

Universidade Federal do Rio de Janeiro

DESCRIÇÃO DO PROCESSO CONSTRUTIVO DE PAREDE DE CONCRETO
PARA OBRA DE BAIXO PADRÃO

Daniel Moraes Arêas

2013



DESCRIÇÃO DO PROCESSO CONSTRUTIVO DE PAREDE DE CONCRETO PARA OBRA DE BAIXO PADRÃO

Daniel Moraes Arêas

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessária à obtenção do título de Engenheiro.

Orientador(a): Elaine Garrido Vazquez

Rio de Janeiro
Março, 2013

DESCRIÇÃO DO PROCESSO CONSTRUTIVO DE PAREDE DE CONCRETO
PARA OBRA DE BAIXO PADRÃO

Daniel Moraes Arêas

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL.

Examinada por:

Prof. Elaine Garrido Vazquez, D. Sc.

Prof. Jorge dos Santos, D. Sc.

Prof. Gustavo Vaz de Mello Guimarães, M.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MARÇO de 2013

Arêas, Daniel Moraes

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

Orientadora: Elaine Garrido Vazquez

Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/
Curso de Engenharia Civil, 2012.

Referências Bibliográficas: p71 – p73.

1. Introdução. 2. Apresentação do sistema construtivo
Parede de Concreto. 3. Estudo de Caso. 4.
Considerações Finais. I. Vazquez, Elaine Garrido. II.
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola
Politécnica, Curso de Engenharia Civil. III. Título.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Descrição do Processo Construtivo de Parede de Concreto para Obra de Baixo Padrão

Daniel Moraes Arêas

Fevereiro, 2013

Orientador: Elaine Garrido Vazquez

Curso: Engenharia Civil

O presente trabalho tem por escopo apresentar uma descrição do processo construtivo de parede de concreto. Atualmente, este processo está presente em grande escala nas construções demandadas pelo mercado imobiliário brasileiro. Haja vista que este se apresenta aquecido, é necessário um número alto de empreendimentos de baixo padrão. Em meio a este cenário, o processo construtivo de parede de concreto, praticamente “extinto” no Brasil desde a década de 80, voltou a ser utilizado. Apesar deste processo produtivo estar sendo empregado em construções de padrão médio e alto, a maior incidência de construções de parede de concreto é em empreendimentos de padrão baixo. Devido ao *déficit* habitacional que o país vive, o governo federal facilitou o crédito através do lançamento do programa “Minha Casa, Minha Vida”, desta forma, muitos cidadãos com baixas faixas salariais agora tem condições de adquirir um imóvel. Esta atitude aumentou, notoriamente, a demanda por empreendimentos de baixo padrão. As construtoras, por sua vez, encontraram no processo construtivo de parede de concreto uma maneira de construir em larga escala com baixo custo, alta qualidade e, principalmente, curto prazo. A industrialização deste processo construtivo aumenta a produtividade das construtoras, possibilitando o atendimento à demanda do mercado imobiliário. Na descrição da edificação predial de parede de concreto presente neste trabalho foram acompanhados os serviços componentes desta industrialização, sendo eles os de execução de marcação de laje, armação, instalações prediais e fôrma. Por fim, este trabalho apresenta as considerações finais referentes à utilização do processo construtivo de parede de concreto em edificações de baixo padrão, utilizando fôrma de alumínio.

Palavras-chave: parede de concreto, industrialização, fôrma de alumínio.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

Description of the construction process of concrete wall to building of low standard

Daniel Moraes Arêas

February/2013

Advisor: Elaine Vazquez Garrido

Course: Civil Engineering

This paper deals with the building process of Concrete Wall in the Brazilian real estate market, which is stimulated, demanding a high number of low standard enterprises. Due to this context, the building process of Concrete Wall, practically extinct in Brazil since the 80's, is again being used. Despite the fact that this building process has been used in buildings of high cost, the highest incidence of buildings that use "Concrete Wall is in low standard enterprises. Due to the housing deficit that the country faces, the federal government provided some credit for the Brazilian people, through the launch of the program "Minha Casa, Minha Vida". This way, a lot of citizens who have a low-range salary are now able to acquire a property. This program, notably, increased the need of low-standard enterprises. The construction industry, in turn, by the building process of Concrete Wall found a way of building in a large-scale with low costs, high quality and, principally, in a short-term. The industrialization of this building process stimulated the productivity of the construction industry, meeting the demand of the real estate market. In the description of the building of Concrete Wall present in this paper were followed up services components of industrialization were followed services components of industrialization, namely the execution of marking slab, frame, building installations and system of panel. Finally, this paper presents the final considerations regarding the use of the construction process of concrete wall in buildings of low standard, using aluminum formwork

Keywords: concrete wall, industrialization, aluminum formwork.

Sumário

1.0	Introdução.....	1
1.1	Ressurgimento do processo construtivo de parede de concreto.....	1
1.1.1	Breve histórico.....	1
1.1.2	Necessidade de moradia no Brasil.....	1
1.1.3	O programa MCMV e a parede de concreto.....	2
1.1.4	A popularização da parede de concreto.....	3
1.1.5	A norma para parede de concreto.....	3
1.1.6	A industrialização do processo construtivo de parede de concreto.....	4
1.1.7	Desmistificação da tipologia das edificações para construções utilizando parede de concreto.....	5
1.2	Objetivo.....	6
1.3	Justificativa.....	7
1.4	Metodologia.....	7
1.5	Estrutura do trabalho.....	8
2.0	O Processo construtivo de parede de concreto para obra de edificação.....	9
2.1	Introdução.....	9
2.2	Sequência de execução.....	11
2.3	A fundação para parede de concreto.....	12
2.4	Marcação da laje.....	14
2.5	Armaduras de aço para paredes e lajes.....	15
2.6	Instalações prediais para parede de concreto.....	16
2.6.1	Hidráulica.....	16
2.6.2	Elétrica.....	17
2.7	O Sistema de fôrmas.....	18
2.7.1	Características das fôrmas.....	18
2.7.1.1	Escolha do tipo de material.....	18
2.7.1.2	Tratamento da superfície da fôrma de alumínio.....	19
2.7.2	Componentes de um sistema de fôrma de alumínio.....	21
2.7.2.1	Cunha.....	21
2.7.2.2	Pino.....	21
2.7.2.3	Corbata.....	22
2.7.2.4	Grapa.....	22
2.7.2.5	Cantoneira.....	23

2.7.2.6	União parede-laje	23
2.7.2.7	Tapa	24
2.7.3	O travamento do sistema de fôrmas	24
2.7.3.1	Escoras	24
2.7.3.2	Alinhador	25
2.7.3.3	Tensor de parede	27
2.7.3.4	Tensor expansível de vãos.....	27
2.7.3.5	Considerações adicionais	28
2.8	Mão-de-obra	30
2.8.3	Produtividade	30
2.8.4	Treinamento.....	30
2.9	A concretagem	32
2.9.3	O plano de concretagem	32
2.9.4	Composição do concreto	32
2.9.5	O controle tecnológico.....	33
2.9.6	O lançamento	33
2.9.7	O adensamento	34
2.9.8	O acabamento do concreto	36
2.10	A desforma do sistema de fôrma.....	37
2.11	Desempenho térmico e acústico.....	38
2.12	Impacto ambiental.....	38
3.0	Descrição de uma obra de parede de concreto	41
3.1	Localização.....	41
3.2	<i>Layout</i> do terreno	41
3.3	Descrição do bloco 01	42
3.3.1	Sequência executiva.....	43
3.3.2	O cronograma da estrutura do bloco 01	45
3.4	Fundação do bloco 01.....	46
3.5	A execução da estrutura do bloco 16	50
3.5.1	Marcação do piso.....	50
3.5.2	Armação do bloco 01.....	50
3.5.2.1	Mão-de-obra	50
3.5.2.2	Central de corte e dobra	51
3.5.2.3	Armação das paredes e lajes.....	52

3.5.2.4	A execução do serviço de armação.....	53
3.5.3	Instalações prediais do bloco 01.....	54
3.5.3.1	Mão-de-obra	54
3.5.3.2	Instalações elétricas.....	54
3.5.3.3	Instalação hidráulica do bloco 01.....	55
3.5.3.4	Instalação do gás.....	56
3.5.3.5	A execução dos serviços de instalações prediais	57
3.5.4	O sistema de fôrmas utilizado no bloco 01	57
3.5.4.1	Mão-de-obra	57
3.5.4.2	Execução da escada.....	59
3.5.4.3	Execução de platibanda do bloco 01	60
3.5.4.4	Execução da caixa d'água do bloco 01.....	61
3.5.4.5	A Plataforma.....	61
3.4.4.6	O serviço de montagem de fôrma de alumínio	62
3.5	A concretagem	62
3.5.1	A usina de concreto móvel	62
3.5.2	Mão-de-obra	63
3.5.3	Rastreabilidade do concreto.....	63
3.5.4	A operação de concretagem.....	64
3.6	Desforma do sistema de fôrma	65
3.8	Considerações finais da estrutura do bloco 01	67
4.0	Considerações finais.....	69

1.0 Introdução

1.1 Ressurgimento do processo construtivo de parede de concreto

1.1.1 Breve histórico

O método é inspirado em experiências consagradas e bem-sucedidas de construções industrializadas em concreto celular (sistema Gethal) e concreto convencional (sistema Outinord), que eram mundialmente conhecidas nas décadas de 70 e 80. Porém, devido à falta de escala e de continuidade de obras nesses padrões - principalmente com as limitações financeiras da época - essas tecnologias não se consolidaram no mercado nacional. Com o crescimento do mercado imobiliário brasileiro e as contínuas medidas públicas para ampliar a oferta de moradias, o sistema parede de concreto representa uma solução factível para produção em escala. (Revista Técnica, 2009)

1.1.2 Necessidade de moradia no Brasil

A Região Sudeste, a mais populosa do Brasil, concentra 36,9% do total do deficit habitacional do País, ou aproximadamente 2,0 milhões de moradias, seguida pela Região Nordeste, com o segundo maior deficit: 1,96 milhões de domicílios, ou 35,1% do total. Comparada às demais regiões, a Região Norte apresenta o maior percentual em termos relativos – o deficit de 557 mil unidades habitacionais corresponde a 13,9% dos domicílios da região. (Ministério das Cidades, 2011)

A União Nacional por Moradia Popular aprovou as regras da nova fase do programa Minha Casa, Minha Vida (MCMV), mas diz que acredita que a iniciativa do governo é insuficiente para sanar o deficit habitacional do País. A demanda de imóveis no País hoje soma cerca de 5,5 milhões de moradias, segundo os últimos dados do Ministério das Cidades. Nos cálculos da união, o número é maior, de cerca de 8 milhões de unidades habitacionais. (Mendonça, 2011)

Faz-se projeção de que em 20 ou 30 anos nós teremos um *déficit* habitacional a níveis aceitáveis. É um processo que vai depender da disponibilidade de recursos da

união para que esse programa continue em pleno andamento e que haja capacidade das instituições e das entidades sociais no sentido de produzir moradia. (Medeiros, 2012)

Destarte, é notória a necessidade de construir moradias em todo país. Ademais, o Brasil, como integrante do BRIC, grupo de países que vêm se desenvolvendo cada vez mais ao longo dos anos, deve zelar pelo bem-estar da sua população. É preciso, pois, promover a construção de moradias para combater o atual déficit populacional, e assim, promover o mínimo de contentamento à população. Para atingir essa finalidade, o processo construtivo de parede de concreto tem se mostrado bastante eficiente. Tal eficácia provém de algumas características do processo construtivo de parede de concreto, como racionalização ao longo da obra, o tempo, mais reduzido, com que a obra se completa. Enfim, este processo construtivo é uma boa alternativa para se combater o déficit populacional que assola o país e assim, gerar, além de desenvolvimento, o bem-estar da população.

1.1.3 O programa MCMV e a parede de concreto

Trata-se de um sistema construtivo em estudo desde 2007, pelo Grupo Parede de Concreto, com sede na ABCP; quando surgiu a grande demanda, em função do MCMV, percebeu-se o sistema como uma opção importante, entre outros que existem. O processo construtivo de paredes de concreto aproveitou o conhecimento já desenvolvido, a demanda gerada pelo programa habitacional e a escala necessária para se consolidar como o sistema mais adiantado e apto a cumprir papel de destaque no atendimento desta demanda. (Anaute, 2012)

Neste momento de expansão do mercado, com a inclusão de novos interessados, é muito oportuna a criação do núcleo de referência de parede de concreto, que terá papel fundamental na disseminação do conhecimento específico, organizando informações, serviços e publicando reportagens, artigos técnicos e exemplos de boas práticas do mercado. (Anauate, 2012)

Segundo Anauate, 2012, o núcleo de referência de parede de concreto irá interagir com as demandas, necessidades e soluções junto à Caixa Econômica Federal, para consolidação e popularização do processo construtivo de parede de concreto, ajudando a qualificar o mercado e, conseqüentemente, melhorar o produto final das unidades habitacionais produzidas neste sistema, evitando que experiências mal

sucedidas ocorram, pondo em risco a consolidação e a credibilidade do sistema no mercado.

1.1.4 A popularização da parede de concreto

No Brasil, até a o fim do século XX, a Alvenaria Estrutural era sinônimo de industrialização na construção civil. Porém, nos últimos anos, a construção de edificações prediais utilizando parede de concreto como processo construtivo cresceu de forma notável, isto, devido ao momento econômico favorável em que o país se encontra. Grandes são os incentivos financeiros concedidos pelo governo e setor privado, como redução de taxas de juros e aumento do crédito imobiliário. Segundo Vieira, 2010, no passado o processo construtivo era escolhido, basicamente, mediante a análise de dois elementos, a seguir dispostos: a cultura da empresa e o custo gerado. No entanto, hoje esta decisão é tomada tendo como foco, além dos itens acima mencionados, a tipologia da estrutura, a qualidade final do produto e, principalmente, a produtividade do processo construtivo.

Segundo Pimenta, 2010, a Direcional Engenharia, empresa mineira com alta tradição no segmento econômico, apresentou o caso do maior canteiro de obras do Brasil do programa Minha Casa Minha Vida, o empreendimento “Meu Orgulho”, em Manaus-AM, feito em parceria com o governo do Amazonas. A empresa conta hoje com 90% de suas obras, aproximadamente 20 mil unidades em construção, nas regiões Norte, Sudeste e Centro-oeste do país, utilizando a alvenaria estrutural com blocos de concreto. Porém, o caso apresentado, do maior canteiro de obras da empresa no Brasil, foi do sistema paredes de concreto moldadas no local.

1.1.5 A norma para parede de concreto

A norma para paredes de concreto moldadas *in loco*, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) entrou em vigor no dia 10 de maio de 2012, um mês após sua publicação. A NBR 16.055:2012 ("Parede de Concreto Moldada no Local para a Construção de Edificações - Requisitos e Procedimentos") normatiza o

dimensionamento e a execução do sistema, que ainda não era normatizado, apesar de ser usado há cerca de 30 anos no Brasil. (Revista Técnica, 2012)

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. Hoje, o financiador de uma obra de parede de concreto é capaz de cobrar qualidade, se baseando nos preceitos expostos na NBR 16055.

Além da publicação da norma e a popularização do sistema, todos os agentes envolvidos no processo de paredes de concreto, inclusive a Caixa Econômica Federal, devem se preocupar com a qualidade do que é produzido no mercado. A qualificação de toda a cadeia envolvida é o ponto mais importante a ser alcançado em nome da consolidação do sistema construtivo. (Anauate, 2012)

Atualmente, o método construtivo de parede de concreto possui uma norma brasileira de regulamentação, que deve ser cumprida pelas empresas responsáveis pelo projeto e pela execução da obra. Na fase de consolidação do sistema, procurando preservar a sua garantia, a Caixa Econômica Federal mantém procedimentos adotados para todos os sistemas construtivos propostos, quais sejam: assinatura de termo de extensão de garantia apenas para vícios sistêmicos e contratação de monitoramento técnico de obra pela construtora proponente, comprovando, na verdade, a aplicação do Plano de Qualidade de Obra, já previsto na NBR 16055. (Anauate, 2012)

1.1.6 A industrialização do processo construtivo de parede de concreto

O cenário atual da construção civil, com seguidas taxas de crescimento, passa pela busca de sistemas e processos mais eficientes. Com a mão-de-obra cada vez mais escassa, a racionalização e a industrialização nos canteiros de obra são focos dos gestores de todas as empresas que atuam no segmento atual. Por conta disto, o sistema construtivo parede de concreto moldada no local passa a ter destaque e projeção como uma boa alternativa para a execução de nossas obras. (Fonseca Junior, 2012)

Esse sistema – pelo caráter de industrialização que tem – possibilita que a sua competitividade seja potencializada através da produtividade da mão-de-obra. As

principais variáveis que afetam a produtividade da mão-de-obra são a tipologia da obra, o projeto de fôrmas, o projeto das armaduras, instalações, processos e treinamento aplicado. Como o sistema de paredes de concreto tem como características ciclos rápidos, atividades concatenadas e interdependência entre etapas, é importante que haja uma dinâmica de suprimentos ágil e estruturada. Isso requer planejamentos específicos, a saber: planejamento de compras, entregas e estoque. (Parede de Concreto, 2010)

O resultado da industrialização deste processo construtivo é a obtenção de um canteiro de obra onde se pode observar a racionalização de materiais, mão-de-obra e de tempo. A alta produtividade do sistema de parede de concreto está relacionada a esta racionalização.

O sistema construtivo de paredes de concreto é um método de construção racionalizado que oferece produtividade, qualidade e economia de escala quando o desafio é a redução do déficit habitacional. (Revista Técnica, 2009)

Conforme Sabbatini (1989), “evoluir no sentido de aperfeiçoar-se como indústria é o caminho natural da construção civil”.

Segundo Fraco, 1992, industrialização da construção é o “processo evolutivo que, através de ações organizacionais e da implementação de inovações tecnológicas, métodos de trabalho, técnicas de planejamento e controle objetiva incrementar a produtividade e o nível de produção e aprimorar o desempenho da atividade construtiva”.

1.1.7 Desmistificação da tipologia das edificações para construções utilizando parede de concreto

A opção pelo sistema parede de concreto ocorreu quando a Direcional, buscando acompanhar o crescimento do segmento de habitação popular, em especial com foco no programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), do governo federal, criou o Setor de Inovações Tecnológicas para colaborar neste processo. (Brito, 2012)

A presença de grandes construtoras financiadas pelo programa Minha Casa, Minha Vida, do governo federal, atuando na construção de grandes complexos

habitacionais de baixo custo, utilizando parede de concreto, transmite a ideia de que este processo construtivo é aplicado apenas em obras de baixo padrão, com um número reduzido de pavimentos. Todavia, esta afirmação não é verdadeira.

Quando Fonseca, 2012, diretor da Signo – Engenharia de Processos, é indagado acerca da questão do sistema de parede de concreto ser utilizado apenas em construções de baixa renda, ele responde: “De forma alguma. É um sistema que atende a todas as tipologias. Hoje, a sua utilização no Brasil está dentro do programa Minha Casa Minha Vida como uma opção crescente, pela velocidade e a necessidade de construir muitas unidades em prazos curtos. Mas já identificamos uma migração do sistema para tipologias e mercados fora do programa MCMV. Existem empreendimentos verticais de até 20 pavimentos realizados com este sistema em diferentes cidades do Brasil, por empresas de referência no mercado. Cita-se como exemplo: Gafisa, OAS Empreendimentos, Max-Haus e muitas outras em fase de projeto. Também para este segmento a velocidade do processo e a redução de etapas construtivas dão ao sistema parede de concreto um diferencial competitivo importante.”

1.2 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo descrever, através de artigos técnicos, dissertações de mestrado, da NBR 16055, de trabalhos de conclusão de cursos e de pesquisas em revistas, todas as operações necessárias para execução de uma obra que utiliza o processo construtivo de parede de concreto moldada in loco. Apresenta todas as etapas de construção para a execução da estrutura de uma edificação predial em parede de concreto.

Ademais, é relatado as fases de execução da estrutura de um bloco em parede de concreto, composto por 04 pavimentos e 32 apartamentos, de uma obra localizada na baixada fluminense do Estado do Rio de Janeiro, financiada pelo programa MCMV, do governo federal.

1.3 Justificativa

Atualmente, a necessidade habitacional é grande nas classes mais baixas da sociedade, a solução adotada, pelo governo federal, é voltada para a promoção de financiamentos de obras de baixo custo e o fornecimento de subsídio ao comprador de acordo com a sua renda familiar. Isto é feito através do Programa Minha Casa, Minha Vida.

As construtoras, financiadas pelo governo federal para construir um grande volume de unidades habitacionais de baixo custo, estão sempre à procura por métodos de construção com um alto rendimento na produtividade e com custos compatíveis. Foi em meio a este cenário, que a construção com parede de concreto voltou ao mercado da construção no Brasil.

A qualidade final de uma obra está diretamente ligada aos materiais utilizados, aos métodos de execução e ao controle tecnológico que se faz, desde a produção dos insumos até sua aplicação. Neste sistema, a qualidade é garantida pelo uso de: fôrmas com grande precisão dimensional; materiais com produção controlada (concreto e aço) e atividades planejadas e não artesanais, potencializando a produção dentro dos requisitos de qualidade estabelecidos. (Comunidade da Construção, 2012)

Justifica-se esta monografia devido à necessidade de um relato de uma obra de parede de concreto para analisar a execução de serviços especializados contidos dentro do processo construtivo de parede de concreto, com objetivo de verificar como tais serviços são executados e se, no fim da construção, o resultado apresentado é satisfatório.

1.4 Metodologia

Esta monografia foi escrita através de pesquisas a revistas de engenharia, NBR 16055, artigos técnicos, dissertação de mestrado, teses de doutorado e a outros trabalhos de final de curso com tema semelhante.

Com o conhecimento adquirido através destas pesquisas bibliográficas, foi possível a elaboração de uma descrição de uma obra de parede de concreto. A obra

refere-se à construção da estrutura de um bloco de quatro pavimentos, situada em um município da baixada fluminense do estado do Rio de Janeiro, financiada pelo programa Minha Casa, Minha Vida, do governo federal.

A elaboração desta descrição foi possível, devido a constantes visitas à obra durante a fase de construção da estrutura, ao fornecimento do seu cronograma de execução, a entrega de fichas de verificações, fotos e de projetos pela construtora que realizou a obra.

1.5 Estrutura do trabalho

Esta monografia possui a seguinte estrutura:

No primeiro capítulo é apresentada a introdução do trabalho, abordando como a utilização de parede de concreto voltou ao cenário da construção no Brasil.

No segundo capítulo é apresentada a operação de todos os subsistemas necessários para a execução de uma obra de parede de concreto: como os de marcação, armação, instalações prediais, sistema de fôrma e concretagem.

No terceiro capítulo é apresentada a análise do sistema de construção de parede de concreto, através do acompanhamento da construção de um bloco de quatro pavimentos, que utilizou este sistema como processo construtivo.

2.0 O Processo construtivo de parede de concreto para obra de edificação

2.1 Introdução

A organização e o planejamento do empreendimento contribuem de forma considerável para a minimização dos riscos de não conformidades e para a garantia de custos e prazos. Variáveis importantes nesta etapa: plano de ataque da obra, planejamento executivo das atividades, agenda de contratações, fornecedores sintonizados com o processo e um plano de monitoramento alinhado com as atividades e premissas do planejamento executivo. (Núcleo da Referência - parede de concreto, 2009)

Planejamentos micros de ciclos, acompanhamentos e controle rigoroso de produtividade, estudos de tempos e movimentos na produção estão entre os principais fatores de sucesso, que associados a qualquer sistema construtivo com bom potencial de industrialização, terão sucesso garantido e resultados otimizados. (Pimenta, 2012)

Em obras de edificação predial é desejável que o ciclo, representado da figura 01 ocorra em um único dia. Portanto, em apenas um dia, o sistema de fôrma, que havia sido utilizado na última etapa de concretagem, precisa ser desformado e, sequencialmente, transportado para o próximo local onde haverá concretagem, montado e concretado novamente. É necessário, pois, estar atento ao andamento de cada serviço dentro do processo construtivo de parede de concreto.

A figura 1 mostra as atividades contidas no processo construtivo de parede de concreto.



Figura : ciclo de concretagem.
Fonte: Pimenta, 2007

O processo executivo de parede de concreto é resumido, basicamente, na montagem de formas metálicas, plásticas ou mistas e o preenchimento de concreto. Entre as formas de paredes são posicionadas os itens de instalações prediais elétricas e de gás. Estas instalações são amarradas nas ferragens das paredes que são anteriormente posicionadas. As instalações prediais hidráulicas são, geralmente, executadas por fora das paredes, assim se houver algum tipo de vazamento na tubulação não há necessidade de rompimento do concreto para execução dos devidos reparos. A industrialização deste processo construtivo está, justamente, no modo prático de se construir as paredes.

Trata-se de um sistema construtivo racionalizado, que permite fazer um planejamento completo e detalhado da obra. Ele reduz as atividades artesanais e improvisações, contribuindo para diminuir o número de operários no canteiro. Com mão-de-obra qualificada e maior produção em menos tempo, melhoram os indicadores de produtividade e aumentam as margens do negócio. (Comunidade da Construção, 2012)

O método construtivo de parede de concreto não tem como principal finalidade a economia com custos de materiais, maquinários ou mão-de-obra, por isso, nessas construções não há desmedidas economias em si, mas sim, no tempo que é gasto para realização da construção. Indiretamente, isto influencia em basicamente todos os gastos da obra, já que quanto mais reduzido for o tempo de construção, menores serão os gastos com mão-de-obra, aluguel de máquinas e equipamentos, aluguel de *containers* habitacionais ou para depósitos, dentre outras despesas.

No caso do sistema construtivo parede de concreto, o processo é totalmente sistematizado, pois se baseia em conceitos de industrialização de materiais e equipamentos, mecanização, modulação, controle tecnológico e multifuncionalidade. Desta forma, a obra se transforma em uma linha de montagem, como na indústria automobilística. (ABCP, 2007)

Em resumo, a otimização obtida na etapa da estrutura precisa ser replicada em todas as demais (revestimento, cobertura, pintura e etc.). Esta solução para a execução dos revestimentos das obras em paredes de concreto de fôrma industrializada já existe com produtos, equipamentos e processos adequados. Essa industrialização torna o sistema como um todo mais competitivo. (Carbone, 2012)

A viabilidade do processo de parede de concreto está bastante relacionada ao tempo da construção. Através do processo construtivo de parede de concreto, existem construtoras no Brasil, que executam cerca de 100 m² de estrutura predial para cada jogo de fôrma presente na obra. Logo, a partir da fundação/laje piso pronta, executa-se as paredes e lajes, já com todos os itens de instalações prediais posicionados, em apenas um dia.

2.2 Sequência de execução

Toda atividade industrial depende, em diferentes graus de importância, da eficiência de seus processos produtivos. A construção civil não é diferente. A criatividade de um projeto arquitetônico e a engenhosidade das soluções propostas - sejam elas de caráter estrutural, funcional ou espacial, entre outras possibilidades - dependem de uma execução bem-feita e economicamente viável. (Comunidade da Construção, 2012)

Deve ser definido e planejado o encadeamento de cada etapa construtiva. Isso envolverá questões de logística, suprimentos, acessos, prazos, jogos de fôrmas, volumes de concreto, equipes, aço e todos os materiais e recursos envolvidos. A sequência executiva deverá atender também às demandas de incorporação (prazos e recursos). (Comunidade da Construção, 2012)

Nos edifícios, deve-se projetar apartamentos simétricos nos dois eixos em planta: longitudinal e transversal. A fim de poder criar equipes de montadores de fôrmas independentes das equipes de armação e instalações, é importante “dividir” a montagem/concretagem em trechos de 1/2 ou até 1/4 de laje. Essa simetria do projeto permite “girar” as fôrmas sem a necessidade de retirar painéis de fôrmas ou acrescentar os chamados “painéis de ciclo”, maximizando a produtividade e garantindo o ciclo. (Coletânea de Ativos – Parede de Concreto, 2009)

A figura 2 mostra um exemplo da planta baixa de um pavimento tipo onde o projetista primou pela simetria nos eixos.

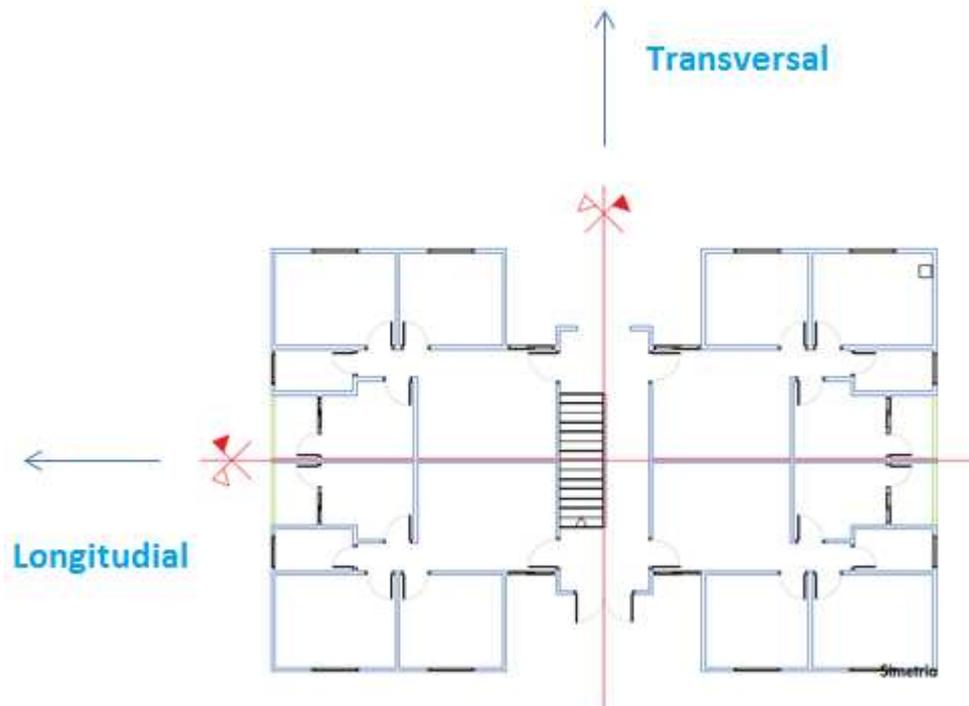


Figura : Possível divisão das etapas de montagem do sistema de fôrma
 Fonte: Coletânea de Ativos – Parede de concreto, 2009

2.3 A fundação para parede de concreto

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

A consideração no modelo estrutural da interação solo-estrutura é obrigatória no caso de edifícios com mais de cinco pavimentos, considerando a deformabilidade da fundação (inclusive vigas de apoio), conforme parâmetros geotécnicos definidos por especialista em mecânica de solos. Deve-se no mínimo considerar o modelo de molas discretas independentes localizadas nos pontos de apoio. (NBR 16.055, 11,5)

As figuras 3 e 4 a seguir, mostram a construção de um prédio de quinze pavimentos construído de parede de concreto, cuja fundação foi estaqueada.



Figura : Estrutura do prédio mencionado na Figura 5 terminada.
Fonte: Construtora Sergus, 2012



Figura : Execução das estacas de fundação.
Fonte: Construtora Sergus, 2012

Independentemente da tipologia da fundação, esta deve ser executada com nivelamento rigoroso, permitindo a correta montagem do sistema de fôrmas. 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. É interessante que essa laje/piso seja construída excedendo a dimensão igual à espessura dos painéis externos das fôrmas, desta maneira a laje/piso possuirá alguns centímetros a mais que o previsto em projeto, porém as formas externas das paredes ficaram apoiadas na laje/piso com maior facilidade. Se a opção for pela fundação com laje tipo radier, recomenda-se construir a calçada externa na mesma concretagem. (Parede de Concreto - Coletânea de Ativos, 2007).

A figura 5 a seguir, mostra o *radier* de fundação de uma obra de parede de concreto.



Figura : Radier.
Fonte: Comunidade da Construção, 2012

O piso do térreo executado de maneira correta, no nível exigido e sem nenhum tipo de ondulação, além de constituir ponto fundamental para que os demais pavimentos estejam no prumo, influenciará na montagem do sistema de fôrmas e no próprio trânsito da mão-de-obra, que desmobilizará o sistema de fôrmas de um lado para montá-lo novamente em outro. Caso a fundação não seja em *radier*, é necessária a execução de uma laje para a perfeita marcação das paredes e apoio das fôrmas no piso.

2.4 Marcação da laje

É necessário marcar no piso de apoio (fundação ou laje) as linhas das faces internas e externas das paredes, de modo a orientar o posicionamento dos painéis. (Coletânea de Ativos – Parede de Concreto, 2007)

A marcação da laje consiste na primeira atividade deste processo de produção. Utiliza-se barbante e “pó de xadrez” para sua realização. Para a separação dos painéis de fôrma instala-se, com uma pistola chumbadora, espaçadores no chão. A garantia do ângulo reto entre as paredes pode ser obtida através de um simples esquadro de carpintaria.

A figura 6 mostra um trecho de laje marcada e com separadores instalados. É possível observar o desenho das linhas feito com barbante no encontro entre duas paredes perpendiculares.

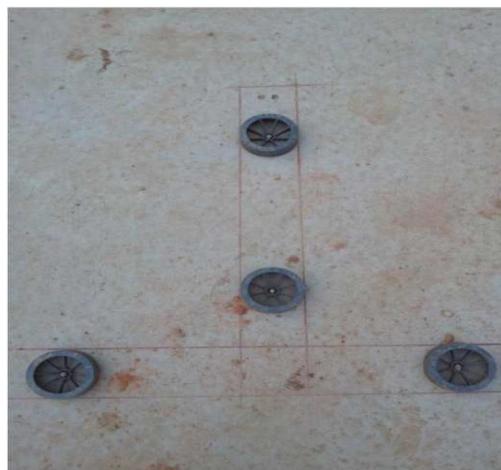


Figura : Laje marcada e com separadores.
Fonte: Construtora Tenda – Acervo de Obras, 2011

2.5 Armaduras de aço para paredes e lajes

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

A NBR 16005 - 8.2 não proíbe o uso de barra ou treliça para a armação de lajes e paredes, porém a maioria dos construtores que executam obras de parede de concreto no Brasil utilizam tela soldada nas paredes e lajes, e barra nos locais onde carecem reforços de armadura.

Utilizando-se tela soldada para armar as paredes, são instalados espaçadores, tal como aqueles instalados na laje, responsáveis pelo posicionamento das telas no centro das paredes, sendo a distância de cobertura das armações da parede sempre igual à metade da espessura da parede. No encontro de paredes, as telas são amarradas entre si e, no encontro com o chão, não há nenhum tipo de chumbamento, as telas ficam apenas apoiadas na laje.

A figura 7 mostra a equipe de armação montando as telas de parede.



Figura : Armação de paredes.
Fonte: Contrutora Tenda – Arcervo de Obra, 2011

2.6 Instalações prediais para parede de concreto

2.6.1 Hidráulica

As tubulações verticais podem ser embutidas nas paredes de concreto, desde que atendidas simultaneamente às seguintes condições: quando a diferença de temperatura no contato entre a tubulação e o concreto não ultrapassar 15°C; quando a pressão interna na tubulação for menor que 0,3 MPa; quando o diâmetro máximo for de 50 mm; quando o diâmetro da tubulação não ultrapassar 50 % da espessura da parede, restando espaço suficiente para, no mínimo, o cobrimento nominal adotado e a armadura de reforço. Admite-se tubulação com diâmetro até 66 % da espessura da parede e com cobrimentos mínimos, desde que existam telas nos dois lados da tubulação com comprimento mínimo de 50 cm para cada lado; tubos metálicos não encostem nas armaduras para evitar corrosão galvânica. (NBR 16.055 - 13,3)

Há diversos preceitos que devem ser respeitados para que a instalação da tubulação seja feita dentro das paredes, por isso é comum se optar por passar a tubulação por fora das paredes. Os tubos horizontais podem ficar “escondidos” através do sistema de rebaixamento das lajes, já os verticais, por dentro de *shafts*. Este tipo de procedimento torna mais fácil uma futura manutenção, caso haja algum problema, como por exemplo, uma infiltração.

A figura 8 mostra a estrutura de alumínio em que o *dry-wall* é instalado. Já a figura 9 mostra a infiltração que ocorreu após o *dry-wall* executado.



Figura : Prumada de água.

Fonte: Construtora Tenda – Acervo de Obra, 2011



Figura : Infiltração na prumada de água.

Fonte: Construtora Tenda – Acervo de Obra, 2011

2.6.2 Elétrica

As caixas de interruptores, tomadas, de passagem etc. são fixadas nos painéis de fôrmas de paredes por meio de gabaritos, de acordo com a posição indicada nos respectivos projetos. Em caixas que apresentem orifícios por onde possa penetrar o concreto, devem ser feitos preenchimentos com papel ou pó de serra, impedindo assim que o concreto obstrua os orifícios dos dutos elétricos. Os eletrodutos devem ser fixados às armaduras, evitando-se que sejam deslocados durante o lançamento do concreto. Devem ser colocados espaçadores entre a rede de dutos e os moldes de paredes para garantir o cobrimento e o posicionamento. (Comunidade da Construção, 2010)

Quando há algum erro de execução na colocação de algum item da instalação elétrica, depois da parede ou laje já concretada, a única forma de reparar é quebrando o concreto e corrigindo o erro. Isto gera retrabalho para equipe de instalações prediais e para a de acabamento bruto, ou seja, influência negativamente na produtividade do processo construtivo.

É importante ressaltar que, por motivos estéticos, recomenda-se que as tubulações de elétricas não sejam executas por fora das paredes, tal como as hidráulicas. Se assim fosse, muitos dispositivos para “esconder” as tubulações elétricas precisariam ser utilizados em lugares de “grande visibilidade”, como em paredes da sala e dos quartos. No caso da tubulação hidráulica, as descidas das prumadas são realizadas em apenas dois pontos: no banheiro e na área de serviço.

A figura 10 a seguir, mostra um eletricitista instalando uma caixa de luz (para um interruptor) e o outro, instalando o quadro de luz de um apartamento.



Figura : Instalação de eletrodutos flexíveis e caixas de passagens.

Fonte: <http://www.equipedebra.com.br/construcao-reforma/47/artigo257752-1.asp>, 2012

2.7 O Sistema de fôrmas

2.7.1 Características das fôrmas

O sistema de fôrmas é composto de estruturas provisórias, cujo objetivo é moldar o concreto fresco. É compreendido por painéis de fôrmas, escoramento, cimbramento, apuradores e andaimes, incluindo seus apoios, bem como as uniões entre os diversos elementos. O sistema de fôrmas deve ser projetado e construído de modo a ter: resistência a ações a que possa ser submetido durante o processo de construção; rigidez suficiente para assegurar que as tolerâncias especificadas para a estrutura das paredes de concreto e nas especificações de projeto sejam satisfeitas e a integridade dos elementos estruturais não seja afetada e estanqueidade e conformidade com a geometria das peças que estão sendo moldadas. (NBR 16055 - 18.2.1)

2.7.1.1 Escolha do tipo de material

O material utilizado no sistema de fôrmas deve atender aos requisitos de 18.2.1 e às normas do produto. (NBR 16055 - 18.2.2)

Em meados da década de 80, na construção dos grande conjuntos habitacionais em Itaquera (SP), de modo geral, as fôrmas metálicas foram muito empregadas, tanto de aço quanto de as de alumínio. Na época, o sistema chamava-se “lagoinha”, composto por fôrmas de alumínio com uma estampa que reproduzia a textura do tijolinho à vista, só que cinza. O que levou a utilização dessas tecnologias foi a necessidade de produzir em grande número de habitações em curto espaço de tempo. Exatamente como o que ocorre hoje. (Barros, 2010)

Portanto, o sistema de fôrma pode ser constituído de madeira, aço, plástico ou de uma composição de materiais, como por exemplo, chapa de uma madeira leve estruturada com perfil de aço. Porém, no Brasil, em obras de edificações prediais é possível observar a predominância do uso de fôrmas fabricadas com chapas e perfis estruturados de alumínio nas construções de parede de concreto. Sendo assim, esse tipo de forma será melhor detalhado neste trabalho.

A figura 11 mostra um painel de fôrma e indica a chapa e o perfil estruturado.



Figura : Tapa de porta.
Fonte: SH, 2012

A fôrma de alumínio, aplicada a execução do molde de paredes de concreto, é constituída por um sistema de painéis com chapas e perfis metálicos estruturados. Por causa da sua leveza e flexibilidade, estes painéis, com largura máxima de 60 cm, possibilitam ganhos de produtividade, diferentes combinações geométricas e aproximadamente mil reutilizações. (Guia da Construção, 2010)

A espessura da fôrma varia entre 5 e 7 mm e a dimensão maior da fôrma, a altura, é limitada pelo pé direito, que em uma edificação varia entre 2,60m e 3,00m, sendo a largura da forma a dimensão que está mais sujeita a variações. É razoável adotar a densidade da fôrma de alumínio 17,0Kg/m² em média. Um bom projeto de fôrma é aquele que apresenta peças com dimensões que não atrapalham o desempenho do trabalho. Por exemplo, tendo como base um painel de fôrma com 60 cm de largura, o seu peso médio será de 26 Kg.

2.7.1.2 Tratamento da superfície da fôrma de alumínio

O cuidado na limpeza e a manutenção dos painéis são fundamentais para garantir a vida útil do sistema de fôrmas. E a utilização do desmoldante adequado é importante para a manutenção da superfície dos painéis, para o acabamento superficial da peça a ser concretada e também para não comprometer a aderência do revestimento final. (Guia da Construção, 2010)

O produto [óleo desmoldante] precisa ser adequado a cada superfície, evitando-se que o concreto grude na fôrma e não deixe resíduos na superfície das paredes, o que comprometeria a aderência do revestimento final. (Parede de Concreto - Coletânea de Ativos, 2007)

Após a desmontagem da última etapa do prédio, os painéis devem ser deslocados verticalmente, através de maquinário ou corda, e posicionados no chão, ao lado da fundação da próxima habitação a ser executada, e passar por uma limpeza completa, que consiste na remoção da película de argamassa (cimento + água + areia) que impregna a superfície do painel, fortemente aderida ao revestimento. A película forma uma crosta indesejável na superfície do painel. Esse trabalho de remoção deve ser cuidadoso, de modo a garantir a vida útil das fôrmas. (Parede de Concreto - Coletânea de Ativos, 2007).

A figura 12 mostra um montador aplicando óleo desmoldante em uma peça de fôrma antes da montagem.



Figura : Peça com óleo desmoldante.
Fonte: VENTURINI, 2011

2.7.2 Componentes de um sistema de fôrma de alumínio

As fôrmas possuem encaixes nos quais são fixadas as caixas de comando e de distribuição. Elas são aparafusadas nos painéis para que não se movimentem durante a concretagem e mantenham seu alinhamento quando as paredes estiverem finalizadas. (VENTURINI, 2011)

Através de quatro acessórios as peças de fôrma de alumínio são conectadas.

2.7.2.1 Cunha

Trabalha em conjunto com os pinos. Sua forma curva permite inseri-la facilmente, diminuindo o risco de danos.

A figura 13 mostra um modelo de cunha.



Figura : Cunha.

Fonte: E.T. construtora tenda S/A, 2009

2.7.2.2 Pino

Acessório que em conjunto com a cunha, realiza a fixação dos painéis de paredes entre si, com painéis angulares, esquineiros, e tapas; assim como para a fixação básica dos painéis de laje. Serve como acessório complementar para situações em que são utilizados espaçadores ou perfis de ajustes.

Na figura 14 pode-se visualizar diferentes modelos de pino.



Figura : Pinos.

Fonte: E.T. Construtora Tenda S/A, 2009

2.7.2.3 Corbata

Acessório em aço para separar e fixar as fôrmas, determinando a espessura de parede. São instalados nas uniões de parede, em toda a altura.

A figura 15 traz diferentes modelos de corbata.



Figura : Corbata.

Fonte: <http://portuguese.alibaba.com/product-gs/wall-tie-for-concrete-form-478393074.html>, 2012

2.7.2.4 Grapa

Acessório utilizado para a fixação de painéis sem perfuração, como: painéis de laje com radier; painéis de parede com radier; tapas de parede com fôrmas de parede; painéis de laje com painéis de escoras; painéis de laje entre si.

Na Figura 16 tem-se um modelo de grapa, já na figura 17 tem-se uma peça da fôrma instalada utilizando grapas.



Figura : Grapa.

Fonte: E.T. construtora Tenda S/A, 2009



Figura : Cantoneira conectada através de grapas.

Fonte: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/146/artigo141977-2.asp>

2.7.2.5 Cantoneira

Perfil de alumínio utilizado para conformar os cantos internos à 90° com as fôrmas de paredes.

A figura 18 mostra uma cantoneira sendo usada, possibilitando, pois, o ângulo reto entre as fôrmas de parede.



Figura : Cantoneira.

Fonte: Construtora Tenda – Acervo de Obras, 2011

2.7.2.6 União parede-laje

Peças de alumínio, fabricada em perfis, que tem como função conectar a fôrma de parede e a fôrma de laje para conformar um sistema monolítico.

A figura 19 mostra uma união parede-laje no lado superior direito, indicado pela seta vermelha.



Figura : União parede-laje.

Fonte: <http://www.equipededeobra.com.br/construcao-reforma/47/artigo257-1.asp>, 2012

2.7.2.7 Tapa

Perfil de alumínio utilizado como fechamento de parede e janela. Encaixam-se como os painéis (com pino e cunha), e em determinadas ocasiões, se configuração não for padrão, podem se utilizar as grapas.

Na figura 20 pode-se observar um montador instalando uma tapa em um vão livre de porta.



Figura : Tapa de porta

Fonte: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/produtos-servicos/17/lumiform-sh.html>, 2012

2.7.3 O travamento do sistema de fôrmas

Antes do lançamento do concreto, devem ser devidamente conferidas as posições e condições estruturais do escoramento e escoramento remanescente, apuradores e alinhadores horizontais. O objetivo é assegurar que as dimensões, posições e prumo das fôrmas sejam mantidos de acordo com o projeto e permitir o tráfego de pessoas e equipamentos necessários à operação de concretagem com segurança. (NBR 16055 - 19.3.2)

2.7.3.1 Escoras

Por todo período de cura, ao menos 28 dias, as escoras remanescentes devem permanecer intactas, evitando inclusive qualquer reposicionamento. Isso é importante devido à consideração, no dimensionamento de que as cargas são “distribuídas”, o que

exige distância limitada entre as escoras, independente da capacidade delas. (Téchne, 2007)

Os planos de desforma e escoramentos remanescentes devem levar em conta os materiais utilizados associados ao ritmo de construção, tendo em vista o carregamento decorrente e a capacidade de suporte das lajes anteriores, quando for o caso. (NBR 16055 - 18.2.3.2)

A figura 21 mostra escoras metálicas para uso em frmas de alumínio e a figura 22 mostra um montador regulando uma escora metálica de uma fôrma de laje.



Figura : Escoras metálicas armazenadas.

Fonte: <http://www.sh.com.br/blog/2010/escoras-de-aluminio-no-catalogo-da-sh>, 2012



Figura : Instalação de escora metálica.

Fonte: <http://equipedeobra.com.br/construcao-reforma/47/artigo257752-1.asp>, 2012

2.7.3.2 Alinhador

O alinhador, quando do tipo vertical, é um acessório que cumpre as seguintes funções: alinhar horizontalmente os painéis de parede, delimitar área de risco das fôrmas (limite da laje); alinhar verticalmente o painel de parede com o complemento, sendo este complemento uma peça de fôrma utilizada para complementar a montagem das fôrmas de parede no seguinte caso exemplificado: precisa-se construir uma parede de 2,60 m, porém o único tamanho de fôrma disponível é de 2,40 de altura, a solução é a utilização de um complemento de 20 cm de altura.

A figura 23 mostra alinhadores verticais instalados nas fôrmas externas de parede.



Figura : Alinhador vertical.
Fonte: Construtora Tenda – Acervo de Obras, 2011

Já o alinhador, quando do tipo horizontal, é um acessório que ajuda a garantir o alinhamento dos painéis de paredes. Os primeiros alinhadores são instalados nas extremidades de todos os painéis e são contínuos em cada junta de painéis. Posteriormente são instalados os ângulos alinhadores.

A figura 24 mostra alinhadores horizontais instalados ao lado das fôrmas internas, já com perfil alinhador instalado.



Figura : Alinhadores horizontais e perfil alinhador.
Fonte : Construtora Tenda – Acervo de Obras, 2011

2.7.3.3 Tensor de parede

Na construção civil, os tensores de paredes são comumente conhecidos como escoras prumadoras.

O uso de escoras prumadoras auxilia a montagem, pois mantém os painéis em pé, e posteriormente permite o ajuste milimétrico do prumo das paredes. (Comunidade da Construção 2012)

O tensor de parede é utilizado quando há necessidade de alinhar uma parede. Consiste em uma escora que fixa-se facilmente nas fôrmas de parede através de pino e cunha. O tensor foi projetado com a base pivotante que permite a acomodação ao piso para permitir sua posição (Forsa, 2007)

Na figura 25 pode-se observar alguns tensores de paredes instalados em fôrmas internas de uma edificação.



Figura : Tensor de parede travando o sistema de forma.
Fonte :http://papodeobra.blogspot.com.br/2008_09_01_archive.html, 2012

2.7.3.4 Tensor expansível de vãos

A perfeita dimensão dos vãos de portas e janelas é garantida com a utilização adequada de tensores. Seu desenho expansível permite fixar a distância exata das portas e janelas. (Forsa, 2007)

A figura 26 mostra um tensor expansível instalado horizontalmente em um vão de porta.



Figura : Tensor expansível de vão de porta
Fonte: Construtora Tenda – Acervo de Obra, 2009

2.7.3.5 Considerações adicionais

Todos os itens de travamento, com exceção das escoras, são colocados próximo ao fim da operação de montagem do sistema de fôrmas. A instalação destas peças é uma tarefa realizada com certo grau de dificuldade, pois ao colocá-las a estrutura é forçada a alcançar o perfeito alinhamento.

Em obras de edificação predial, a partir do segundo pavimento, para que haja a montagem do sistema de fôrmas, é necessária à obtenção de um sistema de plataforma para que os montadores executem a montagem das fôrmas externas da edificação.

Quanto ao balanço, não deve ser construído distante a 1,80 m da prumada da edificação e suas cargas devem ser transmitidas a elementos verticais, aprumados e escorados na estrutura do edifício, mediante travessas transversais, a fim de evitar deslocamentos, inclinações e a queda do andaime. Em nenhum caso se permite que a parte interna do andaime seja sustentada por meio de contrapesos. (Comunidade da construção 2008)

Muito utilizado para a construção de paredes de concreto, os andaimes em balanço devem ter sistema de fixação à estrutura da edificação ou da fôrma, convenientemente contraventada e ancorada, de tal forma a eliminar quaisquer

oscilações e ser capaz de suportar três vezes os esforços solicitantes. Devem dispor de sistema guarda-corpo e rodapé, inclusive nas cabeceiras, em todo o perímetro, com exceção do lado da face de trabalho, quando esta não está oferecendo risco de queda, sendo proibido utilizar escadas sobre o piso de trabalho e outros meios para se atingir lugares mais altos. (Comunidade da construção 2008)

A figura 27 mostra uma plataforma montada suportando as fôrmas externas da estrutura desformada.



Figura : Andaime em balanço.
Fonte: Construtora Tenda – Acervo de Obra

As figuras 28 e 29 mostram, respectivamente, as peças de bandeja e guarda-corpo de uma plataforma.



Figura : Guarda-corpo.
Fonte: Construtora Tenda – Acervo de Obra, 2011



Figura : Bandeja.
Fonte: Construtora Tenda – Acervo de Obra, 2011

2.8 Mão-de-obra

2.8.3 Produtividade

Em virtude do caráter de industrialização apresentado pelas paredes de concreto moldadas no local, possibilita-se que a sua competitividade seja potencializada através da produtividade da mão-de-obra. Assim, as principais variáveis que afetam a produtividade da mão-de-obra são: a tipologia da obra, o projeto de fôrmas, o projeto das armaduras, instalações, processos e treinamento aplicado. (Comunidade da Construção, 2012)

Logo, o dimensionamento das equipes de montadores, armadores e instaladores depende do quanto se precisa produzir e do grau de dificuldade de execução do projeto.

Analisando as características deste processo, é interessante que as equipes sejam formadas com a presença de pelo menos um “puxador”, aquele membro que lidera naturalmente a equipe, organiza e motiva os parceiros. Também é fundamental que toda a equipe receba treinamento específico para os serviços, e trabalhe sob o regime de tarefas, em que as metas e ganhos são claramente negociados e definidos. (Comunidade da Construção 2012)

2.8.4 Treinamento

Essa preocupação é atendida pelo curso de montagem que deve ser oferecido antes do início efetivo do trabalho. Este começa com uma descrição do sistema e apresenta a seqüência de execução – montagem das paredes e desmoldagem. No curso, os operários passam a saber como posicionar as instalações, preparar as armações e posicionar caixilhos e contra-marcos, seguindo-se o fechamento das fôrmas. O curso aborda ainda a concretagem dos painéis e a desforma. Na interface com outros sistemas, o curso explica os cuidados necessários com impermeabilização, cobertura e acabamentos. (Coletânea de Ativos – Parede de Concreto, 2007)

Normalmente quem trabalha com as fôrmas de madeira é o oficial carpinteiro, que precisa ser muito bem qualificado para o seu trabalho. Já com as fôrmas metálicas,

tanto o carpinteiro como “montador de estruturas” pode executar o material. Como se trata de fôrmas que trabalham por encaixe, o treinamento da mão-de-obra é facilitado, sendo possível formar um excelente profissional em menos tempo. (Barros, 2010)

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 manuseio facilitado, as fôrmas de alumínio exigem muitos cuidados. Se uma fôrma é derrubada no chão, pode sofrer sérios danos, principalmente de amassamento, por consequência, ficará inutilizada. (Barros, 2010)

Na figura 30 a seguir, uma equipe de montadores recebe instruções sobre o trabalho com a fôrma de alumínio.



Figura : Palestra para montadores.

Fonte: <http://portalamazonia.globo.com/new-structure/view/scripts/noticias/noticia.php?id=109560>, 2012

2.9 A concretagem

2.9.3 O plano de concretagem

De acordo com a NBR 16.005:2012, 19.4, o plano de concretagem deve conter todos os procedimentos referentes ao recebimento, liberação, lançamento e amostragem para controle tecnológico do concreto segundo o estabelecido na NBR 14931 :2004, 5.3.

O plano de concretagem estabelece a quantidade exata de pessoas e equipamentos capazes de realizar o processo de concretagem de modo eficiente e sem atrasos, tem por finalidade manter o concreto plástico, não segregado e livre de juntas de concretagem não planejadas. Além das informações acima, o plano contém a frequência de limpeza dos equipamentos relacionados à concretagem, para que não haja comprometimento da mesma. Os resultados esperados no fim de uma concretagem também estarão especificados neste plano. Com efeito, ao fim de uma concretagem, o correto é comparar o serviço realizado com o que está preconizado no plano, se o serviço é realizado conforme os parâmetros consolidados no plano, a operação foi realizada com sucesso.

2.9.4 Composição do concreto

Adicionalmente, são usadas fibras têxteis de polipropileno para combater tensões de retração. A dimensão máxima do agregado será menor ou igual a 12,5 mm (brita 01). O corpo técnico da concreteira deverá desenvolver um concreto homogêneo, com coesão adequada, habilidade passante e resistência a segregação. Esse desenvolvimento tem como objetivo conseguir um concreto, preferencialmente autoadensável, com boa superfície, minimizando operações de acabamento (estucagem) e também ter boa integridade das arestas, eliminando operações de retrabalho. (Mayor, 2012)

Para a confecção do concreto é aconselhável à utilização de cimento do tipo CP V-ARI, pois de acordo com ABCP, 2003, é recomendado em todas as aplicações que necessitem de resistência inicial elevada e desforma rápida. Portanto, se enquadrando no processo construtivo de parede de concreto. Geralmente, nas obras de baixo padrão, é utilizado concreto com resistência característica não superior à 25 Mpa

2.9.5 O controle tecnológico

Com a chegada do concreto na obra, dois ensaios são realizados, *slump test* e o *slump flow*, o primeiro de acordo com a ABNT NBR NM 67 e de acordo com a ABNT NBR 15823-1. Caso o resultado do *slump test* for abaixo do especificado na nota fiscal é permitido que haja adição de água complementar nos limites especificados na NBR 7212, desde que: o *slump* seja igual ou superior a 10 cm, o *slump* seja corrigido em até 25 mm, o *slump*, após a adição de água, não ultrapasse o limite máximo especificado e o tempo entre a primeira adição de água aos materiais e o início da descarga seja superior 15 minutos. Ressalta-se que adição de água se aplica em obras onde o concreto utilizado é processado em concreteiras e transportado para obra por meio de caminhões-betoneiras.

Estando os resultados dos ensaios conforme desejado, são retirados corpos de prova de acordo com o previsto na NBR 12655 e a concretagem está liberada. Parte destes corpos de prova está destinada ao rompimento no teste de compressão simples na própria obra no dia seguinte, para a comprovação da resistência de desfoma na idade especificada em projeto. A outra parte é enviada para laboratório para a comprovação da resistência característica do concreto, com 28 dias.

2.9.6 O lançamento

Devem ser tomadas precauções para manter a homogeneidade do concreto. No lançamento convencional, os caminhos não podem ter inclinação excessiva, de modo a evitar a segregação decorrente do transporte. O molde da fôrma deve ser preenchido de maneira uniforme, evitando o lançamento em pontos concentrados, que possa provocar deformações no sistema de fôrmas. (ABNT NBR 16055 - 19.6)

O concreto deve ser lançado com técnica que elimine ou reduza significativamente a segregação entre seus componentes, observando-se maiores cuidados quanto maiores forem a altura de lançamento e a densidade de armadura. Estes cuidados devem ser majorados quando a altura de queda livre do concreto ultrapassar 2 m, no caso de peças estreitas e altas, de modo a evitar a segregação e falta de argamassa (como nos pés das paredes). (ABNT NBR 16055 - 19.6)

Como muitas obras de edificações prediais de parede de concerto, no Brasil, são de baixo padrão, é um comum associar a construção de parede de concreto com o uso de uma bomba do tipo lança. Isto acontece devido ao número reduzido de pavimentos que uma construção de baixo padrão possui. Apesar de não haver impedimento para a utilização de bomba do tipo estacionária para o lançamento de concreto nas obras de prédios com um número elevado de pavimentos, é importante tomar um cuidado especial na operação do mangote lançador de concreto. Este, se mal operado, pode comprometer as instalações prediais, danificar a amarração entre as telas de paredes e tetos e promover danos ao alinhamento do sistema de fôrma.

Nas estruturas inclinadas a NBR 16.055:2012, 19.6 recomenda que a concretagem seja feita de forma ascendente, logo da menor cota para a maior, um exemplo da situação acima exposta é a concretagem de escadas. Nesse processo construtivo a concretagem da laje só é realizada após a concretagem de todas as paredes. (ABNT NBR 16055 - 19.6)

2.9.7 O adensamento

Em função das características do sistema construtivo, nos quais as fôrmas das paredes são estreitas e altas, é de suma importância que haja um sistema de adensamento eficiente. O concreto autoadensável (Tipo N) ou celular (Tipo L1) - que tem maior fluidez e plasticidade - elimina a necessidade de vibração e a alta viscosidade evita a segregação dos materiais. (MISURELLI; MASSUDA, 2009)

Quando não utilizado concreto autoadensável (ABNT NBR 15823-1), devem ser tomados os seguintes cuidados: o adensamento (manual ou mecânico) deve garantir que o concreto preencha todos os espaços da fôrma sem prejuízo da aderência das armaduras. Para tanto, é preciso que no processo não se toque na armadura, nem desloque os embutidos da fôrma; no caso de alta densidade de armaduras, cuidados especiais devem ser tomados para que o concreto seja distribuído em todo o volume da peça e o adensamento se processe de forma homogênea; o enchimento da fôrma deve ser realizado sem a ocorrência de falhas por ar aprisionado. O sistema de fôrmas deve prever dispositivos que garantam a saída desse ar durante a concretagem, em especial nas regiões logo abaixo das janelas ou outros locais propícios à formação de vazios.

Deve-se também acompanhar o enchimento das fôrmas por meio de leves batidas com martelo de borracha nos painéis. (ABNT NBR 16055 - 19.7)



Figura : Operação do magote da bomba de concreto e do mangote do vibrador mecânico
Fonte: <http://www.equipededeobra.com.br/construcao-reforma/47/artigo257752-1.asp>

Apesar do concreto autoadensável dispensar qualquer dispositivo de vibração durante a operação de concretagem, é comum o uso de vibradores de imersão nas obras de parede de concreto que utilizam concreto autoadensável, com a finalidade de extinguir qualquer possibilidade, por menor que seja, de haver segregação entre a brita e a pasta de cimento do concreto autoadensável.



Figura : : Superfície bem adensada, com as entranças das corbatas já estucadas.
Fonte: Construtora Tenda – Acervo de Obra.



Figura : Superfície mal adensada resultou em bolhas de ar, segregação do concreto e buraco na parede.
Fonte: Construtora Tenda – Acervo de Obra.

2.9.8 O acabamento do concreto

O corpo técnico da concreteira deverá desenvolver um concreto homogêneo, com coesão adequada, habilidade passante e resistência a segregação. Esse desenvolvimento tem como objetivo conseguir um concreto, preferencialmente autoadensável, com boa superfície, minimizando operações de acabamento (estucagem) e também ter boa integridade das arestas, eliminando operações de retrabalho.(Mayor, 2012)

Só é possível verificar o acabamento do concreto depois da fase da desfoma, ele é resultado de uma concretagem dentro dos padrões estabelecidos no plano de concretagem. Quando o traçado, a consistência, o lançamento e o adensamento do concreto acontecem conforme o planejado, o resultado é um concreto homogêneo, ou seja, isento de vazios, não carecendo de retrabalho e facilitando a aplicação do revestimento.

Existe a possibilidade de deixar a parede de concreto aparente, sem revestimento, porém não é bem aceita entre os arquitetos que trabalham com *desiner* de interior. Segundo estes profissionais, esta é uma solução cabível para um galpão ou uma loja de armazém e não, para uma edificação multifamiliar.

A figura 34 mostra o acabamento embaixo de um vão de janela.

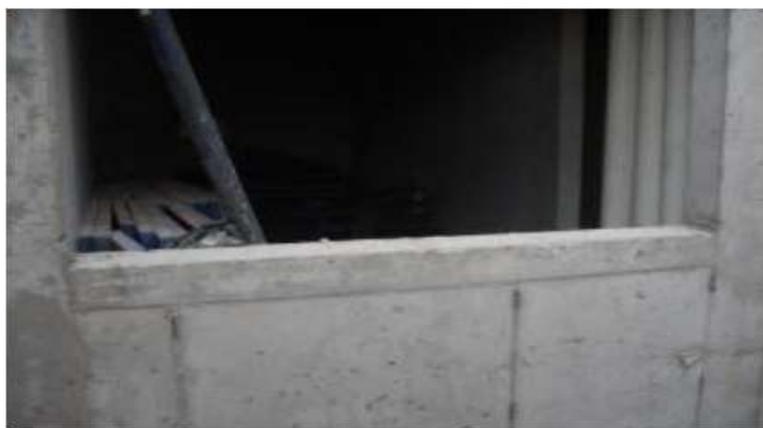


Figura : Bom acabamento da superfície de concreto, friso bem feito e requadro de janela bem executado
Fonte: E.T. Construtora Tenda S/A

2.10 A desforma do sistema de fôrma

A desforma deve ocorrer somente quando as condições de projeto estiverem atendidas (por exemplo, quando a resistência mínima do concreto para aquela idade for atingida). Algumas recomendações importantes para esta fase: obedecer rigorosamente o ciclo de produção definido em planejamento; verificar junto aos resultados do controle tecnológico se resistência mínima de desforma atende o preconizado; remover após a desforma os resíduos dos painéis de fôrmas, utilizando para isso ferramentas adequadas, que não danifiquem a superfície das fôrmas; planejar o local de armazenamento dos painéis de fôrmas (e acessórios) após a desforma e limpeza; verificar os prazos de permanência do escoramento residual. Essas especificações devem estar contidas no projeto estrutural e de fôrmas. (Comunidade da Construção, 2010)

Após a desforma e a limpeza das fôrmas, estas já se encontram aptas para serem transportadas e montadas no próximo local de concretagem.

A figura 35 mostra o processo de desforma de uma etapa e de montagem da etapa ao lado.



Figura : Operação de desforma e montagem do sistema de fôrmas de parede
Fonte: Construtora Tenda – Acervo de Obra

Neste caso devem ser considerados os seguintes aspectos: nenhuma carga deve ser imposta e nenhum escoramento removido de qualquer parte da estrutura enquanto não houver certeza de que os elementos estruturais e o sistema de escoramento têm

resistência suficiente para suportar com segurança as ações a que estarão sujeitos. (ABNT NBR 16055 - 18.2.3.2)



Figura : Escoramento remanescente.
Fonte: E.T. Construtora Tenda S/A

2.11 Desempenho térmico e acústico

A NBR 16.055 não faz menção ao uso de materiais específicos de tratamento térmico e acústico das paredes de concreto. Este desempenho térmico e acústico é definido pelo tipo de concreto que se utiliza no processo construtivo. A título exemplificativo, o uso de concreto celular proporciona um bom desempenho térmico e acústico. No entanto, os tipos de concreto mais utilizados nas obras de edificação de parede de concreto, o convencional e o auto-adensável, não apresentam, por si só, um bom desempenho térmico e acústico, necessitando de algum tratamento.

2.12 Impacto ambiental

Os efeitos ambientais estão associados, de modo geral, às diversas fases de exploração dos bens minerais, como à abertura da cava, (retirada da vegetação, escavações, movimentação de terra e modificação da paisagem local), ao uso de explosivos no desmonte de rocha (sobrepessão atmosférica, vibração do terreno, ultralancamento de fragmentos, fumos, gases, poeira, ruído), ao transporte e

beneficiamento do minério (geração de poeira e ruído), afetando os meios como água, solo e ar, além da população local. (Bacci, 2006)

A necessidade de construir moradias de baixa renda provém, geralmente, de regiões metropolitanas. Quando grandes conjuntos habitacionais são construídos, utilizando parede de concreto, para suprir o este *déficit* habitacional, há, conseqüentemente, um grande uso de volume de concreto por dia. Portanto, em inúmeras ocasiões, é preciso que este concreto seja produzido em um local próximo à obra, pois o tempo de deslocamento do concreto tende a ser elevado, devido ao vasto número de veículos em circulação nas cidades metropolitanas do país. A extração de brita e de areia da natureza (matérias-primas do concreto), além de perturbar as pessoas que residem próximo a estas áreas de exploração, é atividade que carece de atenção, pois estes bens minerais não são renováveis e um dia se tornarão escassos na natureza.

2.13 Desvantagens da parede de concreto

Durante a execução da concretagem, erros como a falta de vibração do concreto, causando o aparecimento de bolhas de ar, ou o excesso de vibração do concreto, induzindo a segregação entre o material graúdo e miúdo, são os principais responsáveis pelo aparecimento de fissuras ou, até mesmo, de grandes brocas nas paredes. Outro erro, por vezes cometido, é a imperícia durante a execução das instalações prediais e armações de parede, de maneira que no ato da concretagem estas saiam da posição desejada. Conseqüentemente, ocorre o entupimento das instalações e a armadura “afloira” na superfície do concreto.

A consequência da imperícia na execução das etapas de uma obra de parede de concreto é a geração de um retrabalho com alto grau de dificuldade. Na maioria das situações, a solução do erro cometido envolve: uma operação de quebra de parte do concreto, o reparo em si e o preenchimento da abertura novamente com concreto. Estas operações são difíceis de executar, pois se trabalha com arremates de concreto e não de alvenaria. O resultado destas operações “extras” é a elevação dos custos com material e mão de obra.

Outra desvantagem a ser analisada é questão arquitetônica das obras de parede de concreto. Não que este processo construtivo seja limitado quanto à competência para construir projetos de diferentes formas, porém, uma vez construído, não há como fazer mudanças internas na organização das paredes. Como neste processo construtivo cada parede faz parte da estrutura da edificação, não é permitido, por exemplo, retirar paredes, abrir portas e janelas fora do projeto ou, ainda, executar uma abertura na parede divisória entre a sala e a cozinha para que haja uma comunicação entre ambos (estilo americano). No entanto, esta limitação arquitetônica não é peculiaridade do processo construtivo de parede de concreto, também é característica do seu principal concorrente nas obras de baixo padrão, a construção de alvenaria estrutural.

3.0 Descrição de uma obra de parede de concreto

3.1 Localização

A descrição apresentada neste trabalho é referente a construção do bloco 01, primeiro bloco a ser executado na obra Portal do Sol, realizada pela Construtora Tenda S/A, situada no endereço Av. Dr. Carvalhães - S/N - Lote A e B – Centro – Belford Roxo, RJ.

A figura 37 mostra a localização da obra Portal do Sol, onde está construído o bloco 01 em estudo.

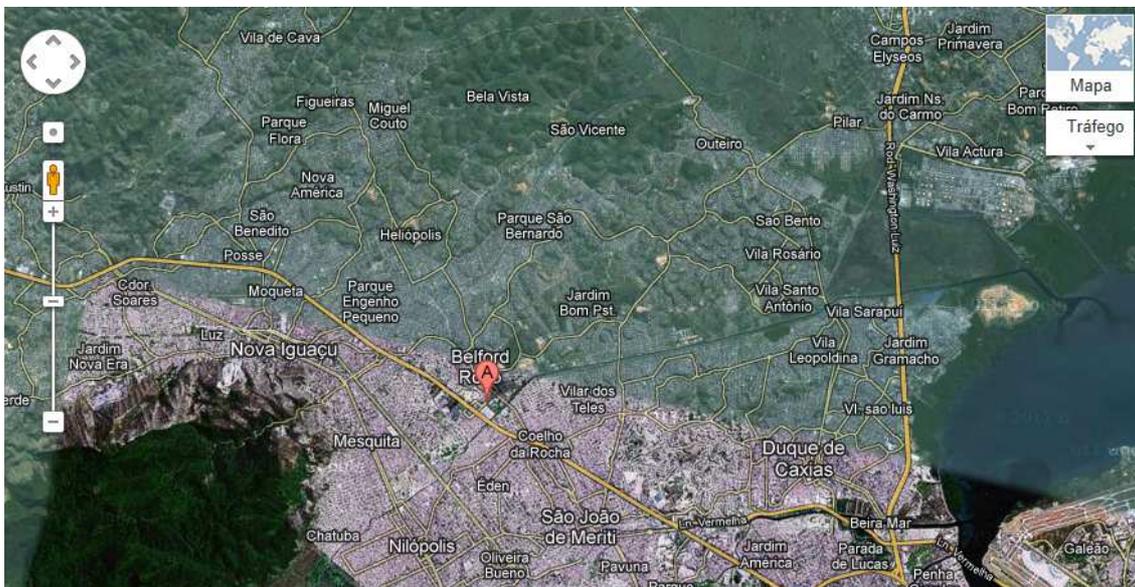


Figura : Localização da obra.
Fonte: Google Maps, 2013

3.2 Layout do terreno

O terreno onde a obra está localizada possui cerca de 50.000 m², dos quais uma parte foi doada à prefeitura da cidade para a construção de uma área de lazer. Na figura 38, é possível verificar que nos fundos do terreno está instalada uma rede de alta tensão da concessionária responsável pelo fornecimento de energia na região, a Light. Em razão desta peculiaridade, a construção começa a partir de uma distância de vinte cinco metros desta rede. De qualquer forma, esta área já não poderia ser habitada, uma vez que está destinada à preservação ambiental.

A figura 38 mostra, também, em detalhe o terreno onde a obra está localizada. É possível identificar a área doada para a prefeitura, além da localização do bloco 01, empreendimento em destaque neste trabalho.



Figura : Detalhe do terreno.
Fonte: Google Maps, 2013.

3.3 Descrição do bloco 01

O bloco 01 é constituído de quatro pavimentos, e cada um desses pavimentos é composto por oito apartamentos, inclusive o térreo. Logo, trinta e dois apartamentos foram construídos em parede de concreto neste bloco, além da platibanda do telhado e das paredes de proteção da caixa d'água.

Na figura 39 observa-se que o arquiteto projetou o pavimento tipo como se recomenda na execução de obras de Parede de Concreto, primando pela simetria nos eixos longitudinais e transversais.

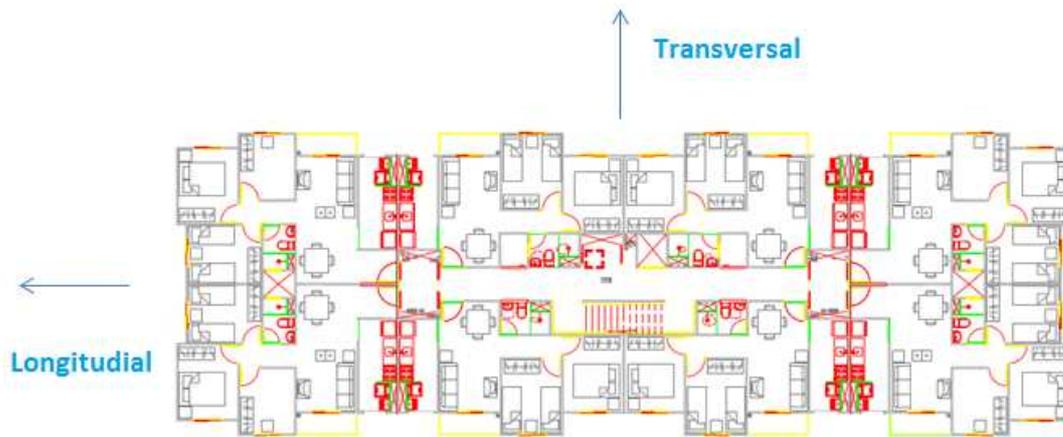


Figura : Pavimento tipo.
 Fonte: Arquivo Interno, 2010

3.3.1 Sequência executiva

Para a execução do bloco 01 o jogo de fôrma precisou ser montado quatro vezes em cada pavimento, além de duas vezes para a construção da platibanda do telhado e para a construção das paredes de proteção da caixa d'água. Cada evento de montagem do jogo de fôrma foi denominado de etapa, ou seja, um pavimento possuía quatro etapas de execução.

A figura 40 demonstra, em planta, como o projetista de fôrma escolheu dividir as etapas de execução da estrutura dos pavimentos do bloco 01.

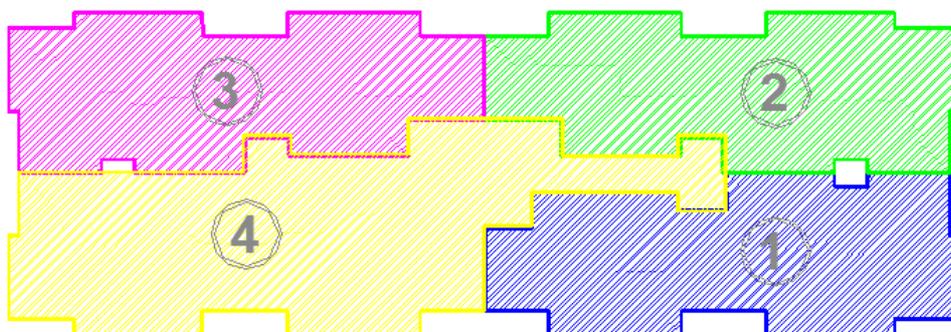


Figura : Croquis da divisão das etapas do jogo de forma.
 Fonte: Arquivo Interno, 2010

Visivelmente a etapa quatro foi a maior dentre as etapas de execução, possuindo 147 m² de laje. Nesta etapa foram montados dois prismas de ventilação e metade de outro, além disto, uma parte considerável do corredor também foi executada. As demais etapas foram bem parecidas quanto à dimensão de laje executada, aproximadamente 100 m². A terceira etapa foi integrada pela montagem de metade de um prisma de ventilação, já na segunda não havia prisma de ventilação a ser montado e, na última linha de execução, está a primeira etapa que possuiu a montagem de um prisma de ventilação e metade de outro.

Os prismas de ventilação, citados acima, pertenciam aos banheiros e corredores. A montagem destes e do corredor principal tornaram a execução das etapas mais difíceis. Portanto, pode-se dizer que caso as etapas fossem organizadas por grau de dificuldade, em ordem decrescente, a etapa quatro seria a mais complicada, logo atrás desta, estaria a etapa um e, sequencialmente, a três e a dois.

A construção de um pavimento não começava na etapa um e terminava na etapa quatro, a ordem de execução foi escolhida através de uma análise das dificuldades em cada etapa. Concluiu-se que a primeira e última etapa precisavam ser as mais fáceis, justamente para que, em um futuro breve, quando os montadores estivessem especializados neste processo de montagem, fossem realizadas em um dia e sem atrasos, a desforma da última etapa de execução do pavimento inferior e a montagem completa da primeira etapa de execução do pavimento superior.

Já que as etapas dois e três foram as mais simples de se executar, sempre uma delas era a primeira e a outra a última. Desta forma, quando o ciclo de concretagem começava pela etapa dois, eram executadas respectivamente as seguintes etapas: um, quatro e, por último, a três. Terminado o pavimento, o jogo de fôrma era transferido para o pavimento superior e o ciclo recomeçava pela última etapa concluída no pavimento inferior, neste caso, pela etapa três, em seguida eram executadas as etapas quatro, um e dois, nesta ordem.

3.3.2 O cronograma da estrutura do bloco 01

Durante a execução do bloco 01, foi utilizado as expressões “1 de 4”, “2 de 4”, “3 de 4” e “4 de 4”, para se referir aos dias de concretagem de cada pavimento; A título exemplificativo, “1 de 4” tem como finalidade demonstrar que é o dia da primeira concretagem do pavimento, e que ainda estão por vir mais três dias de concretagem, já que tem-se um total de quatro concretagens em um pavimento.

A figura 41 mostra o cronograma de execução da estrutura do bloco 01.

INFRAESTRUTURA	DATA DE INICIO	DURAÇÃO (d)	DATA DE TÉRMINO
FUNDAÇÕES	segunda-feira, 8 de março de 2010	11	sexta-feira, 19 de março de 2010
Estaqueamento	segunda-feira, 8 de março de 2010	4	quinta-feira, 11 de março de 2010
Blocos e cinstas	sexta-feira, 12 de março de 2010	6	quinta-feira, 18 de março de 2010
Piso Térreo	sexta-feira, 19 de março de 2010	1	sexta-feira, 19 de março de 2010
ESTRUTURA	sábado, 20 de março de 2010	50	sábado, 8 de maio de 2010
TÉRREO	sábado, 20 de março de 2010	4	quarta-feira, 24 de fevereiro de 2010
1 de 4	sábado, 20 de março de 2010	1	sábado, 20 de março de 2010
2 de 4	segunda-feira, 22 de março de 2010	1	segunda-feira, 22 de março de 2010
3 de 4	terça-feira, 23 de março de 2010	1	terça-feira, 23 de março de 2010
4 de 4	quarta-feira, 24 de março de 2010	1	quarta-feira, 24 de fevereiro de 2010
1º PAV.	quinta-feira, 25 de março de 2010	5	segunda-feira, 29 de março de 2010
1 de 4	quinta-feira, 25 de março de 2010	2	sexta-feira, 26 de março de 2010
2 de 4	sábado, 27 de março de 2010	1	sábado, 27 de março de 2010
3 de 4	domingo, 28 de março de 2010	1	domingo, 28 de março de 2010
4 de 4	segunda-feira, 29 de março de 2010	1	segunda-feira, 29 de março de 2010
2º PAV.	terça-feira, 30 de março de 2010	5	sábado, 3 de abril de 2010
1 de 4	terça-feira, 30 de março de 2010	2	sábado, 31 de julho de 2010
2 de 4	quinta-feira, 1 de abril de 2004	1	quinta-feira, 1 de abril de 2004
3 de 4	sexta-feira, 2 de abril de 2010	1	sexta-feira, 2 de abril de 2010
4 de 4	sábado, 3 de abril de 2010	1	sábado, 3 de abril de 2010
3º PAV.	segunda-feira, 5 de abril de 2010	11	quinta-feira, 15 de abril de 2010
1 de 4	segunda-feira, 5 de abril de 2010	2	terça-feira, 6 de abril de 2010
2 de 4	quarta-feira, 7 de abril de 2010	1	quarta-feira, 7 de abril de 2010
3 de 4	quinta-feira, 8 de abril de 2010	1	quinta-feira, 8 de abril de 2010
4 de 4	sexta-feira, 9 de abril de 2010	1	sexta-feira, 9 de abril de 2010
Platibanda	sábado, 10 de abril de 2010	3	terça-feira, 13 de abril de 2010
Caixa d'água	quarta-feira, 14 de abril de 2010	3	sexta-feira, 16 de abril de 2010

Figura : Cronograma de execução.
Fonte: Arquivo Interno, 2010

A construção bloco 01 foi prevista para começar juntamente com os blocos 02 e 03. Porém, houve um atraso de um mês na entrega dos jogos de fôrma de alumínio, que seriam utilizados na construção dos blocos 02 e 03. Com apenas um jogo de fôrma na obra, o setor de planejamento da construtora decidiu iniciar a obra com apenas a construção do bloco 01. O término da execução da estrutura do bloco 01 coincidiu com a chegada dos demais jogos de fôrma.

. Pode-se observar também neste cronograma, que não existiu planejamento concretagem no mesmo dia em que houvesse transferência do jogo de fôrma, de um pavimento com a estrutura concluída para o pavimento seguinte. Isto porque o mesmo previa dois dias para execução da primeira etapa de concretagem em cada pavimento. No primeiro dia as fôrmas eram transferidas para o próximo pavimento e dava-se início a montagem, já no segundo dia concluía-se a montagem e a etapa era, enfim, concretada.

3.4 Fundação do bloco 01

A solução estrutural utilizada pelo projetista foi estaqueamento com os blocos de coroamento interligados através de cintas, conferindo maior rigidez a estrutura. Este serviço foi executado em estaca hélice por uma empresa terceirizada. Segundo a mesma, a sua produção era de sete estacas por dia. Não houve nenhum tipo de falha neste processo, sendo assim, foi suficiente o prazo de quatro dias para executar as 26 estacas de 25 cm de diâmetro e com profundidade média de 7 m, previstas no projeto.

A tabela 01 mostra a profundidade e carga de cada estaca do bloco 01.

CARGAS E PROFUNDIDADE DAS ESTACAS			CARGAS E PROFUNDIDADE DAS ESTACAS			CARGAS E PROFUNDIDADE DAS ESTACAS		
Pilares	N (tf)	BLOCO 01	Pilares	N (tf)	BLOCO 01	Pilares	N (tf)	BLOCO 01
		$\Phi = 25$			$\Phi = 25$			$\Phi = 25$
PC1	19	6	PC10	15	6	PC19	18	6
PC2	17	6	PC11	30	10	PC20	18	6
PC3	23	7	PC12	14	6	PC21	16	6
PC4	23	7	PC13	29	9	PC22	25	8
PC5	23	7	PC14	28	9	PC23	22	7
PC6	25	8	PC15	29	9	PC24	22	7
PC7	17	6	PC16	13	6	PC25	25	8
PC8	19	6	PC17	30	10	PC26	22	7
PC9	15	6	PC18	16	6	-	-	-

Tabela : Cargas e profundidades.
Fonte: Arquivo Interno, 2010

A figura 42 mostra a execução da primeira estaca do bloco 01.



Figura : Execução das estacas do bloco 26.
Fonte: Arquivo Interno, 2010

Com o estaqueamento executado, a mini-escavadeira começou a realizar sua tarefa cavando entorno das cabeças da estaca e abrindo as valas para as cintas de armação dos blocos. Não havia montagem de fôrma, os limites das vigas correspondiam às paredes da mini escavação, ou seja, as cintas foram concretadas contra o terreno.

A figura 43 mostra a colocação da armação das cintas do bloco 01.



Figura : Valas escavadas.
Fonte: Autor, 2010

A armação das cintas foi composta por 1800 Kg de ferro. Foram utilizadas barras longitudinais com diâmetro variando entre 6,3 mm e 16 mm e os estribos de 5 mm e espaçados de 15 cm . Já as gaiolas foram sempre iguais, montadas com barras de 6,3 mm de diâmetro e com 60 cm de aresta em todas as direções. Toda a armação já chegava pronta ao local de utilização, tendo em vista que já havia sido trabalhada na central de corte e dobra. Com a gaiola e as vigas posicionadas nas valas, deu-se início a concretagem.

A figura 44 mostra a execução da concretagem das cintas do bloco 01 e das armações das gaiolas. Sendo a gaiola indicada com uma seta branca e a viga com uma vermelha.



Figura : Vigas-Baldrame.
Fonte: Autor, 2010

A próxima etapa consistiu na execução do piso, que não foi apoiado nas vigas e sim, engastado. Para tal procedimento ocorrer, as vigas foram concretadas, entretanto não totalmente, deixaram-se cinco centímetros da parte superior das vigas sem concreto, com isto, a armadura negativa da viga e a parte superior do estribo ficaram à mostra.

No dia seguinte à concretagem das vigas, as armaduras positivas da laje foram posicionadas e amarradas aos ferros de espera da viga. Em seguida, as instalações hidráulicas, elétricas e de gás foram executadas e, por último, a armação negativa foi posicionada. Então, o piso foi liberado para a concretagem sem fazer nenhum tipo de tratamento na junta,

A Figura 45 mostra a execução da concretagem do piso térreo do bloco 01.



Figura : Piso térreo.
Fonte: Autor, 2010

A execução do serviço de escavação foi problemática, tendo em vista que o solo não apresentou consistência suficiente para que a mini-escavadeira realizasse a abertura das valas de forma desejável. De maneira que, por diversas vezes, na tentativa de efetuar essa abertura, o solo se rompeu durante a escavação. Além disso, a armação das vigas e o engastamento da laje no piso foram operações que também comprometeram os prazos do cronograma da fundação do bloco 01, devido à dificuldade de execução apresentada.

Tais complicações resultaram, aproximadamente, em sete dias de atraso. Tempo suficiente, de acordo com o previsto no cronograma de execução da estrutura, para executar o serviço de execução das cintas duas vezes. Visando o não acontecimento de mais imprevistos durante a execução das próximas fundações, a construtora solicitou ao engenheiro geotécnico que o projeto de fundação fosse, a partir daquele momento, calculada utilizando *radier*.

3.5 A execução da estrutura do bloco 16

3.5.1 Marcação do piso

Dois ajudantes de carpintaria, juntamente com seu encarregado coordenando a execução do serviço, eram suficientes para em um dia, caso fosse preciso, marcar uma área equivalente à laje de um pavimento inteiro, cerca de 420 m². Logo, uma atividade não crítica no cronograma de execução da estrutura do bloco 01, pela fácil execução.

Apesar desta facilidade, eram executadas marcações de duas etapas de concretagem por dia, logo este serviço se repetia a cada dois dias.

A figura 46 mostra a marcação das paredes e os separadores instalados no piso do pavimento térreo.



Figura : Marcação do piso térreo.
Fonte: Autor, 2010

3.5.2 Armação do bloco 01

3.5.2.1 Mão-de-obra

A equipe de armação foi composta por um encarregado e doze armadores, dos quais, três sempre estavam alocados na central de corte e dobra. É necessário ressaltar que para execução apenas do bloco 01 esta equipe estava superdimensionada, com cinco funcionários executando a armação já era possível executar uma etapa por dia. Porém, com a chegada posterior de mais dois jogos de fôrma de alumínio, para o aumento na

produção das estruturas da obra, e com a execução de outros serviços não relacionados ao ciclo de concretagem dos blocos, como armação de vigas e pilares dos salões de festas, das lixeiras, dos muros e a armação das piscinas, a equipe era pequena.

Apesar da grande quantidade de trabalho imposta aos armadores, estes eram muito capazes e não hesitavam em trabalhar além do horário de expediente, ou até mesmo aos domingos. Ambas as partes lucraram com este posicionamento dos armadores, estes, porque recebiam um aumento em seu salário e a construtora, devido à folga que obtinha no cronograma de serviço de armação. De forma que durante toda execução do bloco 01, nunca houve atrasos por ineficiência da equipe de armação. No auge da produção na obra, esse grupo de profissionais montava a armação de paredes suficiente para a execução da estrutura de três blocos simultaneamente.

3.5.2.2 Central de corte e dobra

Como a obra demandava muito aço, foi implantada uma central de corte e dobra. Esta chegou a ter três armadores alocados em período integral na fase de maior produção da obra, executando-se a estrutura de três blocos simultaneamente. Todo o aço utilizado na estrutura do bloco 01, seja em tela ou em barra, foi trabalhado naquela central, de maneira que só ia para o campo para ser colocado no local em que seria utilizado.

A figura 47 mostra as dependências da central de corte e dobra da obra.



Figura : Central de corte e dobra.
Fonte: Autor, 2010

3.5.2.3 Armação das paredes e lajes

As armaduras de paredes foram projetadas em telas soldadas, porém as de lajes não o foram. Por isso, assim que a equipe de engenharia da obra recebeu as plantas de armação de laje, tanto as de positivos como de negativos, e identificou que as mesmas foram desenhadas com barras retas, solicitou ao projetista que mudasse o projeto para tela soldada. Desta maneira, a execução dos cortes e os trabalhos *in loco* seriam notavelmente mais fáceis. Esta transição já ocorreu anteriormente em outra obra de parede de concreto desta mesma construtora, o resultado foi uma economia de, aproximadamente, metade do tempo nas operações de corte e na montagem *in loco*.

A maioria das telas soldadas utilizadas na armação das paredes e lajes do bloco 01 foram do tipo Q92, com um diâmetro de 4,2 mm nas duas direções e malha quadrada de 15 cm de lado. Nos vãos de janelas e portas foram colocados reforços de barras retas, de diâmetro 6.3 mm, e nas lajes, próximos aos equipamentos de instalações prediais, foram utilizados reforços de telas soldadas, também do tipo Q92.

A figura 48 a seguir ilustra uma porção do projeto de armação das paredes do bloco 01.

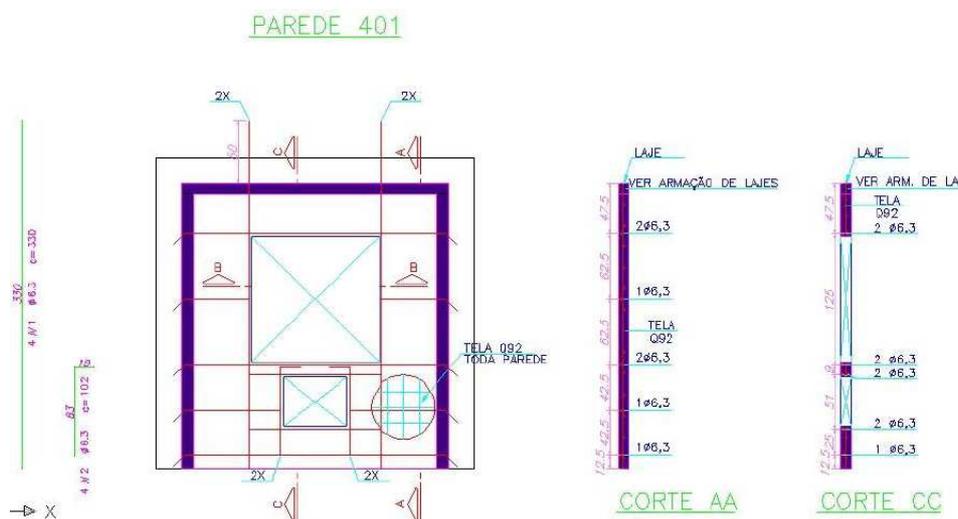


Figura : Detalhamento de reforço dos vãos de janela.
Fonte: Arquivo Interno, 2010

3.5.2.4 A execução do serviço de armação

Tendo a laje sido liberada pela equipe de marcação, os armadores começavam a montar as telas das paredes e a cortar os vãos de janelas e portas; Trabalho este, realizado em cerca de duas horas. Com isto, possibilitavam o trabalho da equipe de instalação predial.

No encontro de paredes as telas eram amarradas e no piso as telas eram, somente, apoiadas. Os espaçadores de parede mantinham as telas posicionadas exatamente no meio das paredes de 10 cm.

A figura 49 a seguir mostra o as telas de parede montadas sobre o piso



Figura : Armação de uma etapa de concretagem.
Fonte: Autor, 2010

Havendo a liberação da laje pela equipe de montagem, os armadores retornavam ao trabalho. Os mesmos executavam, então, a malha positiva e aguardavam a equipe de instalação predial executar seus serviços; Logo após isto, os armadores retornavam novamente e executavam a malha negativa, por fim, a laje estava pronta para ser concretada.

Esta rotina se repetiu a cada execução das etapas de concretagens do bloco 01.

3.5.3 Instalações prediais do bloco 01

3.5.3.1 Mão-de-obra

Toda mão-de-obra referente à instalação predial da obra foi terceirizada, provinda de uma empresa paulista. Para atender exclusivamente às concretagens diárias do bloco 01 a empresa dispunha de seis eletricitas e quatro bombeiros. Apesar de enfrentar alguns problemas no andamento de outros serviços da obra, na execução das instalações prediais das paredes e lajes, a mão-de-obra não foi responsável por nenhum atraso no bloco 01 e por poucos durante a execução dos demais blocos da obra. Igualmente a mão-de-obra de armação, a de instalação, quando necessário, executou seus serviços de maneira a possibilitar a execução da estrutura de três blocos simultaneamente.

3.5.3.2 Instalações elétricas

Foram utilizados eletrodutos flexíveis com diâmetro de 0,5” para a condução de fios com seção de 4 mm² no circuito de tomada do ar-condicionado, funcionando sob uma voltagem de 220 v. Já os outros fios, tanto os referentes aos circuitos de tomadas como de iluminação, tinham uma seção de 2,5 mm² e foram conduzidos por eletrodutos flexíveis com diâmetro de 3/4”. Foram utilizados eletrodutos e caixas de passagens de elétricas no bloco 01 de uma linha estruturalmente reforçada, especial para uso em paredes de concreto.

A tubulação para a passagem do cabo de TV e internet possuía um diâmetro correspondente a 3/4”, passava pelas paredes e também precisou ser obtida de uma linha estruturalmente reforçada. Estes materiais estavam presentes nas concretagens do bloco 01, já as prumadas de distribuição elétrica foram executadas por fora das paredes, descendo através de *shafts*.

A figura 50 apresenta a etapa de concretagem com as armações de paredes montadas e com os serviços de instalações elétricas já executadas, aguardando apenas o início da montagem do jogo de fôrma.



Figura : Condutores flexíveis e caixas de passagens instalados nas telas das paredes.
Fonte: Autor, 2010

3.5.3.3 Instalação hidráulica do bloco 01

Todas as instalações hidráulicas foram executadas após a estrutura do bloco 01 estar pronta. No ato das concretagens, tal como na instalação elétrica, aberturas nas lajes foram deixadas para que houvesse a descida das prumadas hidráulicas. A distribuição hidráulica dos banheiros e cozinhas foi executada por baixo das lajes dos pavimentos, já a subida até o aparelho distribuidor foi realizada por fora das paredes. Os *shafts* por onde passavam instalações hidráulicas foram fechados com um *drywall*, especial para uso em áreas úmidas.

A figura 51 mostra a descida das prumadas de hidráulica no banheiro no por dentro do shaft de drywall próprio para uso em áreas úmidas.



Figura : Fechamento com da prumada com *drywall*.
Fonte: Autor, 2010

As esperas para a saída do esgoto dos aparelhos sanitários e das pias de cozinha do bloco 01 eram posicionadas e amarradas pelos bombeiros antes das concretagens, de maneira que quando ocorria a desforma da estrutura concretada, as lajes ficavam com uma abertura redonda que correspondia ao tamanho do diâmetro dos tubos.

A figura 52 mostra as esperas de PVC das instalações hidráulicas distribuídas na laje, aguardando serem utilizadas.



Figura : Instalação elétrica executada, faltando apenas posicionar as esperas do esgoto
Fonte: Autor, 2010

3.5.3.4 Instalação do gás

Toda tubulação de gás foi instalada dentro das paredes e lajes de concreto, foi composta de ferro galvanizado e possuía diâmetro de $\frac{3}{4}$ ". Para cada apartamento foi previsto a existência de dois pontos de gás, um localizado na cozinha, para possibilitar a utilização do fogão, e outro na área de serviço, para a utilização do aquecedor.

3.5.3.5 A execução dos serviços de instalações prediais

A execução dos serviços de instalações prediais foi alternada com a execução dos serviços de armação. Enquanto a parte da estrutura que seria concertada no dia estava apenas com a armação das paredes executadas, os eletricitistas instalavam eletrodutos flexíveis e as caixas de passagem de parede. Depois da instalação das malhas positivas, os eletricitistas voltavam à laje para realizar a execução do mesmo serviço anterior. Já os bombeiros posicionavam os gabaritos do *shaft*, garantindo a abertura para a passagem de prumadas, e também realizavam a distribuição dos tubos de gás. A alimentação de todas as instalações prediais foi feita através das prumadas que desciam ao longo dos *shafts*.

Durante a execução do bloco 01, não houve nenhum atraso, proporcionado pela execução de instalações prediais ou pela falta de materiais de instalações prediais, na execução da estrutura. A empresa terceirizada de instalações contratada para a execução, tanto do projeto como dos serviços na obra, possuía profissionais altamente capacitados e acostumados a trabalhar com este processo produtivo em São Paulo.

3.5.4 O sistema de fôrmas utilizado no bloco 01

3.5.4.1 Mão-de-obra

O sistema de fôrma foi de alumínio, formado por placas de fôrmas de paredes e lajes, que foram conectadas com a utilização de pinos, cunhas e corbatas. Continha também diversos itens de travamento, como escoras, tensores, esquadro, alinhadores e aprumadores. Este sistema de fôrma também foi conhecido como jogo de fôrma.

Na primeira obra desta construtora de parede de concreto, em São Paulo, a indústria colombiana, fabricante deste jogo de fôrma, enviou um montador colombiano para qualificar e treinar a mão-de-obra paulista. Esta, por sua vez, aprendeu e desenvolveu o restante da obra sem grandes dificuldades.

No Rio de Janeiro, esta foi a primeira obra desta construtora utilizando parede de concreto, sendo assim, montadores paulistas experientes foram transferidos para ensinar a mão-de-obra carioca a montar este tipo de fôrma.

O treinamento da mão-de-obra ocorreria durante 08 dias. Porém, como houve atraso na fundação de uma semana, a equipe de fôrmas ganhou 07 extras de treinamento, totalizando 15 dias. Este complemento de treinamento se mostrou eficiente, pois os resultados da equipe de fôrmas durante a montagem das etapas do bloco 01 foram, surpreendentemente, positivos.

No total a equipe de fôrmas era formada por trinta e três pessoas, das quais quinze eram montadores de São Paulo e dezoito eram ajudantes do Rio de Janeiro aprendendo a profissão. Dentre estes quinze montadores paulistas, encontravam-se um encarregado e um líder de equipe.

A figura mostra um montador experiente de São Paulo oferecimento de curso de montagem para os iniciantes do Rio de Janeiro, na obra em questão.



Figura : Aula de montagem.
Fonte: Autor, 2010

Todas as equipes foram fundamentais no processo construtivo, porém, pode-se dizer que a equipe de fôrma possuía a maior parcela de responsabilidade dentre as envolvidas neste sistema. Era a maior equipe e a que realizava o trabalho mais árduo. Por esta razão, desde o início da obra, foram planejadas algumas datas para que houvesse reuniões entre o setor de engenharia da obra e a equipe de produção do sistema de fôrma.

As reuniões foram conduzidas pelo próprio engenheiro coordenador da obra. Durante estas reuniões ele fazia comentários a cerca do desempenho da equipe e também tratava sobre possíveis premiações extras, por algum serviço além do combinado inicialmente. Um dos assuntos discorridos nesta reunião, por exemplo, foi referente à questão de realizar a concretagem no mesmo dia de transferência do jogo de fôrma de um pavimento, pavimento este que já estava com a estrutura construída, para o pavimento superior, onde a construção da estrutura seria iniciada. Durante a construção do bloco 01, tentou-se fazer desta maneira por duas vezes, ambas sem sucesso. Porém, isto não caracterizou um atraso na execução da estrutura do bloco 01, uma vez que o cronograma do mesmo não previa concretagem no dia de transporte vertical do jogo de fôrma. Esta prática começou a obter sucesso durante a execução da estrutura do bloco 02.

A figura 54 mostra a primeira reunião da obra entre o setor da engenharia e a equipe de montadores.



Figura : Integração entre engenharia e a equipe de montadores.
Fonte: Autor, 2010

3.5.4.2 Execução da escada

Neste jogo de fôrma a escada era montada de maneira não conjugada com as etapas, era possível até construir um bloco inteiro sem nenhuma escada. No entanto, era uma regra da obra não deixar duas escadas a serem executadas, então, prosseguia-se da seguinte forma: durante a execução das etapas de concretagem do segundo pavimento,

por exemplo, a escada, que liga o térreo a este pavimento teria que ser montada e concretada, pois só desta maneira, o jogo de fôrma estaria apto para iniciar a execução do terceiro pavimento. Assim, durante a construção do bloco 01 não houve momento em que dois pavimentos estavam com todas as etapas concretadas e sem a escada que os liga pronta.

A figura 55 mostra a escada entre o primeiro e segundo pavimento do bloco 01 montada com fôrma de alumínio, pronta para ser concretada.



Figura : Escada montada.
Fonte: Autor, 2010

3.5.4.3 Execução de platibanda do bloco 01

A execução platibanda do telhado foi realizada em três dias. No primeiro dia ocorreu a subida de fôrma e adiantou-se a montagem da primeira etapa, já no segundo dia, esta foi concluída e concretada. Por fim, no terceiro dia prosseguiu-se com a desforma da primeira etapa para que houvesse a montagem e concretagem da segunda, e última, etapa da platibanda. Portanto, um dia para a subida de fôrma e dois dias para a concretagem de duas etapas.

3.5.4.4 Execução da caixa d'água do bloco 01

Na verdade, a execução da caixa d'água significou a execução das paredes de proteção das quatro caixas d'águas de fibra e da bomba de incêndio. Este processo, em muito se assemelha ao da execução da platibanda, também possui duração de três dias. Porém, como a primeira etapa é executada no mesmo nível da platibanda (sem subida do jogo de fôrma), então no mesmo dia em que a platibanda foi desformada, a primeira etapa da caixa d'água foi montada e concretada. Já para concretagem da segunda etapa da caixa d'água foi preciso realizar a montagem de um andaime para que houvesse a execução das fôrmas de dentro e de fora, com isso esta última etapa de execução da caixa d'água teve duração de dois dias.

3.5.4.5 A Plataforma

Ao chegar à obra, o jogo de fôrma de alumínio veio acompanhado por um sistema de plataforma. Este tinha trinta metros de extensão, logo era suficiente para ser montada ao redor de metade da laje de um pavimento. A logística de montagem era simples, enquanto os montadores da fôrma executavam os trabalhos da etapa que seria concretada naquele dia, os montadores da plataforma estavam iniciando a montagem da mesma na parte da laje correspondente a montagem da etapa que seria concretada no dia seguinte.

A figura 56 a seguir, mostra os montadores executando a montagem das fôrmas externas da etapa a ser coexecutada naquele dia de concretagem.



Figura : Plataforma de montagem.
Fonte: Autor, 2010

3.4.4.6 O serviço de montagem de fôrma de alumínio

No primeiro horário da manhã, com a última etapa da estrutura tendo alcançado a resistência de desforma, iniciava-se a sua desmontagem e, sequencialmente, a montagem da próxima etapa que seria concretada naquele dia. Ao chegar o horário de almoço, todas as fôrmas internas desta etapa estavam montadas e 50% das fôrmas externas e de lajes também se encontravam montadas. Logo, após o horário de almoço, restava apenas o fechamento da fôrma e a sua travacão.

Para a estrutura do bloco 01 ser totalmente construída, foi preciso que esta rotina de montagem e desmontagem do jogo de fôrma se repetisse por vinte vezes: dezesseis na construção dos apartamentos, duas na construção da platibanda do telhado e duas na construção das paredes de proteção da caixa d'água.

3.5 A concretagem

3.5.1 A usina de concreto móvel

Cada etapa de concretagem do sistema de fôrma precisava, em média, de 35 m² a ser preenchida. A obra, em breve, teria três blocos sendo construídos simultaneamente, então a mesma necessitaria de pouco mais de 100 m³ de concreto por dia. Baseado nesta situação, o setor de planejamento da empresa preferiu trabalhar com uma usina móvel de concreto dentro da obra a trabalhar comprando concreto de concreteiras.

O concreto processado pela usina para a execução do bloco 01 tinha uma resistência característica de 25 MPa, processado cimento CP V ARI RS e brita 0, possuía fator água/cimento 0,65, era aditivado com 300 g/m³ de fibra polipropileno e com aditivos de aceleração de pega e precisava ter um resultado de, aproximadamente, 20 cm na realização do *slump-test* e 70 cm no *slump-flow*. O concreto, durante as vinte etapas de concretagens, foi lançado em uma bomba estacionária e a mesma o enviou para a distribuição nas paredes e lajes.

A figura 57 mostra a operação da primeira concretagem do terceiro pavimento do bloco 01, utilizando a usina móvel de concreto.



Figura : Usina móvel de concreto.
Fonte: Autor, 2010

3.5.2 Mão-de-obra

Dez montadores faziam parte da operação de concretagem, três segurando o mangote lançador de concreto, e um guiando o mesmo, quatro operando dois vibradores e dois observando se havia algum problema com as fôrmas de paredes durante as concretagens do bloco 01. Quando ocorria alguma avaria com o sistema de fôrma, estes dois montadores solicitavam a parada da concretagem para o conserto do problema. Além dos montadores, a concretagem era acompanhada por um eletricista e um armador, pois poderia surgir algum tipo de imprevisto na instalação ou na armação durante a operação de concretagem.

3.5.3 Rastreabilidade do concreto

A operação de concretagem tinha início nas paredes, estando todas as fôrmas de paredes completas, começava-se a encher a laje. Todo concreto despejado no sistema de fôrma era “rastreado”, ou seja, um croquis do sistema de fôrma era preenchido com caneta hidrográfica colorida, cada cor utilizada era referente a uma porção de concreto processado pela usina móvel.

A figura 58 a seguir mostra como exemplo o mapa de rastreabilidade da etapa 4. Este é representado pela parte não hachurada.

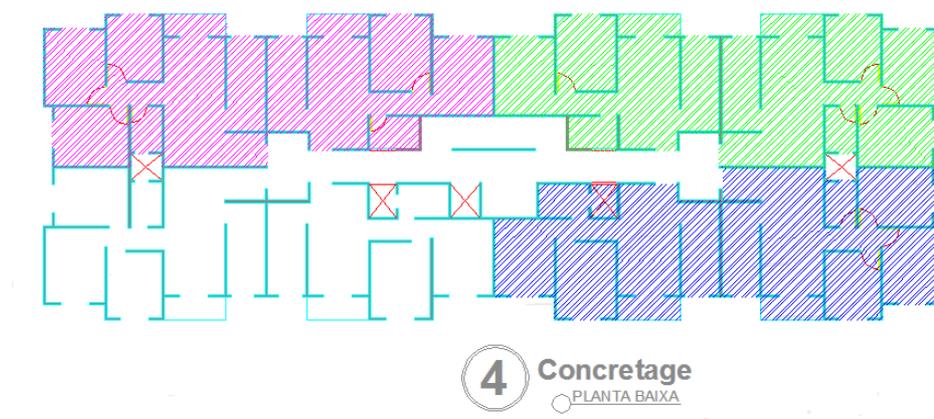


Figura : Mapa de rastreabilidade da etapa 4.
Fonte: Autor, 2010

De cada porção de concreto processado pela usina para as concretagens do bloco 01, nove corpos de prova foram retirados, estes eram rompidos no ensaio à compressão, nas seguintes idades: quatorze horas, quatorze dias e vinte oito dias. Caso a tensão para o rompimento nestes ensaios não estivesse de acordo com o requerido no projeto estrutural, era possível identificar onde a porção de concreto que não atendia as especificações havia sido utilizada.

3.5.4 A operação de concretagem

Durante a execução da estrutura do bloco 01, nenhum atraso ocorreu causado pela operação de concretagem em si. A mesma, geralmente, se iniciava entre as quinze e quatorze horas e terminava, em média, duas horas depois. Os resultados dos ensaios à compressão de todos os corpos de prova, proveniente de concretagens no bloco 01, também ficaram dentro do prescrito no projeto estrutural.

Os atrasos na concretagem aconteceram devido a execução da montagem do jogo de fôrma no primeiro e segundo dia de trabalho dos montadores.

A figura 59 mostra a primeira operação de concretagem, que ocorreu durante o período da noite devido ao atraso na montagem do jogo de fôrma.



Figura : Operação de concretagem.
Fonte: Autor, 2010

3.6 Desforma do sistema de fôrma

Tendo o laboratório de ensaio à compressão de corpos de prova liberado a desforma da estrutura, quando os corpos de prova, com idade de quatorze horas, apresentavam uma resistência igual, ou maior, a 3 MPa, a etapa do jogo de fôrma concretada no dia anterior estava apta a ser desformada, transportada para o próximo local de concretagem e montada novamente.

A figura 60 mostra um montador executando a desforma da estrutura.



Figura : Operação de desforma.
Fonte: Autor, 2010

Na fase da desforma foi possível notar algumas imperfeições na superfície do concreto nas primeiras concretagens da obra o pavimento térreo, provavelmente, devido a falhas na operação de adensamento. Com o ganho de experiência da mão-de-obra durante a construção do bloco 01, a execução desta operação foi aperfeiçoada rapidamente, de modo que não houve este tipo de problema nas desformas dos demais pavimentos do bloco 01.

As figuras 61 e 62 mostram, respectivamente, “brocas” providas, provavelmente, de erros na operação do vibrador elétrico no bloco 01 e a regularização de uma parede do térreo, também do bloco 01, que apresentou o mesmo problema.



Figura : Superfície de concreto imperfeita.
Fonte: Autor, 2010



Figura : Regularização da superfície de concreto.
Fonte: Autor, 2010

3.7 Desempenho térmico e acústico

Como esta obra foi executada com concreto auto-adensável e nenhum tipo de revestimento especial de isolamento foi utilizado, o bloco 01 não apresentou um bom desempenho térmico e acústico. Destarte, é possível identificar conversas no corredor e até mesmo no apartamento ao lado.

De maneira que é possível identificar se há alguém conversando em um apartamento, quando se está em outro apartamento ou no corredor comum do bloco (considerando o nível de 50 decibéis para uma conversa normal). Em relação à temperatura, nos cômodos onde incidi o sol entre as 12 e 18 horas a temperatura ultrapassa 40°C.

3.8 Considerações finais da estrutura do bloco 01

Por fim, devido aos atrasos ocorridos durante a execução das fundações, o cronograma de execução da estrutura foi atrasado em, aproximadamente, uma semana, terminando 28 de abril de 2010. Logo, foram precisos vinte cinco dias trabalhados para que houvesse a conclusão da estrutura do bloco 01. Após a última operação de desforma do bloco 1, este ficou estruturalmente pronto. Após a construção da estrutura deste primeiro bloco da obra, a equipe de supervisão de produtividade da empresa avaliou positivamente esta edificação a partir da construção da estrutura de parede de concreto.

Logo, a construção da estrutura do bloco 01, utilizando o processo produtivo de parede de concreto, se mostrou efetiva. A proposta de haver concretagem na obra em todos os dias, com exceção dos dias de transporte vertical da fôrma, foi cumprida, não ocorrendo atrasos no prazo para a construção da estrutura do bloco 01. As falhas durante as primeiras operações de vibração do concreto eram esperadas, por entender que, praticamente, metade dos operários estava tendo o primeiro contato com a profissão. Por isso, a qualidade do produto final foi avaliada positivamente.

Os custos adicionais gerados pelo pagamento de horas extras, devido aos atrasos nas duas primeiras concretagens e com o retrabalho gerado pela falha das primeiras operações de vibração do concreto, estavam dentro do orçamento. Este considerava uma margem de erro, tendo em vista o fato da mão-de-obra está em fase de treinamento durante a execução deste primeiro bloco da obra.

A figura 63 mostra a estrutura do bloco 01 pronta.



Figura : Estrutura do bloco 01 pronta.
Fonte, Autor 2010

A figura 64 mostra o bloco 01 já entregue para o condomínio.



Figura : Bloco 01 concluído.
Fonte: Autor, 2010

4.0 Considerações finais

A construção civil vem progredindo com o passar dos anos, mudanças e novos sistemas são implantados para otimizar os resultados obtidos nas construções. Como consequência desse avanço, o processo construtivo de parede de concreto voltou a ser utilizado na construção civil.

Este método construtivo apresenta uma notável diferença, sua velocidade de execução. Esse aspecto o torna bastante vantajoso em obras que demandem a construção de muitos prédios, porém possuem tempo reduzido para executá-los. A título exemplificativo cita-se o mercado de habitações de baixo padrão, “Minha Casa, Minha Vida”

Entretanto, o material utilizado neste novo sistema possui um valor consideravelmente alto. As fôrmas, instrumento fundamental para realização da construção através deste método, pode ser utilizada diversas vezes, o que garante a compensação do alto custo para sua obtenção, por isso é importante mantê-la sempre bem cuidada.

Ademais, é importante ressaltar a incidência da norma NBR 16.055:2012, criada especificamente para construções em parede de concreto moldada in loco. Através da norma, este processo construtivo começa a ser uniformizado, já que até a metade da década passada era raramente utilizado. Essa uniformização acarreta maior segurança e promove qualidade na execução da construção, uma vez que se deve agir consoante o previsto em norma.

Além disso, o método construtivo de parede de concreto é resultado da inovação sofrida pela área da construção civil, inovação esta, que se traduz no desenvolvimento de meios eficazes que promovem diversificação dos métodos utilizados no mercado da construção civil.

O processo construtivo de Parede de Concerto se apresenta, claramente, de maneira industrializada. Este processo ocorre em diversas etapas executadas por equipes diferentes. Os armadores posicionam as telas de paredes, os eletricitistas e bombeiros executam os serviços de instalação e, logo após, os montadores iniciam a montagem das formas de parede e laje. Com o sistema todo montado, os armadores armam a laje e os

eletricistas e bombeiros executam as instalações na laje. Desta maneira, está liberada a concretagem da estrutura.

A construção de um bloco de quatro pavimentos, relatada neste trabalho, mostrou a eficiência do processo construtivo de parede de concreto. A execução ocorreu de forma racional, tanto no sentido do uso de materiais como no de tempo. As operações de montagem da forma de alumínio e de concretagem da estrutura foram as mais críticas durante a obra, onde mais se exigiu atenção por parte dos profissionais.

No entanto, não houve necessidade de arremate decorrente de imperfeições no “prumo” e “esquadro” das paredes. Já, segundo o setor de engenharia da obra, durante a operação de vibração do concreto, no primeiro pavimento, falhas foram causas de necessidade de retrabalho para arrematar a superfície.

Então, mostra-se necessário a execução de um estudo futuro sobre a ocorrência e qualificação das imperfeições na superfície da estrutura, focando as principais causas e o custo da operação de retrabalho, consequência das imperfeições.

Ademais, é sugerido um estudo aprofundado, em que se compara o processo construtivo de parede de concreto com o de alvenaria estrutural para obras residenciais multifamiliares de baixo padrão, analisando aspectos relevantes, tal como os custos, desperdícios de materiais, impactos ambientais, qualidade e prazos de uma obra residencial multifamiliar de baixo padrão.

Conclui-se, pois, que o método neste trabalho analisado é cabível, principalmente, em construções habitacionais populares, já que, demanda uma quantidade de tempo bastante reduzida; E isto, é exatamente o que se precisa em obras com este aspecto, tempo reduzido e intenso avanço nos trabalhos que se realizam ao longo da construção.

Referências Bibliográficas

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

ABCP. Parede de Concreto - Coletânea de ativos 2008/2009

ABCP. Parede de Concreto - Coletânea de ativos 2009/2010

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em <http://www.abntonline.org.br/m5.asp?cod_noticia=934&cod_pagina=962> Acesso em 13 de dezembro de 2012

ANAUTE M. <http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque-interno/programa-minha-casa-minha-vida-e-parede-de-concreto>, 2012. Disponível em <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque-interno/programa-minha-casa-minha-vida-e-parede-de-concreto>> Acesso em 10 janeiro 2013

BACCI, D. Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana. Disponível em <<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672006000100007&script=sciarttext>> Acesso em 19 de março de 2013

BRITO R. Direcional Engenharia e parede de concreto: uma experiência de sucesso. Disponível em <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque-home/direcional-engenharia-e-parede-de-concreto-uma-experiencia-de-sucesso>> Acesso em 12 de janeiro de 2012

CONCREFORM SH. Catálogo de fôrma, 2013. Disponível em <http://www.sh.com.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=17%3Aconcreform-shr&catid=13%3Aformas-para-concreto&Itemid=64&lang=pt> Acesso em 03 de janeiro de 2013

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Armação, 2012. Disponível em <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/armacao/execucao/32/armacao.html>> Acesso em 18 de Janeiro de 2012

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Boas Práticas, 2012 <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/boas-praticas/14/uso-do-agente-desmoldante-adequado.html>> Acesso em 18 de Janeiro de 2012

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Parede de Concreto, 2012. Disponível em < <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/logistica/planejamento/25/logistica.html>> Acesso em 03 janeiro de 2013

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Recebimento e Aplicação do Concreto, 2012. Disponível em < <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/materiais/qualidade/26/materiais.html>> Acesso em 20 de janeiro de 2012

CORSINI, R. Capa – Paredes Normalizadas 2010 Disponível em < <http://www.abesc.org.br/assets/files/TECHNE-Artigo%20Paredes.pdf>> Acesso em 15 de dezembro de 2012

EQUIPE DE OBRA. Construção e Reforma, 2012. Disponível em< <http://www.equipedebra.com.br/construcao-reforma/47/artigo257752-1.asp>> Acesso em 03 de janeiro de 2013

FONSECA A. Produtos e serviços de suporte à parede de concreto, 2012. Disponível em < <http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque-interno/produtos-e-servicos-de-suporte-a-parede-de-concreto>> Acesso em 12 dezembro de 2012

Guia da Construção, 2010 Disponível em < <http://www.sh.com.br/media/formadealuminio.pdf>> Acesso em 05 de janeiro de 2013

MAYOR A. O concreto e o sistema parede de concreto, 2012. Disponível em < <http://nucleoparededeconcreto.com.br/artigos/o-concreto-e-o-sistema-paredes-de-concreto>> Acesso em 12 Janeiro 2012

Medeiros A. Déficit habitacional chega a 55 mil residências em Teresina, 2012. Disponível em < <http://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2012/11/deficit-habitacional-em-teresina-chega-55-mil-residencias.html>> Acesso em 15 de Janeiro de 2012

NÚCLEO DE PAREDE DE CONCRETO. Orientações básicas para quem quer construir com paredes de concreto, 2012. Disponível em < <http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque-home/as-vantagens-de-ter-uma-equipe-capacitada-2>> Acesso em 10 de janeiro de 2013

PIMENTA M. Industrialização da construção civil para o segmento econômico, 2010. Disponível em < <http://www.comunidade-da-construcao.com.br/noticias/44/industrializacao-da-construcao-civil-para-o-segundo-economico.html>> Acesso em 10 dezembro de 2012

REVISTA TECHNE. Paredes de Concreto, 2009 Disponível em <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/146/imprime141977.asp>> Acessado em 19 de Janeiro de 2013

REVISTA TECHNE. Paredes normatizadas, 2012 Disponível em <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/182/imprime152454.asp>> Acessado em 19 de Janeiro de 2013

SILVA, F. Fôrmas de alumínio para paredes estruturais de concreto armado moldadas no local, 2010 Disponível em <<http://arci53.blogspot.com.br/2010/02/formas-de-aluminio-para-paredes.html>> Acesso em 13 de janeiro de 2012

MASSUDA, C. Como construir Parede de concreto, 2009 Disponível em < http://www.engemix.com.br/cserie/attach/manual/revista_techne.pdf> Acesso em 16 de dezembro de 2012.

MENDONÇA. Minha Casa 2 é insuficiente para sanar deficit, 2011 Disponível em <<http://www.infomoney.com.br/minhas-financas/imoveis/noticia/2136454/minha-casa-insuficiente-para-sanar-deficit-habitacional-diz-entidade>> Acesso em 13 de janeiro de 2013

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Deficit habitacional no Brasil é de 5,5 milhões de moradias, 2011 Disponível em < <http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/ADMINISTRACAO-PUBLICA/196187-DEFICIT->

HABITACIONAL-NO-BRASIL-E-DE-5,5-MILHOES-DE-MORADIAS.html> Acesso em 10 de janeiro de 2013

VIERA, G. Industrialização da construção civil para o segmento econômico, 2010 Disponível em <
<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/noticias/44/industrializacao-da-construcao-civil-para-o-segmen-to-economico.html>> Acesso em 10 dezembro de 2012

