas, verifica-se o nivelamento da laje com auxílio do nível laser como mostrado na Figura 40:



Figura 40 - Nivelamento das Fôrmas da laje com auxílio do nível Laser.
Fonte: da pesquisa, 2015.

Para facilitar a instalação do gás interno, deixa-se um rebaixo com as medidas exatas na laje e na parede. A cada concretagem repetiu-se a limpeza da forma de alumínio, para o concreto ficar com melhor acabamento e também para melhor durabilidade das mesmas. Para fazer o transporte vertical das fôrmas, utilizou-se um manipulador Telescópico (Skytrak).

q) Acabamentos elétricos, hidráulicos

Para executar as instalações elétricas, o referido método construtivo exigiu a utilização de eletrodutos reforçados nas paredes e lajes de modo a resistir à pressão exercida pelo concreto durante a concretagem, além de caixas especiais para tomadas e iluminação. Para agilizar o processo foram separados KIT elétricos já com todos os materiais. Para executar as instalações elétricas das paredes e lajes usou-se caixas especiais seladas para evitar seu entupimento com o concreto durante o processo de concretagem como mostrado na Figura 41.



Figura 41 - Caixas especiais seladas.
Fonte: Da pesquisa, 2015.

Após definida localização e altura das caixas elétricas nas parede, realizou-se a fixação das caixas no painéis de parede com auxílio de uma parafusadeira para manter a sua posição durante a concretagem. Para os eletrodutos não aparecerem na parede após a concretagem usou-se um espaçador especial para eletroduto como mostra a Figura 42.

Nas lajes foram utilizados os mesmos eletrodutos para fazer a iluminação e as caixas elétricas, também seladas, com formato circular. A Figura 43 mostra o procedimento já findado.



Figura 42 - Espaçador próprio para eletrodutos.
Fonte: da pesquisa, 2015.



Figura 43 - Processo finalizado.
Fonte: da pesquisa, 2015.

O final do processo pode ser visualizado na Figura 44 abaixo:



Figura 44 - Laje finalizada
Fonte: da pesquisa, 2015.

As instalações hidráulicas foram feitas nas paredes de concreto onde se empregou o sistema PEX, que são tubos flexíveis de Polietileno reticulados, que conduzem água fria dentro dos ambientes Foi executada a partir de uma caixa distribuidora mostrado

na Figura 45, chamada de Manifoldo, e serve de facilitador para uma futura manutenção. Ocorrendo algum problema somente substituí-se o tubo PEX do ponto de consumo, sem quebrar concreto das paredes.

Os pontos hidráulicos nas paredes foram verificados de acordo com os projetos, com o exemplo de detalhamento da cozinha conforme Figura 45.



Figura 45 - Caixa distribuidora.

Fonte: da pesquisa, 2015.

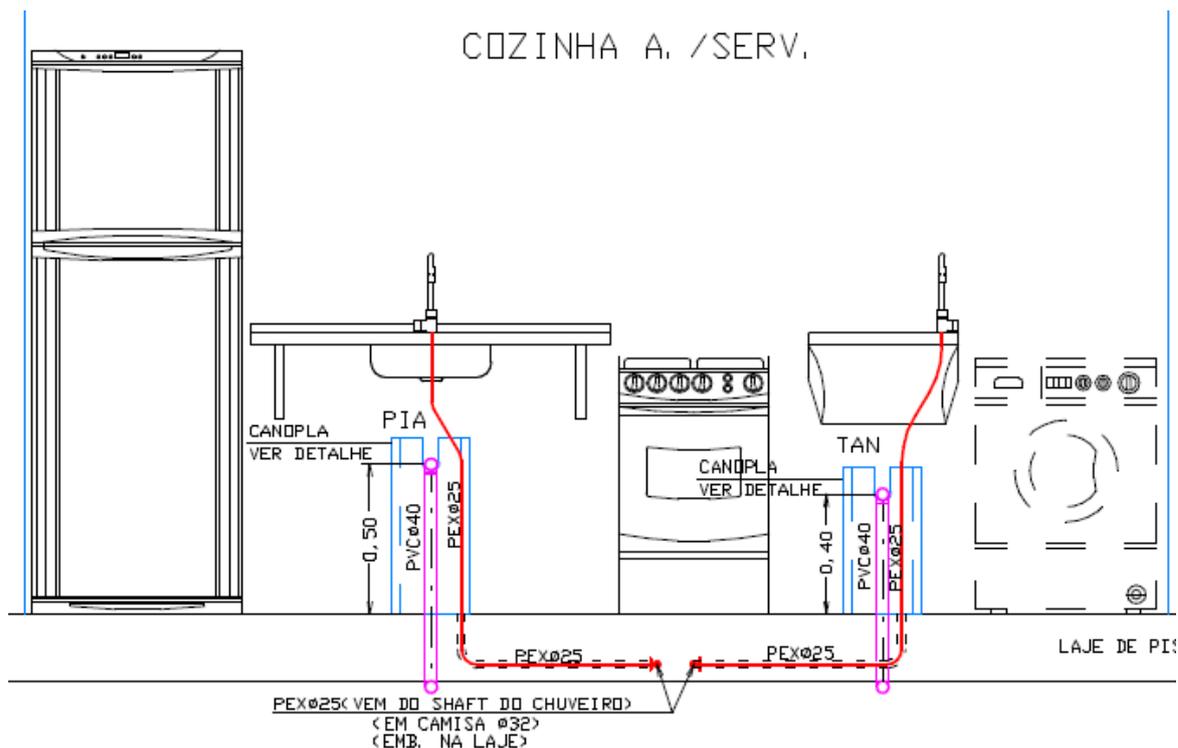


Figura 46: Exemplo do padrão Máquina de Lavar e Tanque.
Fonte: da pesquisa, 2015.

r) Concretagem final

Com os processos de fôrma, instalações elétricas, hidráulicas e respectivas conferências concluídas libera-se a concretagem. Para agilizar o processo contou-se com uma usina móvel de concreto no canteiro e um laboratório de controle tecnológico. O concreto utilizado foi o concreto auto adensável, cuja opção foi definida por ser um concreto com alto ganho de resistência inicial nas primeiras 12 horas, possibilitando a desforma no dia seguinte à concretagem. Esse concreto dispensa o uso de vibrador durante a concretagem e tem um melhor acabamento aparente depois da desforma.

Após a concretagem a forma é lavada com uma lavadora de alta pressão para limpar a nata de cimento que escorre na mesma. Para cada concretagem molda-se seis corpos de prova por caminhão betoneira. O 1º rompimento acontece com 12 horas, liberando as formas das paredes e as lajes com 3,0 MPa. O 2º rompimento foi realizado com 14 dias e o 3º rompimento com 28 dias. Para o controle e

acompanhamento dos serviços, desenvolveu-se documentos para auxiliar e orientar a sequência e início dos serviços.

A desforma foi iniciada pelos painéis de desforma da parede como mostra a Figura 47. Os painéis de desforma possuem um detalhe na parte frontal, um rebaixo para facilitar a desforma. A desforma da laje é mostrada na Figura 48.



Figura 47 - Desforma da parede.
Fonte: da pesquisa, 2015.



Figura 48 - Desforma da laje
Fonte: da pesquisa, 2015.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo abordou o processo construtivo de paredes de concreto utilizadas na construção de edificações residenciais. Com base no estudo foi possível constatar que tal processo construtivo apresenta uma gama de vantagens quando comparada com os outros processos convencionais, como por exemplo: maior velocidade de execução, sistema industrializado, racionalizado e apresenta ótimo desempenho estrutural com seções reduzidas.

Percebeu-se também que o processo construtivo mostrou-se com possibilidades de exigir um custo base alto comparado aos processos e técnicas construtivas convencionais, principalmente devido ao preço das fôrmas. Porém, para construções de grande repetitividade como conjuntos habitacionais, condomínios residenciais e grupo de edifícios, este custo é rateado entre as diversas unidades habitacionais, fazendo com que o gasto com forma por unidade seja muito reduzido, tornando o sistema extremamente competitivo e viável.

Assim, ficou claro que os sistemas que utilizam as paredes de concreto se apresentam como alternativas viáveis para a realidade atual da construção civil no Brasil.

Foram analisados quais eram os cuidados a serem tomados no processo executivo das paredes de concreto, relacionados ao dimensionamento feito no projeto estrutural. Verificou-se que os cuidados devem se voltar especialmente à qualidade da superfície de concreto que, conforme visto no estudo de caso, deve ser executado com equipamentos adequados, adotando-se o nivelamento automático a laser, com concreto dosado em central e de elevadas resistências à tração na flexão, compressão e abrasão. Outros aspectos importantes que devem ser considerados são a planicidade e acabamento final liso e polido, com textura e aspecto vítreo, pois sobre este concreto serão moldados os painéis do pavimento seguinte.

Assim, pode-se dizer que o objetivo de descrever, por meio de um estudo de caso de uma construção de habitação multifamiliar, composta por várias torres de 4 pavimentos as etapas de um processo executivo das paredes de concreto armado, moldadas “in loco” foi atingido.

Concluiu-se que o processo construtivo de paredes de concreto moldadas “in loco” se mostrou significativamente distinto dos convencionais, de fácil execução apesar de particularidades em relação às formas, gerando assim aumento de produtividade. Isto, aliado à utilização de concretos de cura acelerada, resultou em uma obra mais rápida, e com menos etapas de acabamento. Considerando-se todas as vantagens do referido processo construtivo, e ao estado atual do mercado da construção, é possível prever um grande aumento em sua utilização, principalmente após o desenvolvimento da NBR 16055 (ABNT, 2012), que rege sua utilização.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABECE. PAREDES DE CONCRETO em habitações. **Velocidade com qualidade**. 2012. Disponível em: http://www.abece.com.br/web/download/pdf/enece2008/Palestra_Arnoldo_Wendler.pdf Acesso em: 15 de out. 2015.

ABESC. **Paredes de Concreto**. 2012. Disponível em: <http://www.abesc.org.br/tecnologias/tec-paredes-de-concreto.html>. Acesso em: 9 de out. 2015.

ACCETTI, K. N.. **Contribuições ao Projeto Estrutural de Edifícios em Alvenaria**. Tese de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos da USP, São Carlos, SP, Brasil, 2008.

ALVES, Cleber de Oliveira; PEIXOTO, Egleson José dos Santos. **Estudo comparativo de custo entre alvenaria estrutural e paredes de concreto armado moldadas no local com fôrmas de alumínio Belém**. 2011. Disponível em: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:XGGZXQGf4_kJ:www.unama.br/graduacao/engenharia-civil/tccs/2011/ESTUDO%2520COMPARATIVO%2520DE%2520CUSTO%2520ENTRE%2520ALVENARIA%2520ESTRUTURAL%2520E%2520PAREDES%2520DE%2520CONCRETO%2520ARMADO%2520MOLDADAS%2520NO%2520L.pdf+%&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br. Acesso em: 18 de nov. de 2015.

ARAÚJO, José Milton de. **Curso de Concreto Armado - Volume 4**. Volume 4 de Curso de concreto armado. Porto Alegre: Editora DUNAS, 2006.

MORAES, Daniel Áreas. **Descrição do Processo Construtivo de Parede de Concreto para Obra de Baixo Padrão**– Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013. IX, 70 p.: il.; 29,7 cm

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2014.

_____. NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.

_____. NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 2006.

_____. NBR 16055: Paredes de concreto moldadas no local para a construção de edificações. Rio de Janeiro, 2012.

BELLO, José Luís de Paiva. **Metodologia Científica**. Rio de Janeiro, 2004. Encontrado em: <http://www.pedagogiaemfoco.pro.br/met01.htm>. Acessado em: 02 de out de 2015.

BONACHESKI, V.. **Alvenaria Estrutural**. Trabalho de Conclusão de Curso, PUC-RS. Porto Alegre: 2006.

CARTWRIGHT, Peter. **Alvenaria: Eixo: Infraestrutura** - Série Tekne. Rio de Janeiro: Bookman, 2014.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **“Paredes de Concreto”**. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/concreto/execucao/33/concreto.html>>. Acesso em 20 set. 2015.

CORSINI; Rodnei. **Paredes normatizadas**. Norma inédita para paredes de concreto moldadas “in loco” entra em vigor e promete impulsionar uso da tecnologia em edificações . 2013. <http://www.abesc.org.br/assets/files/TECHNE-Artigo%20Paredes.pdf>.

DA SILVA, D.M.A. – **Solo grampeado com concreto projetado**. Dissertação de bacharelado. Departamento de Eng. Civil, UCSal. Salvador, 2007.

FARIA, Renato. **Paredes maciças**. Fôrmas metálicas convencionais, painéis em alumínio e em aço são opções oferecidas para execução de paredes de concreto. Para cada empreendimento, utilização exige estudo detalhado. Edição 143 - Fevereiro/2009. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/143/paredes-macicas-286570-1.aspx>. Acesso em: 11 de jan. 2014.

FARIA, R. **Paredes Maciças**. *Téchne*. v. 143, n. 17, pp 34-38, 2011.

FILHO, Paulo Flaquer. **Paredes de concreto moldadas “in loco”**. 2010. <http://imonov.novon.com.br/sonhar/informacoes.pdf>. Acesso em: 14 de out. 2015.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GRAZIANO, Francisco Paulo. Parede de concreto em prédios altos. 2012. <http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque-interno/parede-de-concreto-em-predios-altos>. Acessado em: 14 de out. de 2015.

HESKETH, Marcos. **SOLUÇÕES PARA PROGRAMAS HABITACIONAIS: características, vantagens e viabilidade do sistema**. 2010.

JUNG, Carlos Fernando. **Elaboração de Projetos de Pesquisa Aplicados a Engenharia de Produção**. Taquara: FACCAT, 2010. Disponível em: <http://www.metodologia.net.br>. Acessado em: 14 de out. de 2015.

LAVAU, A. Guerrin, Roger C. **Tratado de Concreto Armado - V.2** São Paulo: Editora Ryoki Inoue Produções, 2012.

LORENCETO, Danilo de Matos **A versatilidade das formas plásticas para paredes de concreto moldadas “in loco”**. Desenvolvida por meio de uma resina plástica de alto desempenho e flexibilidade, a forma plástica é ideal para estruturas de concreto como pilares, vigas, paredes e lajes. 2013. <http://www.dino.com.br/releases/a-versatilidade-das-formas-plasticas-para-paredes-de-concreto-moldadas-in-loco-dino89015634131>. Acesso em: 11 de out. 2015.

MARTIN, L. M. **Paredes de concreto**: Comparação entre critérios de dimensionamento adotados. Porto Alegre: UFRGS: Departamento de Engenharia Civil, 2010. 113 p. Trabalho de Conclusão de Curso.

MITIDIARI, C, V; SOUZA, J, C, S; BARREIROS, T, S. **Sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local**: aspectos do controle de execução. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 54, 2012, Maceió. Anais. Alagoas: IBRACON, 2012, p. 1-8

MISURELLI, H.; MASSUDA, C. "Paredes De Concreto" *Téchne*. v. 147. n. 17. 2009. pp 4-80.

RIBEIRO, M. D. **Desempenho estrutural do sistema de paredes em concreto armado**: análise comparativa com o sistema apertado convencional. Porto Alegre: UFRGS: Departamento de Engenharia Civil, 2010. 69 p

SANTOS, Altair. **Norma populariza parede de concreto moldada "in loco"**. Área Técnica, Sobre Concreto de maio de 2012.

SACHT, H. M. **Painéis de vedação de concreto moldados "in loco"**: Avaliação de desempenho térmico e desenvolvimento de concretos. 2008. 286f. . Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

WENDLER, Arnaldo. **Sistema Construtivo em**: paredes de concreto. 2013. Disponível em: <http://www.comunidade-da-construcao.com.br/upload/ativos/26/anexo/projetow.pdf>. Acesso em: 11 de out. 2015.

WENDLER FILHO, Arnaldo Augusto. **Paredes de Concreto**: Cálculo para Construções Econômicas. A importância do projeto de paredes de concreto para os projetistas estruturais. 2013. Disponível em: <http://site.abece.com.br/download/pdf/Eventos-Palestra-Wendler.pdf>. Acesso em: 14 de out. 2015.

7 ANEXO

a) IMPLANTAÇÃO

