



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**JULIANNE SIMÕES DE MACÊDO**

***Um estudo sobre o sistema construtivo formado por paredes de concreto  
moldadas no local***

JOÃO PESSOA

2016

**JULIANNE SIMÕES DE MACÊDO**

***Um estudo sobre o sistema construtivo formado por paredes de concreto  
moldadas no local***

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao conselho do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Hidelbrando José Farkat Diógenes

JOÃO PESSOA

2016

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**JULIANNE SIMÕES DE MACÊDO**

***Um estudo sobre o sistema construtivo formado por paredes de concreto  
moldadas no local***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 14/06/2016 perante a seguinte  
Comissão Julgadora:

---

Prof. Dr. Hidelbrando José Farkat Diógenes

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

---

Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Júnior

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

---

Prof. Dr. Givanildo Alves De Azeredo

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

---

Prof. Dr.(a) Ana Cláudia F. M. Braga

Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Civil

*Aos meus pais,  
José Eduardo Lima de Macêdo e Josephine  
Bezerra Simões, meu porto seguro e principais  
incentivadores de cada conquista na minha vida.*

## **Agradecimentos**

Começo agradecendo ao grande Autor de todas coisas e principalmente das etapas e vitórias da minha vida, à Deus. Por se fazer presente diariamente na minha caminhada estudantil e por ter me permitido a oportunidade de ter ingressado neste curso e de ser feliz com a escolha feita.

À minha mãe, Josephine, meu espelho de mulher e guerreira, que me inspira a cada dia, e que subiu cada degrau junto a mim em direção ao tão esperado diploma.

Ao meu pai, Eduardo, meu orgulho. Primeiro e eterno homem na minha vida, aquele sempre de braços abertos a um abraço, vibrando pelas minhas conquistas.

Aos meus avós, tios e irmãos, que de alguma forma me incentivaram, torceram pela minha conquista e foram essenciais para que eu chegasse até aqui.

Às minha amigas de infância, sete pessoas que se configuram em um verdadeiro porto seguro na minha vida, onde se fizeram presentes desde o primeiro passo e seguiremos juntas por um longo tempo ainda.

Aos amigos que a universidade meu deu, que o convívio nos fez verdadeiros irmãos. Meu agradecimento pelo dia a dia e por todos os momentos vividos dentro e fora da vida acadêmica, na certeza de que serão amizades levadas para o resto da vida.

Aos meus professores, a todos que me lecionaram durante o curso, de formas diferentes, cada um teve sua marca e contribuição essencial na minha formação. Posso afirmar que muitos ficaram marcados como exemplo de profissionais que eu buscarei seguir na minha carreira profissional.

Por fim agradeço também a pessoas que entraram na minha vida de maneira especial, e foram fonte de força e incentivo para a conclusão deste trabalho, acreditando no meu potencial e torcendo por mim.

*“Sempre em frente,  
Não temos tempo a perder.”  
(Renato Russo)*

## Resumo

MACEDO, Julianne Simões. ***Um estudo sobre o sistema construtivo formado por paredes de concreto moldadas no local.*** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

O mundo passa por constantes mudanças e avanços tecnológicos, e por se tratar de uma atividade rotineira e cheia de desafios, a construção civil é amplamente atingida por essas inovações. Com o mercado atualmente em baixa, a necessidade por métodos mais rápidos e eficientes que mantenham o padrão do produto final, racionalizando a produção, é cada vez maior. Nessas circunstâncias, o sistema de paredes de concreto moldadas in loco começa a se destacar no Brasil, suprimindo tais necessidades e tomando a cada dia seu espaço. Este trabalho explora esse sistema, seus componentes e processo executivo, juntamente com uma breve explanação e comparação com o sistema de alvenaria estrutural. Por fim, diante de uma análise de toda a metodologia, propõe um *checklist* para auxiliar na execução e qualidade final das edificações de paredes de concreto.

**Palavras-chave:** Paredes de concreto. Racionalização da construção. Industrialização da construção.

## **Abstract**

MACEDO, Julianne Simões. **A study on the construction system formed by concrete walls cast in place.** Civil Engineering, Federal University of Paraíba, João Pessoa, 2016.

The world is going through constant changes and technological advances, and it is a routine activity and full of challenges, construction is largely affected by these innovations. With the market currently low, the need for faster and more efficient methods to maintain the standard of the final product rationalizing production is increasing, in such circumstances, the system of concrete walls molded in place begins to stand out in Brazil, supplying those needs and taking each day your space. This paper explores this system, its components and executive process, along with a brief explanation and comparison with the structural masonry system, and finally, on an analysis of all the methodology proposes a checklist to assist in the execution and final quality of buildings of concrete walls.

**Keywords:** Concrete walls. Rationalization of construction. Industrialization of construction.

## Lista de Figuras

Figura 01 – Logomarca do Programa Minha Casa Minha Vida.....	15
Figura 02 – Sistema Outinord: formas metálicas tipo túnel.....	19
Figura 03 – Sistema de formas da Gethal.....	19
Figura 04 – Edifício em Bogotá, na Colômbia.....	21
Figura 05 – Edificação pós primeira desforma.....	22
Figura 06 – Norma Regulamentadora Brasileira - ABNT NBR 16055:2012.....	24
Figura 07 – Flow test.....	27
Figura 08 – Slump test.....	27
Figura 09 – Junta de dilatação.....	28
Figura 10 – Conjunto de formas metálicas.....	30
Figura 11 – Conjunto de formas metálicas com compensados.....	30
Figura 12 – Conjunto de formas de plástico.....	31
Figura 13 – Colocação das escoras.....	32
Figura 14 – Aço em barra.....	33
Figura 15 – Telas de aço Eletrossoldadas.....	33
Figura 16 – Detalhamento de painéis e peças auxiliares.....	35
Figura 17 – Detalhamento e sequencia executiva dos painéis.....	35
Figura 18 – Ciclo Executivo.....	36
Figura 19 – Fundação tipo radier pronta para receber as telas.....	37
Figura 20 – Espaçadores de piso.....	38
Figura 21 – Detalhe das bordas – Fundação radier.....	38
Figura 22 – Modelos de espaçadores.....	39

Figura 23 – Telas eletrossoldadas com elementos de instalações elétricas fixados...	40
Figura 24 – Tubulação por fora da parede.....	41
Figura 25 – Shaft em acabamento.....	41
Figura 26 – Montagem das formas metálicas.....	42
Figura 27 – Detalhe do travamento das formas.....	42
Figura 28 – Aplicação do desmoldante nas formas.....	43
Figura 29 – Concretagem.....	44
Figura 30 – Limpeza dos painéis.....	45
Figura 31 – Esquema de ventilação da edificação.....	47
Figura 32 – Características para desempenho acústico.....	48
Figura 33 – Patologia por falha na execução.....	52
Figura 34 – Obra em alvenaria estrutural.....	54
Figura 35 – Tipos de blocos.....	56
Figura 36 – Amarração dos blocos.....	58
Figura 37 –Elevação das fiadas.....	59
Figura 38 –Dimensões máximas de corte em alvenaria.....	60
Figura 39 –Acabamento de sistema de paredes de concreto X sistemas tradicionais.....	63
Figura 40 – <i>Checklist</i> para os serviços referentes à fundação.....	67
Figura 41 – <i>Checklist</i> para os serviços referentes à armação.....	68
Figura 42 – <i>Checklist</i> para os serviços referentes à montagem das fôrmas.....	69
Figura 43 – <i>Checklist</i> para os serviços referentes à concretagem.....	69
Figura 44 – <i>Checklist</i> para os serviços referentes à desforma e cura do concreto...	70

## **Lista de Tabelas**

Tabela 01 – Resumo tipos de concreto.....	27
Tabela 02 – Dicas para escolha de formas.....	32
Tabela 03 – Motivo e Causa de fissuras nas paredes.....	54

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

APO – Avaliação Pós-Ocupação

APP – Avaliação Pré-Projeto

NBR – Norma Brasileira

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABESC - Associação Brasileira de Serviços de Concretagem

IBTS - Instituto Brasileiro de Tela Soldada

PMCMV – Programa Minha Casa Minha Vida

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

# Sumário

1	CONTEXTO E MOTIVAÇÃO .....	14
1.1	OBJETIVOS .....	17
1.1.1	Objetivo Geral.....	17
1.1.2	Objetivos Específicos .....	17
1.2	MÉTODO .....	18
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2	ESTADO DA ARTE DE PAREDES DE CONCRETO.....	19
2.1	Histórico .....	19
2.2	Definição e Características Principais .....	21
2.2.1	<i>Normatização</i> .....	24
2.3	Elementos Constituintes.....	25
2.3.1	CONCRETO .....	26
2.3.1.1	<i>Juntas de dilatação</i> .....	28
2.3.2	FÔRMA.....	29
2.3.2.1	<i>Escoramento</i> .....	32
2.3.3	ARMAÇÃO .....	33
2.4	PROCESSO EXECUTIVO .....	34
2.4.1	<i>Fundação</i> .....	36
2.4.2	<i>Marcação da laje</i> .....	37
2.4.3	<i>Armação</i> .....	39
2.4.4	<i>Instalações</i> .....	39
2.4.5	<i>Montagem das fôrmas</i> .....	41
2.4.6	<i>Concretagem e Adensamento</i> .....	42
2.4.7	<i>Desforma</i> .....	44
2.4.8	<i>Cura</i> .....	45
2.4.9	<i>Acabamento geral da edificação</i> .....	45
	DESEMPENHO.....	46
2.5	.....	46
2.5.1	Segurança contra incêndio .....	46
2.5.2	Estanqueidade.....	46
2.5.3	Desempenho térmico.....	46

2.5.4	Desempenho acústico .....	47
2.5.5	Durabilidade .....	48
2.5.6	Indicadores ambientais.....	48
2.6	VANTAGENS E DESVANTAGENS .....	49
2.6.1	<i>Vantagens</i> .....	49
2.6.2	<i>Desvantagens</i> .....	50
2.6.3	Patologias.....	51
3	ESTADO DA ARTE DA ALVENARIA ESTRUTURAL .....	54
3.1	Aspectos gerais da alvenaria estrutural .....	54
3.2	Materiais Principais .....	55
3.2.1	Bloco.....	56
3.2.2	Argamassa .....	57
3.2.3	Graute.....	57
3.2.4	Armaduras .....	57
3.3	Processo Executivo.....	58
3.4	Patologias e vantagens.....	60
3.4.1	<i>Vantagens</i> .....	60
3.4.2	<i>Patologias</i> .....	61
4	PAREDES DE CONCRETO X ALVENARIA ESTRUTURAL .....	62
4.1	Produtividade .....	62
4.2	Custos de Obra .....	63
4.3	Quantidade de funcionários .....	63
4.4	Acabamento .....	63
5	ELEMENTOS E SOLUÇÕES PARA A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO NO ESTADO DA PARAÍBA .....	64
5.1	Mão de obra .....	64
5.2	Investimento.....	65
5.3	Planejamento do sistema.....	66
5.4	Proposta de checklist .....	66
6	CONCLUSÕES .....	71
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	72

## 1 CONTEXTO E MOTIVAÇÃO

Para conseguir acompanhar a alta solicitação econômica no início do século XXI, as empresas se encontravam de portas abertas a absorver modelos que trouxessem vantagens necessárias tais como a racionalização do tempo de obra, velocidade na construção, redução de perdas, alta qualidade do produto final e boa competitividade frente aos outros sistemas. Na tentativa de atender a esses requisitos surgiu o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local, que foi sendo incorporado pouco a pouco pelas empresas no objetivo de aumentar o lucro e se manter na disputa comercial (SANTOS, 2013).

Além disso, a redução da inflação no Brasil e a estabilização da moeda geraram um forte crescimento na economia brasileira nesses anos. Aliado a estes fatores, o Governo Federal também disponibilizou financiamentos de longo prazo, o que contribuiu para o crescimento da construção civil brasileira. Também nessa época, foi criado um programa habitacional, no qual se disponibilizou condições de crédito fácil, visando atender as camadas da população de mais baixa renda, o Programa Minha Casa Minha Vida (COSTA, 2013).

De acordo com pesquisas feitas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), o país ainda passa por um déficit habitacional em torno de 6 milhões de moradias, e a industrialização e modernização na construção civil são peças-chaves na tentativa de reduzir significativamente esses números.

O Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) é um programa de diretrizes sociais, foi lançado em março de 2009 pelo Governo Federal com o objetivo de levar casa própria às famílias de baixa renda no país. Ele foi pensado e colocado em prática para subsidiar em até 90% a compra de imóvel (casa ou apartamento) para famílias com renda até R\$ 1,8 mil e gera melhores condições de acesso a famílias com renda até R\$ 6,5 mil.

Figura 01 – Logomarca do Programa Minha Casa Minha Vida



Fonte: *site* Feirão da Caixa, 2016

Para atender à crescente demanda por residências de baixo custo, nasce a necessidade de se construir com qualidade, utilizando sistemas construtivos rápidos e econômicos, sem prejudicar a segurança das edificações.

O sistema construtivo Parede de Concreto tem se mostrado um grande aliado nesse processo, impulsionando a construção de casas em todas as regiões do País. Foi caracterizado como uma “revolução contra o déficit habitacional brasileiro”, segundo o engenheiro da Cia Casa Sistemas Construtivos, Júlio Aguirre (CONCRETO ARMADO EM NOTÍCIAS, 2013).

Segundo Fábio Din, a construção industrializada já ocupa hoje um bom espaço nas obras de grandes dimensões do país, principalmente naquelas cujos prazos de execução são fatores determinantes. É um sistema de rápida execução (em torno de 1/5 do tempo quando comparado à construção tradicional) devido ao fato de ser produzida com elementos industrializados previamente. A construção industrializada transforma o canteiro de obras em uma linha de montagem, evitando desperdício de material e atendendo melhor os requisitos de sustentabilidade (Revista Congresso Latinoamericano Steel Frame, 2015).

Os sistemas construtivos racionalizados contribuem também para melhorar a qualificação da mão de obra, o planejamento e a execução das obras, promovendo um salto de qualidade na indústria da construção civil.

“A utilização desses sistemas permite o retorno antecipado do investimento, pois a execução do cronograma torna-se mais dinâmica. Além de melhorar a gestão, aumentando a produtividade e a competitividade, os sistemas industrializados reduzem os desperdícios e o volume de resíduos nas obras, com ganhos para o meio ambiente”, explica Glécia Vieira, coordenadora da Comunidade da Construção e responsável pela área de edificações da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) (ABCP, 2012).

O sistema de construção com paredes de concreto moldadas in loco permite executar com agilidade e economia obras de grande escala como condomínios, vilas, etc. Nele, as paredes e demais elementos (fundações, lajes, escadas, etc.) de casas ou edifícios são moldados no próprio canteiro, com a utilização de fôrmas adaptadas para cada projeto

Como já foi citado, uma das principais características do sistema é a racionalização dos serviços. Os operários são multifuncionais e executam todas as tarefas necessárias como armação, instalações, montagem, concretagem e desfôrma (Figura 2.4), outra vantagem também é que o sistema não necessita de mão-de-obra especializada. Alguns dos principais benefícios do sistema Parede de Concreto são: Velocidade de execução, garantia nos prazos de entrega, industrialização do processo, maior qualidade e desempenho técnico, mão-de-obra não especializada e diminuição da mão-de-obra e dos custos indiretos (ABCP, 2007; MISURELLI; MASSUDA, 2009).

Ao contrário da industrializada, a construção tradicional utiliza blocos cerâmicos ou de concreto, além do concreto tradicional para execução de vigas, pilares e lajes. É um modelo artesanal, caracterizado pela baixa produtividade e enorme índice de desperdício, além de sujeira (Revista Congresso Latinoamericano Steel Frame, 2015)

No mercado paraibano, este método ainda é pouco conhecido, ou simplesmente, não é levado em consideração pela maioria das construtoras do estado. Porém já é possível observar uma abordagem inicial como exemplo empresas como a JGA Engenharia Ltda. e a CRE Engenharia Ltda, que fazem uso desse sistema como principal método construtivo em suas obras do PMCMV.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Apresentar o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas “*in loco*”, abrangendo seus elementos constitutivos e expondo o processo construtivo geral, a fim de permitir um conhecimento acerca do método.

Juntamente com a criação de um *checklist* que possa auxiliar no controle da montagem desse sistema em campo. Uma forma de verificar e controlar a qualidade do processo em si e especialmente do produto final.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

A fim de alcançar o objetivo geral desta pesquisa foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar os principais aspectos dos elementos e procedimentos executivos do sistema de paredes de concreto;
- Discutir o desempenho segundo aspectos construtivos principais do sistema construtivo em paredes de concreto;
- Apresentar uma breve comparação com o sistema de alvenaria estrutural;
- Discutir possíveis dificuldades de implantação do sistema, em especial no estado da Paraíba;
- Criar um *checklist*, no google forms, a fim de auxiliar a fiscalização dos serviços em campo, de modo a garantir a qualidade do produto final.

## 1.2 MÉTODO

Este trabalho foi escrito baseado em uma revisão bibliográfica, fundamentada em artigos de revistas voltadas para a engenharia civil moderna, em trabalhos de conclusão de curso com assuntos semelhantes, dissertações de mestrados e coletâneas de ativos fornecidos pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).

Houve também a ativa participação da Norma Brasileira Regulamentadora - ABNT-NBR 16055:2012 (Parede de Concreto Moldada no local para a Construção de Edificações – Requisitos e Procedimentos) como fonte de consulta e elaboração deste trabalho.

Fundamentado nas fontes de pesquisas citadas, o comparativo entre os sistemas de paredes de concreto moldadas no local e alvenaria estrutural foi abordado levando em consideração os aspectos mais constantes nas referências consultadas.

Por fim, para a elaboração das perguntas que fazem parte do *checklist* utilizou-se de informações bibliográficas e experiências trazidas de campo em obras que adotam este método.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Primeiramente o sistema de paredes de concreto moldadas no local é apresentado, expondo seu histórico, definição e elementos principais. Em seguida o processo construtivo em si é abordado, seguido da avaliação de seu desempenho segundo alguns critérios, vantagens e desvantagens e patologias.

No item 3 é feita uma breve explanação sobre o sistema de alvenaria estrutural, tratando dos principais materiais, processo construtivo, vantagens e patologias.

Depois de abordar sobre os dois sistemas, é feita uma comparação entre eles e uma avaliação referente as dificuldades de implantação de paredes de concreto. Sendo finalizado por uma proposta de *checklist* que auxiliaria a fiscalização em campo, em obras que utilizam o sistema de paredes de concreto moldadas in loco.

## 2 ESTADO DA ARTE DE PAREDES DE CONCRETO

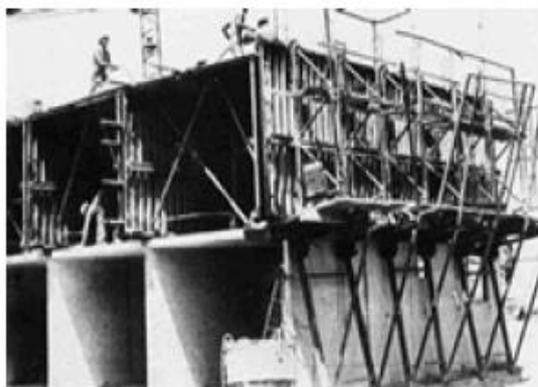
### 2.1 Histórico

Segundo Sacht, Rossignolo e Bueno (2011), na década de 80, a extinção do Banco Nacional de Habitação (BNH) foi o ponto de partida para a busca por sistemas inovadores, em que as construtoras buscavam novas tecnologias a fim de racionalizar a produção, otimizar as atividades e minimizar os custos de execução. Atendendo à esses requisitos, destacou-se o sistema de paredes de concreto moldadas in loco.

Em 1980 a empresa brasileira Gethal, fundada em 1946 em Caxias do Sul, desenvolveu a tecnologia de Paredes e Lajes em Concreto Celular moldadas no local, produto que demonstrou ser melhor tecnicamente e de menor custo comparado ao concreto convencional e ao sistema tradicional até então utilizado (Figura 03).

Na mesma época, uma empresa francesa Outinord utilizava um sistema de paredes de concreto moldadas no local, onde eram utilizadas formas metálicas em formato de túnel que permitiam a concretagem simultânea de paredes e lajes, conforme a Figura 02. Essa tecnologia foi importada para o Brasil, na tentativa de implanta-la, mas não houve sucesso. Tais sistemas (Gethal e Outinord) já mostravam uma visão diferenciada da industrialização da construção.

Figura 02 - Sistema Outinord: formas metálicas tipo túnel



Fonte: Braguim (2013)

Figura 03 – Sistema de formas da Gethal



Fonte: [www.gethal.com.br/](http://www.gethal.com.br/) (2016)

Porém, não foi possível dar continuidade ao novo naquela época por falta de incentivo econômico no país. Havia fragilidades no sistema financeiro e pouca flexibilidade do método de paredes de concreto (BRAGUIM, 2013).

No final de 2006, empresa Rodobens Negócios Imobiliários locava os primeiros jogos de forma de plástico para a construção de um condomínio residencial com o sistema construtivo de paredes de concreto, o primeiro no Brasil. Geraldo Cêsta, diretor técnico da Rodobens, informou que essa locação das formas de plástico ocorreu simultaneamente a compra de formas de alumínio nos Estados Unidos, "Devido aos trâmites burocráticos, frete, entre outros, os painéis importados demoraram alguns meses mais para desembarcar aqui", explicou Cêsta.

Geraldo Cêsta também disse que já existiam as formas de plástico para serem comercializadas no Brasil, porém a qualidade era inferior ao que vemos hoje e a utilização na época era muito restrita, não atendendo aos objetivos e planejamentos da construtora (FARIAS, 2009).

Com a tecnologia sendo afetivamente implantada no país, em 2007 a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) juntamente com a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem (ABESC) e o Instituto Brasileiro de Telas Soldadas (IBTS) tinha objetivo de criar um texto pré-normativo para nortear as obras que já utilizavam o sistema, descrevendo procedimentos executivos e cálculo para edifícios em parede de concreto de até 5 pavimentos. Sendo assim, começaram a realizar pesquisas e a tomaram como base edificações em outros países onde o sistema de paredes de concreto moldadas no local era consolidado e bem-sucedido.

Outro produto dessa iniciativa foi a criação do Grupo Paredes de Concreto o qual teve a participação de projetistas estruturais, professores de universidades e outros profissionais da cadeia produtiva (BRAGUIM, 2013).

As inspirações mais conhecidas para o processo e que foram utilizadas como pesquisa, vem de países bem parecidos com o Brasil, como a Colômbia, México e Chile, onde obras de grande magnitude já haviam sido construídas, tais como conjuntos residenciais no México, edifícios de até 20 pavimentos da Inpar e Sergus em sistema Outinord e edifícios de até 25 pavimentos na Colômbia (Figura 04) (ABCP, 2007). Segundo NUNES (2011), esses países utilizam o sistema de paredes de

concreto por se tratar de um sistema estrutural monolítico, característica essencial para garantir a estabilidade das edificações, por se tratarem de áreas que sofrem frequentemente com abalos sísmicos.

Figura 04 – Edifício em Bogotá, na Colômbia



Fonte: Mayor (2008 apud Ponzoni, 2013)

Quando chegou ao Brasil, as paredes de concreto eram projetadas e construídas sem função estrutural, pois ainda não haviam estudos suficientes e confiáveis referentes a seu uso como elemento estrutural. Atualmente, com a publicação da norma e maior familiarização dos engenheiros estruturais, as paredes de concreto são armadas e exercem essa função (NUNES, 2011).

Como já citado, em 2009 o Governo Federal brasileiro criou o programa Minha Casa Minha Vida, programa social com o objetivo de diminuir o déficit habitacional do país. Acabou se tornando um importante impulsionador do crescimento do sistema construtivo de paredes de concreto desde a sua criação até os dias atuais, visto que o programa está em sua terceira fase e milhões de casas e apartamentos ainda serão construídos e entregues, necessitando de uma atmosférica construtiva cada vez mais industrializada a qual paredes de concreto se encaixam perfeitamente (BRAGUIM, 2013).

## **2.2 Definição e Características Principais**

Reflexo de uma construção industrializada, o sistema de parede de concreto é um método construtivo racionalizado que traz inovações e oferece condições técnicas

e econômicas para uma produção de unidades habitacionais em grande escala e com alta repetitividade, sem comprometer a qualidade e o conforto. (CÊSTA, 2009)

Segundo a NBR 16055:2012 (Norma Brasileira Regulamentadora - Parede de Concreto Moldada no Local para a Construção de Edificações - Requisitos e Procedimentos) paredes de concreto moldadas no local podem ser definidas como elementos estruturais autoportantes, moldados no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capazes de suportar carga no mesmo plano da parede.

O conjunto dos elementos finais após a concretagem, é uma estrutura contínua (sem juntas aparentes) capaz de distribuir os esforços sobre toda a área de solicitação, caracterizada uma estrutura de concreto armado monolítica. (GOES, 2013)

Paredes e lajes são concretadas ao mesmo tempo, indicando um ciclo construtivo e depois da retirada das formas o resultado gera paredes prontas para receber os acabamentos finais como mostra a Figura 05. Ou seja, embutidas nelas já estão tubulações e eletrodutos, e elementos específicos se for o caso, além de vãos de portas e janelas também já executados (NBR 16055, 2012).

Figura 05 – Edificação pós primeira desforma



Fonte: Faria (2009)

Algumas condições mediante a vida útil das instalações, tais como a manutenibilidade das instalações hidrossanitárias e elétricas, são fundamentais para que o projetista estrutural decida embutir ou não as instalações nas paredes, de tal forma que a decisão não comprometa o sistema construtivo em si. Em caso de haver

necessidade de instalações com tubos de grande diâmetro, estas não são embutidas nas paredes, mas sim alojadas em *shafts*, previstos no projeto e deixados na estrutura final, como aberturas. (NBR 16055, 2012)

O sistema de paredes de concreto moldadas in loco não se limita a determinado tipo de construção, é de certa forma flexível as necessidades da obra, podendo ser usado em construção de casas térreas, casas assobradadas, edifícios de até 5 pavimentos, edifícios de até 8 pavimentos (limite para ter apenas esforços de compressão), edifícios de até 30 pavimentos e em casos especiais e específicos, edifícios com mais de 30 pavimentos (ABCP, 2007).

Segundo Manzine, a vantagem que se sobressai do sistema de paredes de concreto é a velocidade. "É possível diminuir 50% do tempo que se levaria em uma obra convencional", diz ele. Sendo assim, é possível a economia no que se refere a canteiro de obras, diminuindo o tempo da obra em si e trazendo um retorno financeiro mais rápido.

Apesar de ser um sistema normatizado e com uma ordem a ser seguida, a execução das paredes de concreto pode variar de acordo com os processos construtivos adotados por cada construtora, a exemplo desses itens que podem mudar entre as empresas pode-se citar o tipo de concreto utilizado, o tipo de forma escolhido, e o fechamento e escoramento das peças (VENTURINI, 2011).

De uma forma mais geral, a busca por sistemas construtivos econômicos e produtivos para que as empresas consigam suprir as necessidades do mercado sem comprometer a qualidade e bom desempenho do produto final, tem sido a principal incentivadora na incorporação cada vez mais abundante do sistema de paredes de concreto, onde o uso de formas moduladas e concretagens completas agregam vantagens no que diz respeito a prazos, custos, velocidade de execução, otimização do acabamento e qualificação de mão-de-obra, além de refletir diretamente nos custos globais da empresa, no desempenho da obra como um todo e na geração de entulho, tratando-se de um sistema efetivamente industrializado (NUNES, 2011).

### 2.2.1 Normatização

Após cerca de 30 anos da utilização do sistema de paredes de concreto sem normatização no Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou a norma e no mês de maio do ano de 2012, entrou em vigor a NBR 16.055:2012 ("Parede de Concreto Moldada no Local para a Construção de Edificações - Requisitos e Procedimentos") que normatiza o dimensionamento e a execução do sistema (Figura 06).

Figura 06 – Norma Regulamentadora Brasileira - ABNT  
NBR 16055:2012



Fonte: Tecnologia do concreto armado em notícia (2013)

Segundo Rubens Monge Silveira, coordenador do grupo Parede de Concreto da ABCP, já havia milhares de unidades habitacionais construídas com esse sistema e na norma, foram colocadas as práticas já utilizadas e comprovadamente corretas (CORSINI, 2012).

Depois de realizados estudos e pesquisas acerca do sistema, a norma levou oito meses para ser escrita e submetida à consulta da ABNT, para assim ser aprovada

e publicada. Projetar e construir, segundo uma norma técnica da ABNT, além de ajudar a difundir o uso de parede de concreto oferece maior confiança e credibilidade a esse processo construtivo. Como exemplo de resultado aplicado da publicação da NBR 16055, atualmente, o financiador de uma obra de parede de concreto é capaz de cobrar qualidade e fiscalizar os serviços, baseado no que diz na mesma. Além de que, as empresas também tem obrigação de cumprir a norma brasileira de regulamentação desde a etapa de projeto, podendo também incorporar um Plano de Qualidade de Obra já previsto na NBR 16055 (ANAUATE, 2012).

### **2.3 Elementos Constituintes**

O sistema construtivo de paredes de concreto é formado basicamente por três elementos essenciais: concreto, forma e armação. De acordo com a NBR 16055:2012, o conjunto desses elementos deve gerar um produto final tal qual resista a todas as ações que produzam efeitos significativos (tanto na construção quanto na vida útil), conserve a segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente à vida útil da edificação e contemple detalhes construtivos que possibilitem manter a estabilidade pelo tempo necessário à evacuação quando da ocorrência de ações excepcionais localizadas previsíveis, conforme a ABNT NBR 6118:2014.

Segundo SILVA (2011), algumas características típicas das estruturas de paredes de concreto e seus elementos principais, são:

- A espessura das paredes e das lajes é de 10 cm;
- Paredes e lajes são armadas com telas de aço eletrossoldadas de malha quadrada de 100 mm e fios com diâmetro de 4,2 mm;
- Em geral resistência característica à compressão do concreto, aos 28 dias, é de 25 MPa e a resistência mínima do concreto na desforma, a 14 horas, é de 3 Mpa;
- A consistência especificada para o concreto é de  $22 \pm 2$  cm (*slump test*).

### 2.3.1 CONCRETO

Para o sistema parede de concreto, o concreto adotado precisa ter uma boa trabalhabilidade, a fim de evitar segregações e dificuldade de aplicação, resultando em um fácil preenchimento pleno das formas e um bom acabamento da superfície final. Em geral, quatro tipos de concreto são indicados para uso nesse sistema (ABCP, 2007):

- *Concreto Celular (L1)*: Na produção do concreto celular é adicionado uma espuma que gera grande quantidade de bolhas de ar, trazendo a baixa massa específica e o bom desempenho termo acústico como características desse concreto;
- *Concreto com agregados leves ou com baixa massa específica (L2)*: É preparado com agregados leves (para a resistência requerida, a argila) resultando em um bom desempenho termo acústico, porém um pouco inferior aos concretos L1 e M;
- *Concreto com alto teor de ar incorporado – até 9% (M)*: Tem características e produção semelhantes ao concreto celular;
- *Concreto convencional ou autoadensável (N)*: É considerado uma excelente alternativa para paredes de concreto, pois seus principais atributos são rápida aplicação e um material extremamente plástico. É um concreto que recebe adição de superplastificantes para atingir seu objetivo final.

Tabela 01 – Resumo tipos de concreto

Tipo	Concreto	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )	Resistência mínima à compressão (MPa)	Tipologia usualmente utilizada
L1	Celular	1500 - 1600	4	Casa até 2 pavimentos
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)

A Tabela 01 apresenta um resumo dos tipos de concreto recomendados. Faz-se conveniente que se utilize concreto com fibras, para que seja possível diminuir os

efeitos da retração, mas o concreto autoadensável tem sido amplamente mais utilizado, devido a diversos fatores que facilitam o processo, tais como a rápida aplicação e a ausência de vibradores para o adensamento (ABCP, 2008).

A NBR 16055:2012 também indica que outras normas regulamentadoras referentes ao concreto sejam seguidas. A classe de agressividade do local de implantação da estrutura deve ser admitida conforme NBR 12566 – *Concreto de cimento Portland*; A trabalhabilidade, a qual é medida pelo teste de abatimento do tronco de cone (*slump test* – Figura 08) seja medida conforme NBR NM 67 – *Concreto* (recomenda-se um valor entre 180 e 230 mm), e o teste de espalhamento do concreto (*slump flow* – Figura 07), deve ser feito conforme NBR 15823-2 – *Concreto autoadensável* (recomenda-se um valor entre 660 e 750 mm).

Figura 07 – Flow test



Fonte: [www.comunidadeconstrucao.com.br](http://www.comunidadeconstrucao.com.br) (2016)

Figura 08 – Slump test



Fonte: [www.comunidadeconstrucao.com.br](http://www.comunidadeconstrucao.com.br) (2016)

A dimensão máxima característica do agregado graúdo deve ser estabelecida considerando a espessura das paredes e a densidade da armadura, e o uso de aditivos químicos deve ser feito conforme as Normas Brasileiras específicas ao uso dos mesmos, não devendo ser usados aditivos que sejam a base de elementos químicos que ataquem as armaduras (NBR 16055, 2012).

### **2.3.1.1 Juntas de dilatação**

Juntas de dilatação são introduzidas nos edifícios para que as partes separadas atuem como corpos rígidos independentes, isto é, sob ação de recalques, variação térmica ou esforços, cada parte movimenta-se lateralmente à junta, sem transmitir tensões ao outro lado. Para que as juntas cumpram seu papel, elas devem dividir completamente a construção, sem partes contínuas ou materiais rígidos a composito, a exemplo do mostrado na Figura 09.

Para o sistema de paredes de concreto moldadas in loco, quando alguma deformação comprometer a integridade da estrutura, deve-se fazer o uso das juntas de dilatação, de acordo com o estabelecido pela NBR 16055:2012:

Figura 09 – Junta de dilatação



Fonte: *Autoria Própria*

- A cada 25 m da estrutura em planta. Este limite pode ser alterado desde que seja feita uma avaliação mais precisa dos efeitos da variação de temperatura e de retração do concreto sobre a estrutura.
- Quando houver variações bruscas de geometria ou de esforços verticais.

### **2.3.2 FÔRMA**

“O sistema de fôrmas é composto de estruturas provisórias, cujo objetivo é moldar o concreto fresco.”, define a ABNT NBR: 16055 (2012). E é formado por outro elementos, como painéis de fôrmas, escoramento, cimbramento, aprumadores e andaimes, incluindo seus apoios, e também a união entre as peças.

Como recomenda a NBR 16055:2012, o sistema de fôrmas deve ser projetado e construído de modo a:

- a) Resistir à diversas solicitações durante o processo executivo, tais quais, ações ambientais, cargas de estruturas temporárias, efeito acidentais causados pela logística de lançamento e adensamento do concreto na estrutura;
- b) Obter uma rigidez suficiente para garantir as especificações de projeto e a integridade dos elementos estruturais, mantendo-se sempre dentro das tolerâncias previstas;
- c) Garantir estanqueidade e conformidade com a geometria das peças que estão sendo moldadas.

Segundo a norma Parede de Concreto Moldada no Local para a Construção de Edificações (2012), as formas são basicamente de 3 materiais: metal, madeira e plástico. A ABCP (2007), definiu e caracterizou esses tipos de forma, como sendo:

- Fôrmas Metálicas: peças em alumínio ou aço, que formam painéis e dão forma e acabamento à estrutura concretada; possuem alta durabilidade, seja de aço ou de alumínio e quando são feitas em alumínio são mais leves que quando são em aço (Figura 10);

Figura 10 – Conjunto de formas metálicas



Fonte: [www.comunidadeconstrucao.com.br](http://www.comunidadeconstrucao.com.br) (2016)

- Fôrmas Metálicas com compensados: são compostas por peças em aço ou alumínio em forma de quadros e utilizam chapas de compensado de madeira ou material sintético para dar o acabamento e o fechamento da estrutura concretada; são menos duráveis que as formas metálicas e são mais pesadas que as formas em alumínio e mais leves das feitas com aço (Figura 11);

Figura 11 – Conjunto de formas metálicas com compensados



Fonte: [www.comunidadeconstrucao.com.br](http://www.comunidadeconstrucao.com.br) (2016)

- Fôrmas Plásticas: as peças de encaixe são feitas com plástico reciclável, tanto para a estruturação de seus painéis como para dar acabamento à peça

concretada. Necessitam de contraventamento por estruturas metálicas. São tão leves quanto às formas de alumínio, no entanto tem baixa durabilidade (Figura 12).

Figura 12 – Conjunto de formas de plástico



Fonte: Silva, 2010. Revista Techne

Tabela 02 – Dicas para escolha de fôrmas

<b>10 DICAS PARA ESCOLHER AS FÔRMAS</b>	
Ao escolher o sistema de fôrmas, considere os seguintes aspectos:	
1.	Produtividade da mão-de-obra na operação do conjunto.
2.	Peso por m <sup>2</sup> dos painéis.
3.	Número de peças do sistema.
4.	Durabilidade da chapa e número de reutilizações.
5.	Durabilidade da estrutura (quadros).
6.	Modulação dos painéis.
7.	Flexibilidade diante das opções de projetos.
8.	Adequação à fixação de embutidos.
9.	Análise econômica e comercialização (locação, venda, leasing etc.).
10.	Suporte técnico do fornecedor (capacidade instalada, área de cobertura, agilidade de atendimento, oferta de treinamento e assistência técnica).

Fonte: [www.comunidadeconstrucao.com.br](http://www.comunidadeconstrucao.com.br) (2016)

Segundo a ABNT NBR 16055:2012, o sistema de fôrma é de fato um ponto chave no processo, o formato, a função, a aparência e a durabilidade de uma estrutura

de parede de concreto. A Tabela 02 expõe 10 dicas para ajudar na escolha correta do tipo de fôrma a ser utilizado.

A norma também enfatiza que há necessidade de conferência dos escoramentos, aprumadores e alinhadores horizontais antes da concretagem, para que se possa garantir as dimensões e prumo das formas com o especificado em projeto, permitindo a passagem de pessoas e equipamentos para a realização do serviço.

### **2.3.2.1 Escoramento**

O escoramento recebe um conjunto de esforços resultado da junção da carga do seu peso próprio, peso da estrutura e de cargas acidentais que podem vir a atuar no processo executivo da estrutura. No projeto do escoramento devem ser consideradas a deformação e a flambagem dos elementos além das vibrações a que o escoramento estará sujeito.

Para evitar o acontecimento de recalques ou de deformações do escoramento, em função dos esforços recebidos por ele, algumas precauções devem ser tomadas, uma delas é prever um lastro de concreto ou piso para apoiar as escoras e ajustar os níveis do local utilizado, garantindo a correta distribuição das tensões. No caso de escoramento metálico (Figura 13), devem ser seguidas as instruções do fornecedor responsável pelo sistema (NBR 16055, 2012).

Figura 13 – Colocação das escoras



Fonte: Ferreira (2012)

### 2.3.3 ARMAÇÃO

No sistema abordado, as armaduras são de aço e devem atingir três objetivos principais, que são: resistir a esforços de flexo-torção nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações de elétrica, hidráulica e gás embutidas (ABCP, 2007).

Existem dois tipos de armadura que são utilizados nas paredes e lajes:

- Telas de aço eletrossoldadas: que devem obedecer a ABNT NBR 7481 - Tela de aço soldada – Armadura para concreto – especificação (Figura 15);
- Aços em barras: que devem obedecer a ABNT NBR 7480 – Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto – especificação (Figura 14).

Figura 14 – Aço em barra



Fonte: [www.ibts.org.br](http://www.ibts.org.br) (2016)

Figura 15 – Telas de aço Eletrossoldadas



Fonte: [www.ibts.org.br](http://www.ibts.org.br) (2016)

Como explicita a ABCP (2007), é comum o uso de telas soldadas no eixo das paredes e barras em pontos estratégicos, como em cintas, vergas e contra-vergas.

Toda a armadura deve montada seguindo fielmente o projeto estrutural, e em hipótese alguma deve-se aplicar uma armadura de especificação diferente sem consultar antes o projetista. Além de que, na obra as armaduras não podem ser

estocadas em contato direto com o solo e todas as peças devem estar bem identificadas para evitar confusões e erros (NBR 16055, 2012).

Ainda de acordo com a NBR 16055:2012, o processo de ancoragem dos componentes de armaduras por aderência ou por meio de dispositivos mecânicos deve seguir o que estabelece o projeto da estrutura de parede de concreto, sem modificações aleatórias.

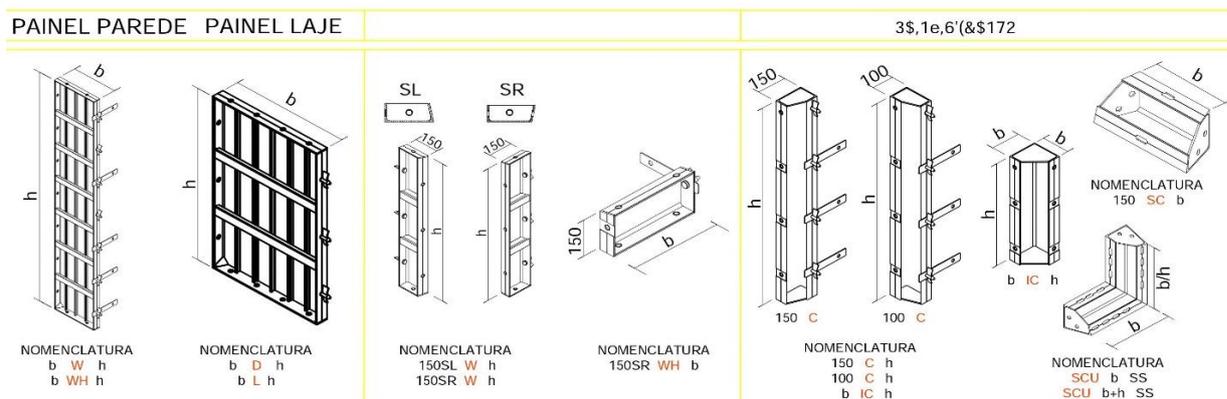
## **2.4 PROCESSO EXECUTIVO**

Para que se dê início a um adequado processo executivo, previamente se faz necessário um bom conjunto de projetos, em especial o projeto de fôrmas que, segundo Misurelli e Massuda (2009) são importantes para a viabilidade do sistema de paredes de concreto e para qualidade do produto final.

A NBR 16055 (2012) recomenda que o projeto de fôrmas esteja compatibilizado com o projeto estrutural e que contenha alguns detalhamentos chaves, tais quais:

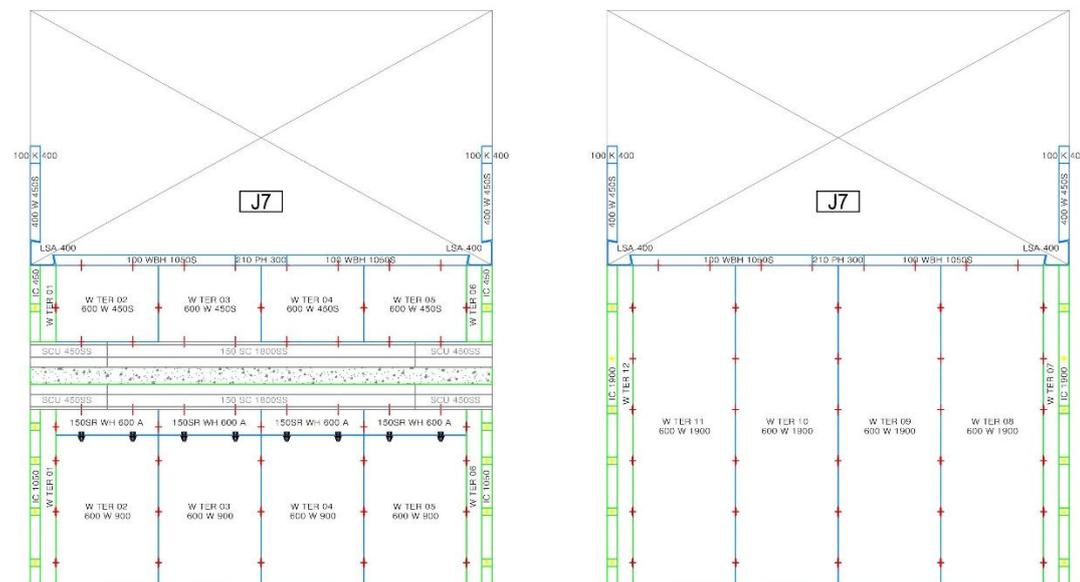
- i. Detalhamento geométrico e posicionamento dos painéis (Figura 16);
- ii. Detalhamento geométrico dos equipamentos auxiliares (Figura 16);
- iii. Detalhamento geométrico do travamento e aprumo;
- iv. Detalhamento do escoramento;
- v. Carga acumulada nas escoras do escoramento residual;
- vi. Sequência executiva de montagem e desmontagem (Figura 17);

Figura 16 – Detalhamento de painéis e peças auxiliares



Fonte: Projeto de fôrmas Mills, 2016

Figura 17 – Detalhamento e sequencia executiva dos painéis



Fonte: Projeto de fôrmas Mills, 2016

Por ser uma atividade industrial, o sistema de paredes de concreto depende fortemente de seu processo construtivo. As soluções propostas em uma criatividade engenhosa dependem de uma boa execução e uma obra economicamente viável (Comunidade da Construção, 2012).

De acordo com Venturini (2011), “A execução de paredes de concreto pode variar de acordo com os processos construtivos adotados por diferentes construtoras. O material das fôrmas e seu fechamento, assim como o tipo de concreto utilizado, são alguns itens que podem mudar de empresa para empresa”. As principais etapas de um ciclo executivo, são mostradas na Figura 18 a seguir.

Figura 18 – Ciclo Executivo



Fonte: Arêas (2013)

### 2.4.1 Fundação

Como regra geral, e a partir do detalhamento definido em projeto, as fundações são construídas contendo já embutidas as tubulações de águas e esgoto para uma posterior utilização nas instalações da edificação. Para fazer a escolha do tipo de fundação a ser utilizado, fatores tais quais a resistência mecânica do terreno, estabilidade, durabilidade e segurança devem ser estudados.

Caso não seja escolhida laje do tipo radier (Figura19), é recomendado que se execute uma laje/piso na cota do terreno, para que constitua um apoio ao sistema de fôrmas e elimine a possibilidade de se trabalhar no terreno bruto (ABCP, 2007).

Figura 19 – Fundação tipo radier pronta para receber as telas



Fonte: Autoria Própria

Não existem restrições quanto ao tipo de fundação a ser adotado. Podem ser empregados as fundações do tipo: sapata corrida, radier e blocos coroamento para estacas ou tubulões conforme especificações de projeto (Comunidade do Concreto, 2007).

Com já citado, todas as tubulações elétricas e hidrossanitárias já devem estar posicionadas e dispostas conforme gabarito específico do projeto de instalação.

#### **2.4.2 Marcação da laje**

É necessário marcar no piso de base (fundação ou laje) as linhas das faces internas e externas das paredes, de modo a orientar o posicionamento dos painéis das formas, como mostra a Figura 20. Além de também instalar espaçadores no chão de modo que o distanciamento entre as formas seja mantido (Coletânea de Ativos – Parede de Concreto, 2007).

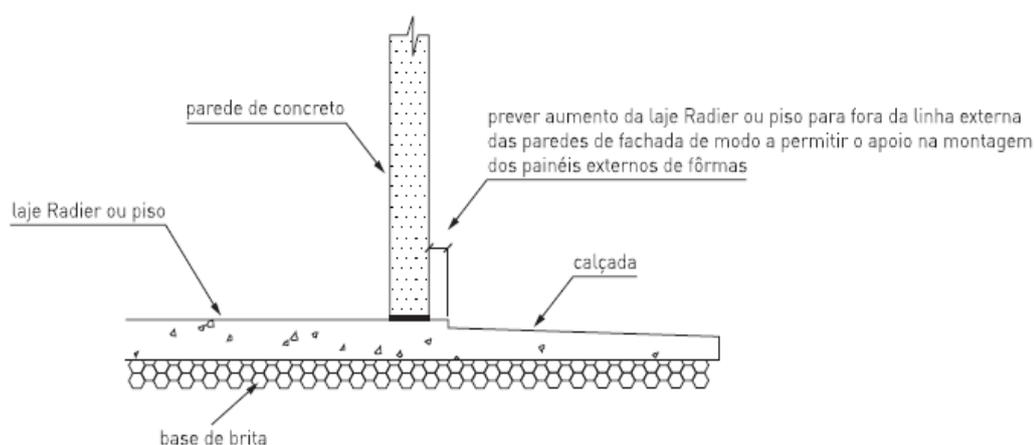
Figura 20 – Espaçadores de piso



Fonte: Brito (2013)

A marcação é feita a partir do eixo central da parede, considerando 5 cm para cada lado, totalizando a distância de 10 cm da espessura da parede, e para a colocação das formas, ainda são necessários mais 8 cm de cada lado da marcação (interno e externo), conforme ilustrado na Figura 21 (SILVA, 2011).

Figura 21 – Detalhe das bordas – Fundação radier



Fonte: ABCP (2007)

### 2.4.3 Armação

Inicialmente é feito o alinhamento dos ferros de arranque, que são colocados a cada 50 cm (aço CA-60;  $\varnothing$  5 mm) e neles são fixadas as telas conforme a altura da parede e da laje de acordo com o projeto estrutural (SILVA, 2011).

A armação é um elemento imprescindível no sistema, pois é ela que garante a absorção dos esforços e distribuição deles pelo ambiente. O tipo de ferragem adotada na prática no sistema parede de concreto é a tela eletrossoldada posicionada no eixo vertical da parede e a armadura complementar colocada em seguida em pontos estratégicos, onde esse conjunto deve atender a três requisitos básicos: resistir a esforços nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações de elétrica, hidráulica e gás (ABCP, 2007).

Figura 22 – Modelos de espaçadores



Fonte: [www.nucleoparededeconcreto.com.br](http://www.nucleoparededeconcreto.com.br) (2016)

### 2.4.4 Instalações

De acordo com a NBR 16055 (2012) além da função estrutural, a armadura também tem a função de suportar os elementos das instalações elétricas e hidráulicas. Sendo assim, durante a execução, após o posicionamento das telas, as tubulações elétricas, caixas, tubulações de gás e hidráulica começam a ser colocadas conforme indicado em projeto e é imprescindível que esses componentes estejam bem fixados na tela, para evitar que saia do prumo, entrem na parede ou seja causado entupimento

na concretagem (Figura 23). Caso necessário, utiliza-se também espaçadores nos eletrodutos para garantir a cobertura adequada do concreto.

Figura 23 – Telas eletrossoldadas com elementos das instalações elétricas fixados



Fonte: *Autoria Própria*

Ainda segundo a NBR 16055 (2012), não é permitido de forma alguma tubulações que passem nos encontros de paredes, assim como também não se admitem tubulações horizontais, a não ser em trechos de até um terço do comprimento da parede, não ultrapassando 1 m.

Existem inúmeras diretrizes a serem atendidas para que as instalações passem por dentro das paredes. Por gerar algumas dificuldades também é comum passar tubulações, como as hidrossanitárias, por fora da estrutura, dentro de shafts, como mostram as Figuras 24 e 25. Escolha que possui a vantagem de facilitar quaisquer manutenções futuras necessárias (ARÊAS, 2013).

Figura 24 – Tubulação por fora da parede



Fonte: *Autoria Própria*

Figura 25 – Shaft em acabamento



Fonte: *Autoria Própria*

#### **2.4.5 Montagem das fôrmas**

Conforme a ABCP (2007), a montagem das fôrmas depende do tipo de forma escolhido e segue a sequência executiva indicada em projeto. Normalmente começa-se a montar a partir das quinas e em seguida os painéis internos. A Figura 26 ilustra a montagem de fôrmas metálicas.

É de extrema importância que os painéis estejam numerados e indicados com a numeração no projeto, para que haja uma identificação mais fácil e uma montagem mais sistematizada, devendo existir um rigoroso controle.

NBR 16055 (2012) enfatiza a necessidade de conferência dos escoramentos, apuradores e alinhadores horizontais antes da concretagem, para que se possa garantir as dimensões e prumo das formas com o especificado em projeto, permitindo a passagem de pessoas e equipamentos para a realização do serviço. Também deve ser verificada a estanqueidade das fôrmas (Figura 27), evitando vazamento do concreto ou retrabalhos no processo.

Figura 26 – Montagem das fôrmas metálicas



Fonte: Ferreira (2012)

Figura 27 – Detalhe do travamento das formas



Fonte: Silva (2011)

#### **2.4.6 Concretagem e Adensamento**

Nessa etapa, é aplicado nas fôrmas um líquido oleoso que impedirá que o concreto grude nos painéis, chamado desmoldante. A sua utilização é essencial para

manter o acabamento superficial final da estrutura facilitando a retirada dos painéis sem danificar as paredes, aplicação segundo mostra a Figura 28. A escolha do tipo de desmoldante é diferente para cada tipo de forma que for escolhido (ABCP, 2010).

Figura 28 – Aplicação do desmoldante nas fôrmas



Fonte: Faria (2009)

Quanto à execução da concretagem, a ABCP (2007) informa que o lançamento do concreto (Figura 29) deve ser uma atividade planejada e obedecer a um critério de escolha de pontos, de modo que o concreto ocupe homogeneamente todos os espaços vazios.

Indica também uma ordem generalizada para o lançamento do concreto, onde se inicia por um dos cantos da edificação, até o preenchimento de uma parcela das paredes próximas deste ponto. Depois, muda-se a posição em direção ao canto oposto, e o procedimento se repete, assim é feito nos quatro cantos opostos da estrutura. Para esse lançamento do concreto, são sugeridos funis ou trombas, que auxiliam no não desperdício e mantem a homogeneidade do concreto.

Figura 29 – Concretagem



Fonte: [www.comunidadeconstrucao.com.br](http://www.comunidadeconstrucao.com.br) (2016)

Para o processo de concretagem, só são tolerados intervalos de no máximo 30 minutos (tempo para início de pega), caso seja passado desse limite, se faz necessária a execução de uma junta de concretagem, seguindo as recomendações definidas para Juntas de Construção (ABCP, 2007).

#### **2.4.7 Desforma**

Depois de uma média de 12 a 14 horas o concreto adquire resistência de 3 MPa, sendo possível começar a desforma. Primeiro são retiradas as cunhas de travamento, depois as réguas alinhadoras, os pinos e, finalmente, os painéis. Deve-se obedecer à sequência da numeração dos painéis, que será a mesma utilizada em uma nova montagem (Venturini, 2011).

Deve-se lembrar também que choques ou esforços no concreto durante a desforma devem ser evitados, para preservar a estrutura do aparecimento de fissuras precoces.

Logo após a concretagem, os painéis são limpos com espátula ou palha de aço para se retirar os resíduos de concreto aderidos nas peças, como mostra a Figura 30 (Venturini, 2011).

Figura 30 – Limpeza dos painéis



Fonte: Venturini (2011)

#### **2.4.8 Cura**

A norma brasileira NBR 12645 (Execução de paredes em concreto celular espumoso moldadas no local, 1992) explicita que a cura no concreto deve ser iniciada logo após a desforma, para que o concreto não seque de forma prematura. E a NBR 16055 (2012) completa dizendo que quanto antes for feita a cura, menor a probabilidade de aparecer as fissuras superficiais, já que a área de concreto exposta é muito extensa.

Existem dois métodos principais de cura: cura por molhagem e cura por membrana (películas impermeáveis/agentes de cura).

#### **2.4.9 Acabamento geral da edificação**

As paredes passam pelo controle da qualidade, que irá identificar eventuais defeitos de execução. Se forem encontradas falhas consideráveis no concreto, elas são reparadas com graute.

Nas junções de painéis, são criadas laminas de concreto, que acabam saindo da superfície e marcando essas áreas. Elas devem ser removidas com uma espátula logo após a desforma e os furos de ancoragens devem ser preenchidos com argamassa de cimento e areia. Em geral, o resultado da desforma são paredes niveladas e apumadas que apresentam uma textura regular (ABCP, 2008).

Não existem restrições quanto ao revestimento que deve ser aplicado nas paredes de concreto, a única recomendação é que o acabamento comece apenas após a cura úmida (MISSURELI; MASSUDA, 2009).

## **2.5 DESEMPENHO**

### **2.5.1 Segurança contra incêndio**

Conforme ensaios realizados, a estrutura de paredes de concreto são compostas por elementos incombustíveis e também seus materiais de acabamento tem propriedades adequadas para enfrentar situações de fumaça ou propagação de chamas. Sendo capaz de garantir, por exemplo, o tempo mínimo de 30 minutos de estabilidade em caso de emergência, segundo pede a norma para edifícios de até cinco pavimentos (SILVA, 2011).

### **2.5.2 Estanqueidade**

A estanqueidade precisa estar prevista interna e externamente à edificação. Em ambientes internos deve-se ter atenção necessária as áreas molhadas (cozinha, área de serviço e banheiros) obtendo o desempenho correto com a aplicação de um sistema de impermeabilização nesses lugares, revestidos por placas cerâmicas. Já os ambientes externos estão sujeitos a ação da chuva, sendo importante uma boa vedação na colocação das esquadrias e uma pintura texturizada para evitar problemas com a estanqueidade nessas áreas (SILVA, 2011).

### **2.5.3 Desempenho térmico**

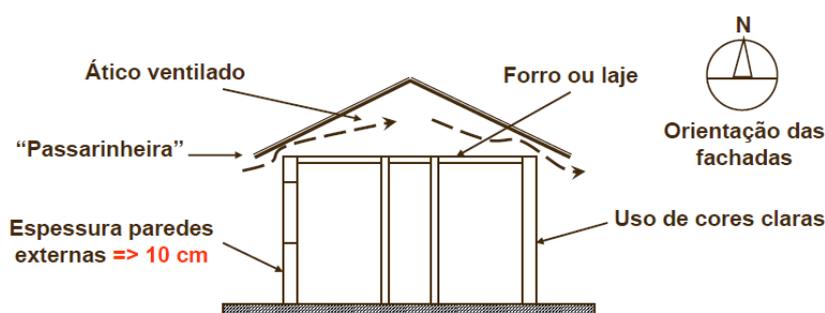
Para atender as exigências de desempenho térmico, deve-se lembrar que o resultado é reflexo de uma combinação entre o comportamento da fachada, piso e cobertura. Fatores regionais e características bioclimáticas precisam ser analisados e levados em consideração para se obter um resultado satisfatório (WENDLER, 2009).

Para efeito de avaliação técnica, admite-se que as edificações com paredes estruturais de concreto armado no âmbito habitacional e com determinadas características atendem ao nível mínimo exigido, referente ao desempenho térmico. As características são:

- Pé direito mínimo de 2,5m, de piso a teto;
- Espessura mínima das paredes de 10cm;
- Espessura mínima das lajes de 10cm (de forro e de piso);
- Telhado de telhas de fibrocimento (espessura mínima de 6,0mm), ou telhas de concreto (espessura mínima de 11mm) ou telhas cerâmicas;
- Presença de ático entre a laje horizontal e o telhado (altura mínima de 50cm);
- Faces externas das paredes externas em cores de tonalidades médias ou claras para as zonas bioclimáticas Z1 a Z7 e tonalidades claras para a zona bioclimática Z8;

A Figura 31 mostra alguns critérios esquematicamente:

Figura 31 – Esquema de ventilação da edificação

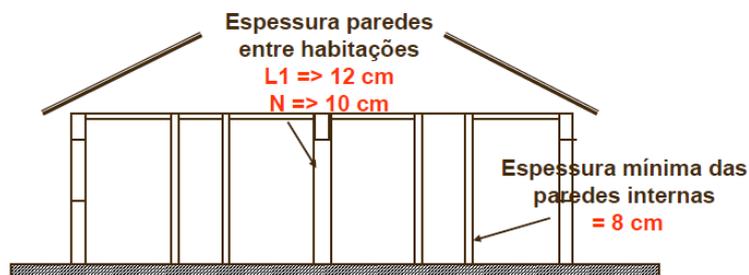


Fonte: Wendler (2009)

#### 2.5.4 Desempenho acústico

A NBR 16055:2012, considera para efeito de avaliação técnica, que as lajes de concreto armado destinadas a unidades habitacionais, com emprego de concreto comum e espessura de 10 cm atendem ao critério relativo ao desempenho acústico e a isolamento de ruídos aéreos entre unidades habitacionais, como ilustrado na Figura 31.

Figura 32 – Características para desempenho acústico



Fonte: Wendler (2009)

### 2.5.5 Durabilidade

Considera-se, para efeito de avaliação técnica, que as paredes de concreto armado destinadas ao âmbito habitacional, com emprego de concreto comum (caracterizado com massa específica da ordem de  $2300 \text{ kg/m}^3$ ) e espessura mínima de 10 cm atendem ao critério relativo à durabilidade esperada da estrutura (NBR 16055, 2012).

### 2.5.6 Indicadores ambientais

Quanto ao que se refere a impactos ambientais do sistema, a estrutura é classificada conforme a resolução Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 307 de 5 de julho de 2002, como sendo resíduos de classe A (concreto) e de classe B (metais). Onde, os itens de classe A são destinados a aterros de resíduos da construção civil, ou são reciclados como agregados, enquanto que os de classe B devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário para futuro uso ou reciclagem (SILVA, 2011).

Fabricar o concreto na própria obra ou em local próximo minimiza o impacto ambiental gerado pelo transporte do concreto, já que este é produzido em larga escala. E a extração de brita e areia da natureza devem ser ao máximo ponderadas, pois além de ser um incômodo às pessoas que residem próximo às jazidas, são materiais não renováveis e passíveis de se tornarem escassos na natureza (ARÊA, 2013).

Após a análise em todos os aspectos, o sistema construtivo de paredes de concreto se mostrou superior aos métodos convencionais, apresentando um ótimo desempenho e mesmo nos diferentes tipos, conseguiu atingir os valores exigidos pela Norma de Desempenho, possibilitando o seu uso em diferentes tipologias e em diferentes regiões geográficas (ABCP 2007).

## **2.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS**

### **2.6.1 Vantagens**

Poucos métodos construtivos podem ser considerados tão sistematizados quanto a parede de concreto, sistema que se baseia completamente em conceitos de industrialização da produção, de materiais e equipamentos, mecanização, modulação, controle tecnológico, multifuncionalidade e qualificação da mão-de-obra.

Eduardo Moraes, gerente nacional da ABCP Norte Nordeste afirma que além de todas as vantagens referentes a tempo de obra e custo oferecidas pelo sistema de paredes de concreto, observa-se também a diminuição de até 70% de mão de obra quando comparado ao sistema tradicional. E continua ainda dizendo que a facilidade de ter vãos de esquadrias e instalações elétrica e hidráulicas já embutidos e prontos após a concretagem, reduz não só o tempo de execução, mas também custos globais da obra, além de reduzir o desperdício e a geração de entulhos (ABCP, 2012).

O sistema é recomendável para empreendimentos que têm alta repetitividade, como condomínios horizontais ou com muitos blocos e edifícios residenciais. Obras que exigem das construtoras prazos de entrega exíguos, economia e otimização da mão-de-obra. Sendo as principais características desse sistema, segundo SACHT (2008):

- a) alta produtividade;
- b) custo geral da obra competitivo;
- c) execução simultânea da estrutura e vedação;
- d) pode dispensar revestimentos, recebendo a pintura diretamente;
- e) racionalização da produção das vedações, com alta produtividade, baixo índice de perdas e mão de obra reduzida;

- f) aumento de produtividade, devido à existência de uma sequência definida de tarefas;
- g) aumento da qualidade, tanto nos serviços de execução, quanto no acabamento final;
- h) as fôrmas reutilizáveis permitem a construção de uma habitação por dia;
- i) as atividades não dependem da habilidade dos operários, exigindo apenas um treinamento;
- j) consumo de mão de obra reduzido;
- k) sequência ordenada de trabalho, permitindo a simplificação de tarefas;
- l) o sistema construtivo exige organização e maior planejamento do processo de construção, logo, as soluções devem ser tomadas previamente à execução;
- m) aumento da área útil da habitação, pois a espessura das paredes geralmente é menor.

Conforme a ABESC (2012) o sistema de paredes de concreto oferece controle total das etapas, sem desperdícios, sendo mais apropriado no que se refere a prevenção de geração de resíduos se comparado ao sistema convencional. A ABESC também afirma que o sistema dispensa a proteção de periferia da laje onde as paredes já foram moldadas, tornando o sistema mais seguro e além de extinguir esse custo na obra.

### **2.6.2 Desvantagens**

Apesar de apresentar inúmeras vantagens e um ótimo desempenho técnico, o sistema de paredes de concreto moldadas in loco também aponta algumas desvantagens, problemas ou erros que merecem atenção para evitar prejuízos na execução.

Existe um erro comum, que é a imprudência na etapa de colocação e amarração das instalações na armadura, que quando não são bem fixadas saem da posição no momento da concretagem gerando transtornos e entupimento das tubulações, além de movimentar também a própria armação, geralmente deixando-a em contato com a forma. Outro inconveniente é o aparecimento de fissuras ou imperfeições na estrutura após a concretagem e desforma, defeitos advindos de uma

má vibração do concreto (excesso ou falta de vibração) resultando em bolhas de ar ou na segregação dos agregados graúdos e miúdos.

O conserto de defeitos que são consequência da imperícia na execução das etapas de uma obra de parede de concreto, é um retrabalho com alto grau de dificuldade. Na maioria das situações, a solução do erro cometido envolve quebrar a periferia da área defeituosa, reparar e encher com concreto, tratando-se de operações delicadas e de elevado custo com material e mão de obra (ARÊAS, 2013).

Também segundo ARÊAS (2013) outra desvantagem a ser analisada é questão de flexibilidade arquitetônica das obras de parede de concreto. Não que existam limitações no tocante da possibilidade desse sistema se adaptar às mais diversas formas e projetos, mas no sentido de que uma vez construídas, por possuírem papel estrutural, as paredes não podem ser removidas ou danificadas.

Em resumo, as desvantagens apontadas por SACHT (2008), são:

- a) baixa flexibilidade;
- b) custo é função da reutilização das fôrmas e da velocidade de execução;
- d) necessidade, na maioria dos casos, de equipamentos de grande porte para transporte das fôrmas ou do volume de concreto requerido;
- e) as manifestações patológicas, principalmente as fissuras, a umidade e o desempenho insatisfatório decorrentes do emprego inadequado no passado contribuem para a pouca utilização no presente.

### **2.6.3 Patologias**

Como qualquer sistema construtivo, as Paredes de Concreto estão sujeitas ao aparecimento de patologias, que reduzem a resistência da estrutura e seu desempenho. Falhas executivas do tipo desaprumos, desalinhamentos, desníveis, e erros de concretagem, são alguns dos responsáveis pelo surgimento dessas patologias no sistema, a exemplo da Figura 33. Tais problemas quando apresentados, geram custos adicionais ao custo global da obra, além de atrasar cronogramas e desperdício de materiais (MITIDIÉRI FILHO, SOUZA E BARREIROS, 2013).

Figura 33 – Patologia por falha na execução



Fonte: [www.construcaomercado.pini.com.br](http://www.construcaomercado.pini.com.br) (2016)

Algumas das patologias mais comuns são:

✓ *Bolhas*

De acordo com Geyer (1995, apud Corrêa, 2012) as bolhas superficiais são geradas durante o processo de concretagem (mistura e lançamento do concreto) devido ao alto grau de agitação. Em virtude disso, na fase de cura nem toda parcela de ar incorporado consegue ser expulsa, ficando localizadas nas regiões mais externas das paredes de maneira aparente. Ele também menciona que esse é um dos problemas mais comuns enfrentados em uma obra de paredes de concreto moldadas in loco.

✓ *Fissuras*

Outro tipo de patologia comum nas paredes de concreto são as fissuras, de acordo com Nunes (2007) é possível classificar as fissuras de acordo com sua origem e suas causas, como mostra a tabela a seguir:

Tabela 03 – Motivo e Causa de fissuras nas paredes

<b>FISSURAS NAS PAREDES DE CONCRETO</b>	
<b>MOTIVO</b>	<b>CAUSA</b>
Deformação	Esforços atuantes na estrutura, de modo que, se esta estiver recebendo esforços de compressão, cisalhamento ou flexão superior ao que suporta, o concreto fissura.
Retração Hidráulica	A retração hidráulica pode gerar fissuras quando o concreto ainda esta fresco, devido a perda da água exsudada para a superfície ou mesmo devido à evaporação da mesma (falha na cura).
Retração Térmica	Com a variação da temperatura ocorre a variação volumétrica do concreto endurecido, gerando assim fissuras no mesmo, este efeito é mais sensível para peças mais antigas.
Expansão Hidráulica	As fissuras são causadas pela expansão volumétrica da água que se encontra nos poros do concreto, produzindo grandes pressões

Fonte: Autoria própria

#### ✓ *Falhas na Execução*

A execução em si se constitui das principais atividades do sistema de paredes de concreto, e essa fase merece toda atenção e cautela. Pode-se observar como consequência de uma má execução algumas patologias, que de alguma forma irão interferir no andamento da obra.

Falhas como, vazamento de concreto das formas ou erro de posicionamento e fixação das armaduras nas paredes, são exemplos de erros que precisam ser eliminados a fim de diminuir a incidência de patologias na estrutura (MITIDIERI, SOUZA E BARREIROS, 2012, p. 4).

#### ✓ *Falhas de Concretagem*

A concretagem das paredes de concreto é de extrema importância, visto que ela gera a forma e ao mesmo tempo a estrutura da edificação. Quaisquer inconformidade no que está previsto em projeto pode resultar em sérias consequências, como redução da qualidade do produto final e resistência das paredes. Para minimizar esse tipo de falha, é recomendado um alto controle no recebimento do concreto, evitando disparidades com o que está especificado (CORRÊA, 2012).

### 3 ESTADO DA ARTE DA ALVENARIA ESTRUTURAL

#### 3.1 Aspectos gerais da alvenaria estrutural

Com a necessidade por processos construtivos racionais que buscam produzir com qualidade e redução de custos, a alvenaria estrutural tem ganhado impulso no mercado brasileiro ao longo do tempo (RAMALHO; CORREA, 2003).

De acordo com Sabbatini (2002), a alvenaria estrutural não é uma inovação tecnológica contemporânea, na verdade sua utilização já vem de muito antes. Até o início desse século esse sistema era tido pelas construtoras como o mais durável, mais utilizado e de melhor performance estrutural. Além de ser o único aceito para edificações de grande porte, como por exemplo o Teatro Municipal de São Paulo, inaugurado em 1911, que foi construído todo com alvenaria estrutural.

Nesse processo construtivo não há os pilares e as vigas utilizados na processo construtivo tradicional. Neste caso, as paredes e lajes em conjunto assumem a função estrutural sendo dimensionadas e calculadas de maneira racional e confiável (Figura 34).

Para esse sistema, as paredes tem função estrutural e de vedação ao mesmo tempo, fato que auxilia na simplicidade executiva, aumentando o nível de racionalização (Manual De Alvenaria Estrutural com Blocos Cerâmicos).

Figura 34 – Obra em alvenaria estrutural



A Norma Regulamentadora NBR 8545:1984 exige que a execução das alvenarias deve obedecer fielmente ao projeto executivo nas suas posições e espessuras, sendo utilizados tijolos ou blocos cerâmicos que atendam respectivamente, as especificações NBR 7170 e NBR 7171.

Além disso, as paredes devem seguir uma modulação em suas dimensões, de modo a evitar quebra dos elementos cerâmicos para o fechamento dos ambientes. Devem também ser executadas de forma que os blocos ou tijolos sejam assentados com uma junta de amarração, a fim de evitar maiores deformações (NBR 8545, 1984).

Para a execução das paredes, o emprego de blocos com dimensões e resistência adequadas ao projeto é fundamental. Além disso, estas unidades devem ser moduladas, isto é, devem apresentar relações apropriadas entre suas medidas, para possibilitar definida amarração entre elas. A partir destas, chega-se a uma planta com coordenação modular incrementando a racionalização do sistema (PAULUZZI, 2012).

A alvenaria estrutural tem grande capacidade resistente à compressão e assim, em geral, não precisa armadura. Neste caso estamos diante da alvenaria estrutural não armada. Mas forças laterais, como as originadas da ação do vento, ou excentricidades de cargas, podem conduzir à tração nas paredes. Neste caso deve-se colocar barras de aço, devidamente calculadas, nos vazados de determinados blocos, os quais são posteriormente preenchidos com graute, uma espécie de micro-concreto neste caso estamos diante da alvenaria estrutural armada.

Mas mesmo na alvenaria estrutural não armada é recomendável a colocação de armadura construtiva leve, em pontos estratégicos das paredes, para conferir ductibilidade ao conjunto e evitar assim possíveis patologias ou mesmo danos de ações imprevisíveis (PAULUZZI, 2012).

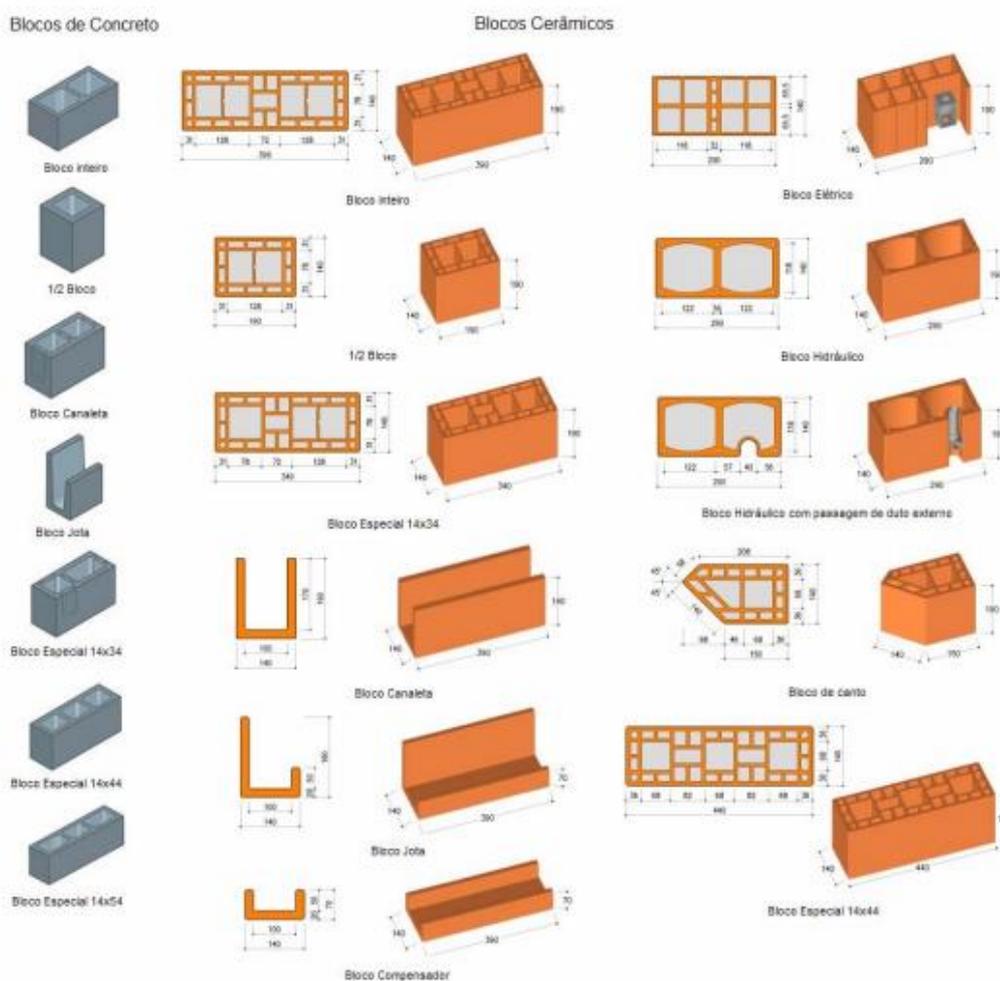
### **3.2 Materiais Principais**

Os principais componentes empregados na execução de edifícios de alvenaria estrutural são as unidades (tijolos ou blocos), a argamassa, o graute e as armaduras (construtivas ou de cálculo). É comum também a presença de elementos pré-fabricados como: vergas, contravergas, coxins, e assessorios, entre outros (Camacho, 2006).

### 3.2.1 Bloco

A alvenaria pode ser maciça ou vazada, sendo a maciça denominada tijolo e a vazada, bloco. Os mais utilizados para esse sistema no são divididos de acordo com seu material componente, os quais são os de concreto, de cerâmica e os silico-calcáreos (Figura 35). Tais blocos são os elementos básicos desse sistema e são responsáveis por algumas características técnicas finais, como a resistência estrutural da edificação (RAMALHO; CORREA, 2003).

Figura 35 – Tipos de blocos



Fonte: Camacho (2006)

### **3.2.2 Argamassa**

Massa advinda da mistura de cimento, areia, água e cal, podendo receber aditivos de acordo com a necessidade (Camacho, 2006).

Com objetivo de unir os blocos e distribuir uniformemente as tensões, a argamassa precisa ter uma boa trabalhabilidade, capacidade de reter água e de sustentar os blocos, resistência inicial adequada e resistência mecânica (Manual De Alvenaria Estrutural com Blocos Cerâmicos).

Camacho (2006) afirma, "Não se deve usar argamassa que tenha resistência à compressão superior à exigida pelo projeto estrutural, e entre as que sejam compatíveis com as exigências de desempenho da obra, deve-se selecionar sempre a mais fraca".

### **3.2.3 Graute**

O graute é composto dos mesmos materiais usados para produzir concreto convencional. As diferenças estão no tamanho do agregado graúdo (pequena dimensão - até 9,5mm) e na relação água/cimento. Uma exigência é que sua consistência deve ser coesa e apresentar fluidez adequada para o preenchimento de todos os vazios a que ele for aplicado.

Ele é usado para preencher os vazios dos blocos quando se deseja aumentar a resistência à compressão da alvenaria sem aumentar a resistência do bloco. Pode ser usado como material de enchimento em reforços estruturais nas zonas de concentração de tensões e quando se necessita armar as estruturas (Manual De Alvenaria Estrutural com Blocos Cerâmicos).

### **3.2.4 Armaduras**

As armaduras empregadas na alvenaria estrutural são as mesmas utilizadas no concreto armado e estão sempre presente na forma de armadura construtiva ou de cálculo (nas quinas da construção garantindo a amarração ou no restante da edificação para aumento de resistência de tensões (Camacho, 2006).

### 3.3 Processo Executivo

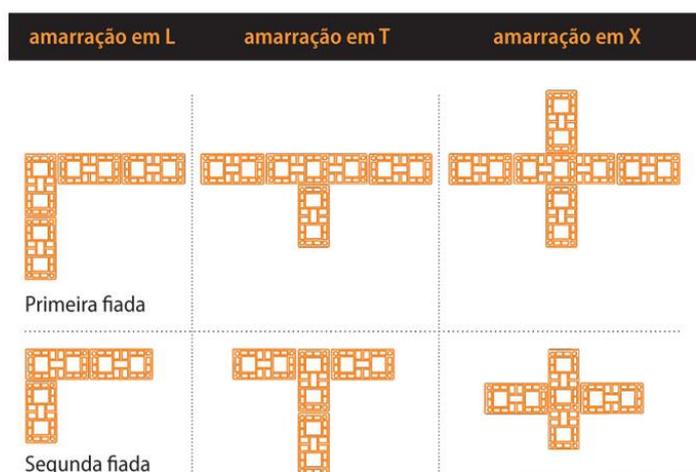
O processo executivo desse sistema, é de certa forma simples, com poucos passos e segue uma lógica repetitiva, não necessitando de uma mão de obra especializada e contando com a utilização de poucos materiais. Segundo Corrêa e Ramalho (2008), no processo executivo da alvenaria estrutural, existe um principal cuidado a ser levado em conta, se trata da amarração entre as paredes. Elas devem estar bem conectadas e bem amarradas para que tenham o desempenho estrutural satisfatório tal qual foi previsto em projeto. Está dividido

É basicamente dividido em 4 etapas construtivas:

#### ✓ **Marcação da 1ª fiada**

Para que essa etapa seja bem feita, é necessário o estudo para bom conhecimento dos projetos de modulação. A laje é ser marcada com os eixos das alvenarias, ao mesmo tempo que existe uma conferência continua das geometrias Das quinas com a utilização de esquadros. A primeira fiada deve ser executada com precisão, pois as outras irão ser feitas conforme o posicionamento dos blocos colocados nela, conforme a Figura 36 (Alves; Peixoto, 2011).

Figura 36 – Amarração dos blocos



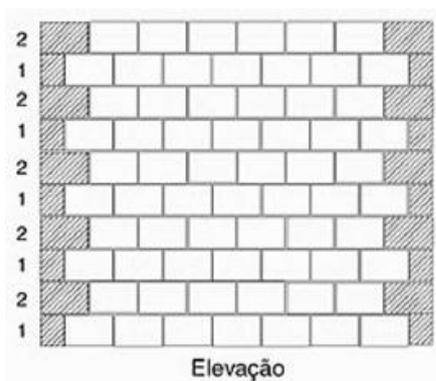
Fonte: [www.pauluzzi.com.br](http://www.pauluzzi.com.br) (2016)

### ✓ **Levantamento da alvenaria**

Após a primeira fiada, a alvenaria começa a ser levantada com uma sucessiva quantidade de fiadas. Os furos devem coincidir seguindo as amarrações e juntas especificadas em projeto para que não interfira em grauteamentos ou passagem de tubulações. A Figura 37 mostra em vista o levantamento das fiadas.

Para servir de guia para as juntas horizontais, recomenda-se a utilização de escantilhão, e também prumo de pedreiro para garantir o alinhamento vertical da alvenaria. A cada fiada deve ser utilizada como guia uma linha esticada para assegurar a horizontalidade (NBR 8545, 1984).

Figura 37 –Elevação das fiadas



Fonte: Corrêa; Ramalho (2008)

É importante que o projeto executivo seja seguido fielmente, obedecendo as posições e espessuras das paredes. A medida que a alvenaria é levantada, as fiadas vão sendo confeccionadas umas sobre as outras de forma que as juntas verticais sejam descontínuas (SANTOS, 2013).

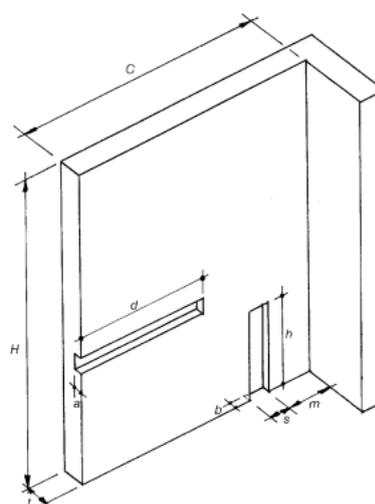
### ✓ **Instalações**

Na alvenaria estrutural, as tubulações hidráulicas caminham por dentro de "shafts" ou por trás de paredes "falsas". Já os eletrodutos passam pelos furos dos blocos e devem ser colocados à medida que se levanta a parede. Os blocos de

paredes estruturais não podem ser cortados para a passagem de tubulações e os furos dos blocos em paredes estruturais não podem ser usados para a passagem de tubulações hidráulicas ou de gás. Os blocos com rasgos para caixas de interruptores e tomadas devem ser assentados nos lugares certos, conforme as paginações e o que pede na Figura 38 (Alves; Peixoto, 2011).

Figura 38 –Dimensões máximas de corte em alvenaria

medida	dimensão
a	$\leq 3 \text{ cm}$
b	$\leq t / 3$
d	$\leq C / 5$
h	$\leq H / 3$
s	$\leq t$
m	$\geq 20 \text{ cm}$



Fonte: Corrêa; Ramalho (2008)

### 3.4 Patologias e vantagens

#### 3.4.1 Vantagens

Corrêa e Ramalho (2008) apontam e justificam algumas vantagens do uso da alvenaria estrutural, são elas:

- Economia de fôrmas* – A única ocasião que pede a utilização de formas é somente para concretagem de lajes. Sendo formas lisas, baratas e com ótimo reaproveitamento.

- b) *Redução nos desperdícios de material e mão-de-obra* – As paredes não precisam ser quebradas para a passagem das instalações pelo fato dos blocos serem vazados e prontos para isso, evitando também as improvisações de obra que trazem custos adicionais.
- c) *Redução do número de especialidades* - Deixam de ser necessários profissionais como armadores e carpinteiros.
- d) *Flexibilidade no ritmo de execução da obra* - Se as lajes forem pré-moldadas, o ritmo da obra estará desvinculado do tempo de cura que deve ser respeitado no caso das peças de concreto armado.

Dos itens apresentados, pode-se perceber que, em termos gerais, a principal vantagem da utilização da alvenaria estrutural está na tentativa de racionalizar o sistema construtivo reduzindo o consumo de materiais e os desperdícios (Corrêa; Ramalho, 2008).

### **3.4.2 Patologias**

De acordo com Corrêa (2010), pode-se perceber vários tipos de patologia nas alvenarias, porém a mais comum é a fissura. Seguem alguns dos principais tipos:

#### **a) Eflorescência**

A eflorescência é notada pelo aparecimento de manchas brancas na alvenaria causando mudanças na sua aparência, podendo ocasionalmente ser agressiva e causar degradação profunda. Ela acontece quando existe um conjunto de 3 elementos: água, sais solúveis nos materiais utilizados e pressão hidrostática, que reagem e dão origem a essa patologia.

#### **b) Fissurações**

Como já mencionado, é a patologia mais comum em alvenaria estrutural e pode acontecer por diversos fatores. As causas responsáveis por estas anomalias são as

mais diversas, desde a má fabricação do bloco cerâmico nas olarias, passando pelas péssimas condições de transporte e estocagem, a falta de cuidado na hora da execução. Se a junta de assentamento for muito pequena os blocos acabam se tocando ocasionando uma concentração de tensão nestes pontos prejudicando a alvenaria, já se uma junta de assentamento for muito espessa faz com que ela fique menos confinada, ocasionando fissuras.

#### c) Infiltrações

As infiltrações são problemas referentes à presença de água na alvenaria e que pode resultar em manchas de umidade, corrosão de armaduras, bolor, fungos, algas, eflorescências, descolamento e mudança de coloração de revestimentos, entre outros (CORRÊA, 2010).

## **4 PAREDES DE CONCRETO X ALVENARIA ESTRUTURAL**

Foram expostas vantagens e patologias dos dois métodos construtivos, paredes de concreto moldadas in loco e alvenaria estrutural, e diante dessas características pode ser feito uma comparação que envolva os pontos mais relevantes.

### 4.1 Produtividade

Quando se refere a produtividade, segundo o engenheiro Rubens Monge, coordenador do Grupo Parede de Concreto, da ABCP, o sistema de paredes de concreto é duas vezes mais produtivo que a alvenaria estrutural. Fato que se deve a uma linha de montagem que industrializa a produção com processos que fogem do âmbito artesanal, ainda muito utilizados pela alvenaria (Cichinelli, 2015).

Esse resultado de alta produtividade é reflexo do tempo de obra, o qual em paredes de concreto é extremamente reduzido comparado com métodos tradicionais ou com a própria alvenaria estrutural, permitindo uma produção contínua e rápida.

## 4.2 Custos de Obra

Pode-se apontar também os custos de obra, que a princípio se mostram muito maiores nas paredes de concreto se visto somente pelo alto valor de aquisição das fôrmas, porém esse valor é rapidamente retomado em lucro à medida que a produção ganha impulso e velocidade, sendo concluída antes do tempo previsto em outros métodos. A exemplo dessa diminuição global dos custos de obra, pode-se citar Alves e Peixoto (2012) e Santos (2013) que em estudos de casos realizados chegaram a valores entre 1,5 e 1,8% de economia quando utilizado o sistema de paredes de concreto comparado ao sistema de alvenaria estrutural. Tais estudos que se basearam em construções com alta repetitividade e de fôrmas padrão.

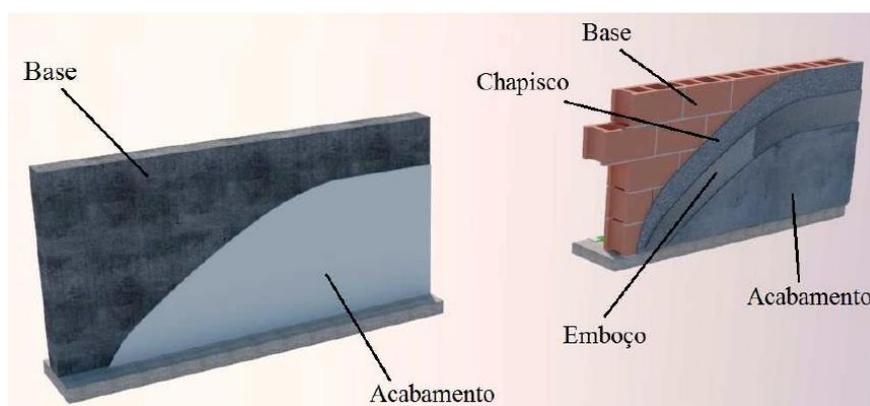
## 4.3 Quantidade de funcionários

Mais um aspecto a ser explorado é o tamanho e produtividade da equipe, onde no sistema de paredes de concreto o número de funcionários consegue ser reduzido quando comparado as equipes que trabalham com alvenaria estrutural, a fim de reduzir custos diretos como salários e indiretos como refeições, encargos sociais e custos com segurança e transporte. Pode-se citar também a multifuncionalidade da equipe de trabalho, onde em paredes de concreto, um mesmo funcionário consegue alternar serviços e operar com conhecimento em todas as etapas.

## 4.4 Acabamento

Como ilustrado na Figura 39, as paredes de alvenaria convencional requerem a aplicação do chapisco e o reboco (ou emboço, quando necessário) para depois ser feito o acabamento final com pintura ou aplicação de cerâmica. Na parede de concreto por sua vez, depois de desenformada, quando o processo de concretagem for bem executado, o acabamento final é suficiente para que a edificação já possa ser pintada ou receber o assentamento cerâmico. Caso o acabamento final do concreto não seja perfeito, é feita a estucagem, que é a correção das falhas e emendas com argamassa ou com um material a base de gesso (PINI, 2009).

Figura 39 –Acabamento de sistema de paredes de concreto X sistemas tradicionais



Fonte: Costa (2013)

## 5 ELEMENTOS E SOLUÇÕES PARA A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO NO ESTADO DA PARAÍBA

### 5.1 Mão de obra

Por ser um método relativamente novo no mercado e que tem sido utilizado por poucas empresas, a mão de obra geralmente não é adaptada. E em virtude disso nas obras que usam pela primeira vez esse sistema, existe uma dificuldade inicial em como proceder para chegar ao nível aceitável de produtividade, que é sua principal característica. O tipo de obra, processos executivos e projetos são fatores que influenciam diretamente nesse ponto (Comunidade da Construção, 2012).

Na Paraíba, mais especificamente, existem grandes barreiras quanto a esse novo sistema executivo, mesmo assim há quem se interesse e queira trabalhar com o novo. Devido à essa dificuldade em conseguir mão de obra, há também a falta de experiência nesse método o que traz a necessidade de treinamentos com as equipes, para que o sistema seja conhecido e as produtividades sejam alcançadas. Outra opção é misturar as equipes locais com equipes trazidas de fora do estado que já atendam um certo patamar de produtividade para que assim com a convivência todos alcancem o mesmo nível.

É preciso que as equipes sejam bem definidas baseadas no quanto produzir e no grau de dificuldade da obra. Não pode-se esquecer de treinamentos específicos e

periódicos para todos das equipes, e estabelecimento de metas e tarefas, no intuito de motivar a produtividade (Comunidade da Construção, 2012).

A princípio os colaboradores devem passar por um curso de montagem das formas, onde são apresentadas as etapas executivas detalhadas e projetos executivos, para que seja possível começar a se familiarizar com o método e evitar improvisações em campo (ABCP, 2007).

Segundo Arêas (2013), os treinamentos são dados aos montadores com intuito de ensinar aos iniciantes como montar e, também lembrar aos experientes montadores dos cuidados que se deve ter com as fôrmas nas operações de montagem e desmontagem do sistema. Por serem mais leves e permitirem um fácil manuseio, as fôrmas de alumínio exigem muitos cuidados, uma vez que se uma fôrma é derrubada no chão, pode sofrer danos irreversíveis, como amassamento, inutilizando a peça.

## **5.2 Investimento**

Assim como todos os métodos construtivos exigem algum tipo de investimento inicial, o sistema de paredes de concreto moldadas in loco pede uma alta parcela de emprego de capital e confiabilidade no *feedback* do método.

O sistema baseia-se na execução de paredes por meio de fôrmas removíveis e reutilizáveis e a aquisição desse material é a parte mais cara do sistema. Exige-se assim uma alta repetitividade e modulação dos projetos para que essas formas possam ser reutilizadas sem que precise adquirir novos modelos. E como consequência desse alto grau de utilização, o retorno financeiro logo é visto diante de tamanha produtividade gerada (Mapa da obra, 2016).

No entanto, existem limitações. Muitas vezes, o investimento na aquisição das fôrmas para moldagem das paredes de concreto é inviabilizado pela quantidade reduzida de unidades a serem construídas, impossibilitando um retorno financeiro caso as formas sejam adquiridas. Esse problema tem sido contornado com a prática crescente de locação de formas, viabilizando um investimento nesse sistema para um número menor de habitações. O engenheiro Rubens Monge afirma 'Com o aluguel de

fôrmas crescendo, o número mínimo de unidades para viabilizar o investimento está cada vez menor.” (Cichinelli, 2015).

No Estado da Paraíba ainda não é visto investimento e incentivo a esse método. As empresas que necessitam adquirir conjunto de fôrmas, realizam as cotações e fazem pedido a empresas do Sul e Sudeste, pela ausência desse mercado no próprio Estado. As empresas que já são do ramo no Estado investiram na compra de fôrmas com recursos próprios. Tais empresas estudaram e aplicaram o sistema, e hoje já conseguem sentir o feedback desse investimento mediante o grande número de obras em andamento.

### **5.3 Planejamento do sistema**

Para que as expectativas de produtividade e tempo sejam alcançadas faz-se necessário um bom planejamento da obra como um todo. A começar de projetos compactados e todos bem estudados pelos envolvidos no empreendimento.

Ao iniciar a obra os responsáveis devem criar uma rotina de cobrança e fiscalização dos serviços, garantindo que a linha de montagem das paredes não pare ou seja interrompida. E caso sejam identificadas intercorrências, as mesmas devem ser rapidamente solucionadas para que a produtividade seja minimamente afetada.

A compra de materiais deve ser previamente quantificada e programada, evitando que a construção seja prejudicada por falta ou atraso de insumos. Concretagens devem ser planejadas e acompanhadas, fechando ciclos construtivos e acelerando a produção.

Lideranças nas equipes de trabalho são necessárias no intuito de manter o engenheiro responsável informado sobre todos os aspectos da obra, otimizando o tempo e a solução de problemas que venham a surgir.

### **5.4 Proposta de checklist**

Depois de apresentados diversos aspectos da construção utilizando o sistema de paredes de concreto moldadas in loco, com a finalidade de auxiliar no planejamento e fiscalização da obra, é proposto um *ckecklist*. Em geral são obras com uma grande

quantidade de unidades habitacionais, sendo construídas mais de uma simultaneamente tendo como desafio, realizar o acompanhamento detalhado dos serviços concluídos e pendentes.

O *checklist* foi montado no google forms e pensado de tal maneira que seja levado a campo por meio eletrônico (tablets e smartphones) para que no decorrer das etapas de obra, seja conferido o andamento dos serviços e as informações armazenadas em bancos de dados a cada preenchimento do formulário.

Para facilitar a organização, o *checklist* foi dividido em cinco blocos de serviços. São eles:

- a) Fundação – onde são conferidos os serviços referentes à fundação do tipo radier (mais comum para o sistema), deixando-se preparada para o recebimento da armadura e formas (Figura 40);

Figura 40 – *Checklist* para os serviços referentes à fundação

## PAVIMENTO A (Bloco B)

Formulário referente à fiscalização de serviços em obras de paredes de concreto armado moldadas in loco

### 1.0 Fundação (tipo radier)

	CONCLUÍDO
1.1 Escavação	<input type="radio"/>
1.2 Preparo e posicionamento das instalações embutidas na fundação	<input type="radio"/>
1.3 Colocação das fôrmas	<input type="radio"/>
1.4 Posicionamento da armadura	<input type="radio"/>
1.5 Concretagem e nivelamento	<input type="radio"/>
1.6 Conferência do nivelamento	<input type="radio"/>
1.7 Marcação da laje para posicionamento das fôrmas	<input type="radio"/>
Chumbamento dos espaçadores	<input type="radio"/>

Fonte: Autoria Própria

- b) Armação – bloco de quesitos que confere os procedimentos que devem ser seguidos para deixar montada toda a armação segundo especificado em projeto (Figura 41);

Figura 41 – *Checklist* para os serviços referentes à armação

## 2.0 Armação

	CONCLUÍDO
2.1 Aço de qualidade especificada	<input type="radio"/>
2.2 Correto transporte e armazenamento das malhas de aço eletrossoldadas	<input type="radio"/>
2.3 Posicionamento das armaduras segundo projeto	<input type="radio"/>
2.4 Instalações elétricas (eletrodutos, caixas, etc.) devidamente fixadas segundo projeto	<input type="radio"/>
2.5 Colocação dos espaçadores	<input type="radio"/>
2.6 Emendas na armadura feitas de acordo com projeto estrutural (caso necessário)	<input type="radio"/>

Fonte: Autoria Própria

- c) Fôrmas – conjunto de observações referente à montagem do sistema de fôrmas para que o mesmo fique apto a receber a etapa de concretagem (Figura 42);

Figura 42 – *Checklist* para os serviços referentes à montagem das fôrmas

## 3.0 Fôrmas

	CONCLUÍDO
3.1 Limpeza das fôrmas	<input type="radio"/>
3.2 Aplicação do desmoldante	<input type="radio"/>
3.3 Posicionamento das fôrmas nas marcações, com alinhadores horizontais e peças de travamento e junção nos encontros dos painéis	<input type="radio"/>
3.4 Verificação da estanqueidade das juntas das fôrmas	<input type="radio"/>
3.5 Posicionamento do escoramento interno	<input type="radio"/>
3.6 Posicionamento do escoramento externo	<input type="radio"/>
3.7 Conferência final da montagem das fôrmas	<input type="radio"/>

Fonte: Autoria Própria

- d) Concretagem – bloco onde são conferidas as condições de concretagem, zelando por uma boa qualidade do concreto e das paredes finais (Figura 43);

Figura 43 – *Checklist* para os serviços referentes à concretagem

## 4.0 Concretagem

	CONCLUÍDO
4.1 Montagem da equipe responsável pela concretagem	<input type="radio"/>
4.2 Conferência da espessura, alinhamento e comprimento das paredes, antes de concretar	<input type="radio"/>
4.3 Concretagem realizada segundo plano de concretagem	<input type="radio"/>
4.4 Acabamento do concreto fresco	<input type="radio"/>
4.5 Controle tecnológico do concreto	<input type="radio"/>

Fonte: Autoria Própria

- e) Desforma/Cura – quesitos responsáveis por fiscalizar e atestar os procedimentos a serem tomados pós concretagem, os quais envolvem desforma e cura do concreto (Figura 44).

Figura 44 – *Checklist* para os serviços referentes à desforma e cura do concreto

#### 5.0 Cura e Desforma

	CONCLUÍDO
5.1 Retirada das escoras no tempo previsto	<input type="radio"/>
5.2 Retirada das fôrmas no tempo previsto em projeto	<input type="radio"/>
5.3 Preenchimento de aberturas temporárias com argamassa	<input type="radio"/>
5.4 Checagem dos elementos previstos embutidos após desforma	<input type="radio"/>
5.5 Limpeza dos painéis	<input type="radio"/>
5.6 Execução da cura conforme recomendado	<input type="radio"/>

ENVIAR

Fonte: Autoria Própria

## 6 CONCLUSÕES

Diante do estudo feito, pode-se concluir que o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local chegou ao mercado da construção civil como um verdadeiro impulsionador de obras rápidas e racionalizadas. Traz inúmeras vantagens tais como: velocidade na construção, sistema industrializado e racionalizado, bom desempenho estrutural, praticidade, custo global competitivo, entre outras apresentadas neste trabalho, as construtoras tem buscado a cada dia incorporar e aperfeiçoar essa técnica.

Pode-se afirmar que o método de paredes de concreto consegue inserir em uma obra um novo parâmetro de industrialização e sistematização da produção de maneira simples e organizada, levando uma alta produtividade por onde tem passado, no que se refere a obras com alta repetitividade e alto número de unidades habitacionais.

Entre vantagens e desvantagens, foi possível observar que na comparação qualitativa com o sistema de alvenaria estrutural, o sistema de paredes de concreto toma um destaque a mais, pela rápida execução e maior racionalização de mão de obra e materiais, levando em conta também um menor desperdício de matéria prima.

Pode-se concluir que mesmo diante de algumas barreiras culturais e econômicas encontradas, esse sistema entrou no âmbito da engenharia civil de maneira inovadora e tendo em vista a crescente demanda de moradias, continuará a ser difundido e incorporado pelas construtoras em todo o mundo.

Com relação ao observado no Estado na Paraíba, pode-se perceber que até então é um tipo de método incipiente no mercado, precisa de mais um tempo para ganhar a confiança da maioria dos construtores e de incentivos à implantação deste. Além de se fazer necessário um grande investimento em treinamento de mão-de-obra, a qual é peça chave para que se veja resultado no sistema de paredes de concreto, e que na Paraíba ainda existe uma grande deficiência nesse aspecto.

E por fim, no que se refere ao *checklist*, o mesmo pode ser implantado em obras e à medida que seja necessário vai sendo aperfeiçoado, de modo que se torne uma ferramenta eficiente e prática no controle e fiscalização dos serviços garantindo a qualidade do produto final.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABESC; IBST. *Tecnologia do Concreto Armado em Notícias*. São Paulo, 2013, 15 p.
- 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**. 2011. Trabalho de conclusão de curso (Curso superior de Engenharia Civil) Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade da Amazônia, Belém, 2011.
- ANAUTE M. Programa Minha Casa Minha Vida e Parede de Concreto. *Núcleo de Referência Paredes de Concreto*, 2014. Disponível em: <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque-interno/programa-minha-casa-minha-vida-e-parede-de-concreto>>. Acesso em: 20 maio 2016.
- ARÊAS, Daniel Moraes. **Descrição do processo construtivo de parede de concreto para obra de baixo padrão**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM. Paredes moldadas in loco. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://abesc.org.br/informacoes-concreto/>>. Acesso em: 11 maio 2016.
- Associação Brasileira de Cimento Portland, ABCP. Sistemas construtivos racionalizados permitem obras mais rápidas e eficientes, 2012. Disponível em <<http://www.abcp.org.br/conteudo/imprensa/sistemas-construtivos-racionalizados-permitem-obras-mais-rapidas-e-eficientes>>. Acesso em: 28 abr. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM; INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS. Parede de concreto: coletânea de ativos 2007/2008. São Paulo, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM; INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS. Parede de concreto: coletânea de ativos 2008/2009. São Paulo, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055**: Parede de Concreto Moldada no local para a Construção de Edificações – Requisitos e Procedimentos. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projetos e Estruturas de Concreto. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8545**: Execução de Alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. Rio de Janeiro, 1984.

BAPTISTA, Rodrigo Horta Magno. **Análise do processo de execução de edificações compostas por paredes de concreto executadas “in loco”**. 2011. Trabalho de conclusão de curso (Curso superior de Engenharia Civil) Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

BRAGUIM, T. C. **Utilização de Modelos de Cálculo para Projeto de Edifícios de Paredes de Concreto Armado Moldadas no Local**. 2013. 188 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CAMACHO, J. S., *Projetos de Edifícios de Alvenaria Estrutural*, 2006. 53 f. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo. 2006.

Centro Brasileiro da Construção em Aço, CBCA. Construção industrializada é o futuro da construção civil. *Revista Congresso Latinoamericano Steel Frame*, 2015. Disponível em <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detalhes.php?cod=7163>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

CÊSTA, G. A. Porque utilizamos paredes de concreto. In: CONCRETE SHOW. 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Parede de Concreto – velocidade com qualidade. 2009.

CICHINELLI, G. C. Paredes de concreto: sistema construtivo cresce entre opções para habitação popular. **Revista Construção Mercado**, São Paulo: Pini, n. 166, abr. 2015. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacaoconstrucao/166/parede-de-concreto-cresce-entre-opcoes-de-sistema-construtivo-para-345046-1.aspx>>. Acesso em: 12 maio 2016.

Comunidade da Construção. Parede de concreto. Disponível em <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/controle/qualidade/27/controle.html>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

Construção Mercado. **Parede de concreto X alvenaria de blocos cerâmicos**, 2010. Disponível em <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacaoconstrucao/108/artigo299406-1.aspx>>. Acesso em: 5 maio 2016.

CORRÊA, Ederson Souza. **Patologias decorrentes de alvenaria estrutural**. 2010. Trabalho de conclusão de curso (Curso superior de Engenharia Civil) Trabalho de conclusão de curso (Curso superior de Engenharia Civil) Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade da Amazônia, Belém, 2010.

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

CORRÊA, M.R.S.; RAMALHO, M.A. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Editora PINI Ltda, 2003.

CORSINI, R. Paredes Normatizadas. **Revista Técnica**, São Paulo: Pini, n. 183, dez. 2011.

COSTA, L. J. D. **Paredes de concreto moldadas in loco em condomínios horizontais: avaliação de desempenho pelos usuários**. 2013. 70 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

FARIA, R. Industrialização econômica. **Revista Técnica**, São Paulo: Pini, ano 16, n. 136, jul. 2008. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/136/artigo286523-1.aspx>>. Acesso em: 12 maio 2016.

FARIA, R. Norma de paredes de concreto moldadas "in loco". **Revista Técnica**, São Paulo: Pini, ano 17, n. 146, maio 2009. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/146/artigo286588-1.aspx>>. Acesso em: 12 maio 2016.

FARIA, R. Paredes maciças. **Revista Técnica**, São Paulo: Pini, ano 17, n. 143, fev. 2009. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/143/paredes-macicas-126454-1.asp>>. Acesso em: 16 maio 2016.

FERREIRA, R. Comparativo de custo: Alvenaria estrutural X paredes e lajes de concreto. **Revista Construção Mercado**, São Paulo: Pini, n. 138, jan. 2013. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/47/economia-concreta-ao-optar-por-paredes-de-concreto-em-257752-1.aspx>>. Acesso em: 12 maio 2016.

FERREIRA, R. Economia Concreta. **Revista Equipe de Obra**, São Paulo: Pini, n. 47, maio 2012. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/47/economia-concreta-ao-optar-por-paredes-de-concreto-em-257752-1.aspx>>. Acesso em: 10 maio 2016.

FRANCO, L. S. **Paredes maciças de concreto**. Salvador: Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Material didático da disciplina de Tecnologia da Construção Civil, 2007.

GÓES, B. P. **Paredes de Concreto Moldadas “in loco”**, Estudo do Sistema Adotado em Habitações Populares. 2013. 47 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

MAPA DA OBRA. **Parede de concreto reduz custo de obras com alta repetitividade**, 2016. Disponível em <<http://www.mapadaobra.com.br/tecnologia/parede-de-concreto-reduz-custo-de-obras-com-alta-repetitividade/>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

MIOTTO, Anderson. **Avaliação das patologias no sistema construtivo em paredes de concreto moldadas no local para edifícios residenciais**. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Curso superior de Engenharia Civil) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

MISURELLI, H.; MASSUDA, C. Como construir paredes de concreto. **Revista Técnica**. Disponível em < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/147/paredes-de-concreto-285766-1.aspx>> Acesso em 18 maio 2016.

MITIDIERI, 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.

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

PAULUZZI Blocos Cerâmicos. Alvenaria Estrutural. Disponível em: <<http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria.php>>. Acesso em: 26 maio 2016.

PINHO, D. de T. P. e.; **Sistema construtivo parede de concreto: um estudo de caso**. 43 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

PONZONI, Jéssica. **Paredes de concreto moldadas in loco: verificação do atendimento às recomendações da norma NBR 16055/2012 nos procedimentos executivos em obra de edifício residencial**. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Curso superior de Engenharia Civil) Universidade Tecnológica Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

SABBATINI, F. H. *Alvenaria Estrutural Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico*. 2003. 36 f. Caixa Econômica Federal, Brasília.

SACH, H.M.; ROSSIGNOLO, J.A.; BUENO, C. Vedações verticais em concreto moldadas in loco: avaliação do conforto térmico de habitações térreas no Estado de São Paulo. *Revista Ibracon de Estruturas e Materiais*, v.4, p.31-48, São Paulo, 2011.

SANTOS, Everton de Britto. **Estudo comparativo de viabilidade entre alvenaria de blocos cerâmicos e paredes de concreto moldadas no local com fôrmas metálicas em habitações populares**. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Curso superior de Engenharia Civil) Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campo Mourão, 2013.

SILVA, F.B. Paredes de concreto armado moldadas in loco. **Revista Técnica**, São Paulo: Pini, ano 19, n. 167, fev. 2011. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/167/artigo286799-1.aspx>>. Acesso em: 12 maio 2016.

VENTURINI, Jamila. Casas com paredes de concreto. **Revista Equipe de Obra**, São Paulo, v. VII, n. 37, julho. 2011. Disponível em: <<http://equipedeeobra.pini.com.br/construcao-reforma/37/casas-com-paredes-de-concreto-220698-1.aspx>>. Acesso em: 20 maio 2016.

WENDLER FILHO, A. A. Paredes de concreto em habitações: velocidade com qualidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E CONSULTORIA ESTRUTURAL, 11. 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural, 2008.

WENDLER FILHO, A. A. Sistema Construtivo em Paredes de concreto: um sistema com bom desempenho - mitos e verdades. In: CONCRETE SHOW. 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Parede de Concreto – velocidade com qualidade. 2009.