

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JÚNIOR AUGUSTO BITTENCOURT DE SOUSA

**PAREDES DE CONCRETO ARMADO MOLDADAS IN LOCO:
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E ESTUDO DE CASO**

**ANÁPOLIS / GO
2015**

JÚNIOR AUGUSTO BITTENCOURT DE SOUSA

**PAREDES DE CONCRETO ARMADO MOLDADAS IN LOCO:
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E ESTUDO DE CASO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADORA: JULLIANA SIMAS RIBEIRO

ANÁPOLIS / GO: 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Augusto, Júnior Bittencourt de Sousa

Paredes de concreto armado moldadas in loco: Revisão bibliográfica e estudo de caso. 79p, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2015).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Paredes de Concreto

3. Método Construtivo

I. ENC/UNI

2. Revisão de Paredes de Concreto

4. Estudo de Caso

II. Bacharel em Engenharia Civil

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AUGUSTO, J. B. Paredes de concreto armado moldadas in loco: Revisão bibliográfica e estudo de caso. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 79p. 2015.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Júnior Augusto Bittencourt de Sousa

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

Paredes de concreto armado moldadas in loco: Revisão bibliográfica e estudo de caso.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2015

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Júnior Augusto Bittencourt de Sousa

E-mail: junior@excelconstrutora.com.br

JÚNIOR AUGUSTO BITTENCOURT DE SOUSA

**PAREDES DE CONCRETO ARMADO MOLDADAS IN LOCO:
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E ESTUDO DE CASO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

APROVADO POR:

**JULLIANA SIMAS RIBEIRO, Mestra (UniEVANGÉLICA)
(ORIENTADORA)**

**MARCUS VINICIUS SILVA CAVALCANTI, Doutor (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**ELIVANETE ALVES DE JESUS, Doutora (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 26 de NOVEMBRO de 2015

Aos meus pais,

Hélio André de Sousa e Adriana Bittencourt de Sousa

Por serem meu maior exemplo e a confiança que me fez chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela benção, pelo dom da vida, por me proporcionar momentos maravilhosos e me fazer atingir meus objetivos. A Ele que me fortaleceu nos momentos de fraquezas, me deu fé nos momentos de incerteza e sabedoria nos momentos de decisão.

Aos meus amados pais, Hélio André de Sousa e Adriana Bittencourt de Sousa, pelo amor e carinho incondicional, pelo esforço e todo o incentivo financeiro e psicológico, apoio e confiança nos meus sonhos, para que eu pudesse chegar até este momento. Por isso, sempre terei orgulho, honra e respeito de ser seu filho. Minha eterna gratidão.

A minha querida irmã, Hellen Bittencourt de Sousa, pelo auxílio, pelo laço de amor e sangue que fomos unidos e também pelas horas de brigas (que não eram poucas), mas também por me proporcionar um sentimento fraternal e único, de amigo e tio mais puxa saco do Rodriguinho.

Aos meus avós, Antônio dos Santos Bittencourt e Marina dos Santos Bittencourt, Afonso de Jesus e Ireles Ribeiro Fernandes, pelos créditos que me deram, pelo apoio amoroso e auxílio financeiro e principalmente pelas conversas, encontros e abraços que serão inesquecíveis.

Aos meus amigos que apesar de toda a luta, todos os trabalhos, noites mal dormidas, sorrisos, choros, medos, enfim, vencemos mais essa etapa, em especial à aqueles que desde o começo fizeram parte dessa caminhada, Diego, Tayssa, Daniella, à vocês minha eterna gratidão por tudo o que vivemos e aprendemos nesses anos.

A minha orientadora Prof. Ms. Julliana Simas Ribeiro, que me deu esta oportunidade de ser seu orientando, me proporcionando enorme orgulho e também me mostrando um referencial único de profissional e pessoa que a faz ser sensacional no meu ver.

Agradeço a empresa Excel Construtora e Incorporadora e a todos os meus colegas, pela confiança, ao grande amigo Eng. Wilmar Rua pela paciência e pelo ensino sobre o tema proposto neste trabalho, por me ajudar com grande prazer e sem restrições, em especial a minha grande amiga e mestra nesses dois anos de estágio Eng^a. Wdima A. F. Oliveira, obrigado por todo ensino e companheirismo nestes anos.

Agradeço a todos os familiares que de algum modo torceram por mim e nunca deixaram de acreditar neste sonho.

Enfim é difícil agradecer a todas as pessoas que de algum modo ou momento fizeram ou fazem parte em minha graduação, por isso não poderia deixar de expressar a minha imensa gratidão.

“O segredo do sucesso na vida é estar pronto para a oportunidade quando ela surgir.”
(Robert Hasse)

RESUMO

Paredes de concreto armado moldadas in loco é um sistema construtivo no qual a estrutura e a vedação fazem parte de um único elemento. Este sistema construtivo racionalizado, utiliza fôrmas sejam elas metálicas, plásticas ou mistas, e toda sua vedação é composta de concreto. O objetivo deste sistema é de agilizar o processo de construção, reduzindo custos com material e mão de obra. Neste trabalho apresenta – se a técnica construtiva, mostrando as vantagens e desvantagens que este sistema oferece. A composição e análise dos projetos são de extrema importância para este sistema construtivo. Projeto arquitetônico, elétrico, hidráulico, estrutural e de montagem das fôrmas, devem ser compatibilizados para que haja um bom desempenho da mão de obra, e assim também evitando desperdícios e perdas de materiais. O sistema em questão é apresentado, para maior entendimento do processo de execução da obra, com o estudo de um edifício residencial, situado na cidade de Anápolis, Goiás. Este trabalho mostra todas as características que compõe este sistema, assim como, tipos de fôrmas e concretos, transporte de materiais, marcações, especificações técnicas e normativas e as aplicações. Cada etapa da obra desde a fundação ao acabamento será apresentado, focando especialmente no sistema construtivo de paredes de concreto armado moldadas in loco.

Palavras – chave: Paredes de Concreto. Fôrmas

ABSTRACT

Concrete walls cast in situ is a building system in which the structure and the seal are part of a single element. This construction system streamlined, uses molds whether metal, plastic or mixed, and all your fence is made of concrete. The objective of this system is to speed up the construction process, reducing costs with materials and labor. In this work is presented the construction technique, showing the advantages and disadvantages that this system offers. The composition and analysis of projects are extremely important for this building system. Architectural design, electrical, plumbing, structural and assembly of molds should be made compatible to reach a good performance of labor, avoiding waste and loss of materials. The system in question is submitted for greater understanding of the work execution process, with the study of a residential building, located in Anápolis, Goiás. This work shows all the features that make up this system, as well as types of molds and concrete, transportation of materials, markings, technical and regulatory specifications and applications. Each stage of the work from the foundation to the finishing will be presented, focusing especially on the construction system of reinforced concrete walls cast in situ.

Key - words: Concrete Walls. Formwork

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fechamento com fôrmas metálicas.....	19
Figura 2 - Execução do empreendimento com fôrmas de plástico.....	20
Figura 3 - Fôrma com painéis em madeira e peças metálicas	21
Figura 4 - Lançamento de concreto usinado sobre a laje.....	23
Figura 5 - Silo para armazenamento de cimento.....	24
Figura 6 - Usina de concreto dentro da obra.....	24
Figura 7 - Execução do procedimento para verificação do abatimento (slump) concreto.	26
Figura 8 - Corpos de Prova para análise da resistência do concreto.....	27
Figura 9 - Exemplo de procedimentos para ser feita a concretagem	28
Figura 10 - Utilização do caminhão bomba para lançamento do concreto.....	28
Figura 11 - Telas montadas com tubulações elétricas fixadas	29
Figura 12 - Colocação de barras CA-50 para reforços em vãos da estrutura	31
Figura 13 - Cargas concentradas ou parcialmente distribuídas	32
Figura 14 – Projeto modelo de um empreendimento com método construtivo	37
Figura 15 - Planta baixa apartamento tipo.....	39
Figura 16 - Planta baixa segundo pavimento.....	40
Figura 17 - Modelo em corte do bloco de quatro pavimentos com platibanda	41
Figura 18 - Colocação das caixas de passagem elétrica embutidas nas paredes	42
Figura 19 - Tubulação elétrica colocada sobre a laje.....	42
Figura 20 - Sistema Pex (água) e tubulação de gás.....	43
Figura 21 - Tubulações de água e esgoto embutidos na parede	44
Figura 22 - Estrutura em paredes de concreto após desforma.....	45
Figura 23 - Projeto de fôrmas da laje apartamento tipo.....	46
Figura 24 - Fôrma da laje montada e posicionada para recebimento das demais etapas ...	46
Figura 25 - Detalhe da armação do radier.....	48
Figura 26 - Escavação das estacas.....	48
Figura 27 - Estacas escavadas e concretadas e início da marcação do radier	49
Figura 28 - Montagem das fôrmas do radier e locação das instalações	49
Figura 29 - Montagem do radier tubulações elétricas, hidráulicas e armação.....	50
Figura 30 - Lançamento de concreto no radier	51
Figura 31 - Finalização das fôrmas.....	51

Figura 32 - Radier concretado.....	51
Figura 33 - Armação das paredes e início da montagem das fôrmas	52
Figura 34 - Estrutura do bloco com quatro pavimentos e platibanda	52
Figura 35 - Montagem das fôrmas	53
Figura 36 - Montagem da armação da laje e tubulações prediais.....	54
Figura 37 - Fôrma das escadas.....	55
Figura 38 - Fachada Frontal.....	56
Figura 39 - Execução de pintura externa fachada frontal	57
Figura 40 - Revestimento e acabamento interno.....	58
Figura 41 - Revestimento em parede.....	58
Figura 42 - Colocação das portas.....	59
Figura 43 - Implantação da obra.....	60
Figura 44 - Vista superior da obra.....	61
Figura 45 - Placa de identificação da obra.....	61
Figura 46 - Processo executivo de montagem e concretagem de fôrmas	62
Figura 47 - Acompanhamento de cronograma	63
Figura 48 - Projeto de Laje.....	64
Figura 49 - Projeto de cobertura e Fachada	65
Figura 50 - Compactação do solo para início da fundação.....	66
Figura 51 - Concretagem do radier.....	67
Figura 52 - Marcação das paredes.....	68
Figura 53 - Telas posicionadas e reforçadas.....	68
Figura 54 - Fixação dos quadros de distribuição.....	69
Figura 55 - Montagem das fôrmas internas da estrutura.....	70
Figura 56 - Lançamento de concreto auto-adensável.....	71
Figura 57- Estuque fachada externa.....	72
Figura 58 - Interior apartamento tipo.....	72
Figura 59 - Montagem da grade de proteção.....	74
Figura 60 - Entrada do empreendimento.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo dos tipos de concreto.....	26
Tabela 2 - Especificação das telas soldadas.....	30
Tabela 3 - Telas soldadas para uso específicos.....	30
Tabela 4 - Tipos de barras CA-50 utilizados no sistema construtivo.....	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Quadro Comparativo dos Sistemas de Fôrmas	22
---	----

LISTA DE SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABESC	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem
CDC	Concreto Dosado em Central
IBTS	Instituto Brasileiro de Tela Soldada
NBR	Norma Brasileira

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	13
1.2 JUSTIFICATIVA E IMPORTANCIA DA PESQUISA	15
1.3 OBJETIVOS.....	16
1.3.1 Objetivo Geral.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
1.4 METODOLOGIA.....	17
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE PAREDES DE CONCRETO	18
2.1 MATERIAIS UTILIZADOS.....	18
2.1.1 Fôrmas.....	18
2.1.1.1 Tipos de Fôrmas	18
2.1.1.2 Comparativo do sistema de Paredes de Concreto com diferentes fôrmas.....	21
2.1.2 Concreto.....	23
2.1.2.1 Tipologias do concreto	25
2.1.3 Aço	29
2.1.3.1 Tela Soldada.....	29
2.1.3.2 Barras de Aço.....	30
2.2 RESISTÊNCIA DAS PAREDES DE CONCRETO ARMADO.....	32
2.2.1 Cargas concentradas ou parcialmente distribuídas.....	32
2.2.2 Resistência de Cálculo.....	32
2.2.2.1 Verificação do dimensionamento.....	33
2.2.2.2 Dimensionamento à tração devido a momentos no sentido longitudinal da parede.....	33
2.2.3 Forças convencionais de cisalhamento.....	34
2.2.3.1 Verificação da resistência.....	34
2.3 VANTAGENS X DESVANTAGENS.....	35

3 PROJETOS DE PAREDES DE CONCRETO ARMADO MOLDADAS IN LOCO.....	37
3.1 PROJETO ARQUITETÔNICO.....	38
3.2 PROJETO ELÉTRICO.....	42
3.3 PROJETO HIDRÁULICO.....	43
3.4 PROJETO ESTRUTURAL.....	44
3.5 PROJETO MONTAGEM DAS FÔRMAS	45
4 SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDES DE CONCRETO ARMADO MOLDADAS IN LOCO.....	47
4.1 ELEMENTOS CONSTITUINTES.....	47
4.1.1 Fundação.....	47
4.1.2 Estrutura.....	52
4.1.3 Laje.....	53
4.1.4 Escada.....	54
4.1.5 Revestimento.....	56
4.1.6 Acabamento.....	58
5 PROCESSO EXECUTIVO E ESTUDO DE CASO	60
5.1 OBRA.....	60
5.2 PLANEJAMENTO DO EMPREENDIMENTO.....	62
5.3 PROJETOS.....	63
5.4 EXECUÇÃO.....	66
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
REFERÊNCIAS.....	77

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O método construtivo Parede de Concreto utiliza fôrmas que são montadas no local da obra e depois preenchidas com concreto, já com as instalações hidráulicas e elétricas embutidas. A principal característica do sistema é que a vedação e a estrutura constituem um único elemento (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

O sistema construtivo parede de concreto é totalmente sistematizado, pois é baseado inteiramente em conceitos de industrialização de materiais e equipamentos, mecanização, modulação, controle tecnológico e multifuncionalidade. Por esses fatos a obra se transforma em uma linha de montagem, como na indústria automobilística (ABCP, 2007).

A concepção dos elementos pré-moldados de concreto reduz o número de etapas que constituem o produto final, fazendo com que os ciclos sejam mais padronizados, elevando a qualidade e produtividade. Além disso, ocorre a redução na geração de resíduos e nos custos das obras civis (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2015).

Segundo a NBR 16055-2012 são definidas como paredes de concreto o elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capaz de suportar carga no mesmo plano da parede.

Este é um dos sistemas construtivos que mais ganha força no setor de moradias destinadas à população de baixa renda, de acordo com levantamentos realizado com 488 construtoras pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), esse é o sistema construtivo com a maior intenção de uso por parte das empresas, com isso as paredes de concreto estão se difundindo, inclusive, no programa Minha Casa Minha Vida, contando com a adesão de empresas que tradicionalmente utilizavam outras opções, como o sistema de alvenaria estrutural com blocos de concreto (CICHINELLI, 2015).

Segundo Monge (2015), o sistema parede de concreto foi feito sob medida para atender a programas de habitação popular, principalmente em empreendimentos com grande escala de uso. Além das grandes construtoras, com a norma lançada em 2012 (NBR 16.055 – Paredes de Concreto Moldada no Local – Requisitos e Procedimentos), pequenas e médias empresas também começaram a usá-lo para executar empreendimentos populares em menor escala, com até 500 unidades.

Ainda em fase de expansão no Brasil, o sistema construtivo Paredes de Concreto é amplamente utilizado em alguns países da América do Sul, como Chile e Colômbia (CICHINELLI, 2015).

No Brasil, até 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, com incentivos financeiros concedidos pelo governo e setor privado, como redução de taxas de juros e aumento do crédito imobiliário (VIEIRA, 2010).

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 Renato Faria (2009), a Rodobens Negócios Imobiliários foi a primeira a adotar o novo sistema construtivo para execução de seus empreendimentos Terra Nova na cidade de São Paulo.

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 a falta de quantidade, continuidade e as limitações financeiras da época, essas tecnologias não se consolidaram no mercado brasileiro (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

Entretanto nos últimos anos houve uma grande demanda relacionada a imóveis e construções no mercado brasileiro, sendo assim, a alvenaria convencional perdeu forças, atraindo novos tipos de tecnologia na construção, que geram menos resíduo ao meio ambiente, que sejam mais práticas e racionalizadas, que tenha um custo menor, e que seja executado em um prazo mais curto, fazendo com que as construtoras busquem o melhor método para sua execução.

As Paredes de Concreto Armado moldadas in loco é um dos métodos mais racionalizados e que mais vem ganhando força no mercado brasileiro nos últimos tempos, com isso abordaremos neste trabalho suas características principais, como é executado o método, suas vantagens e desvantagens, tipos de projeto e o acompanhamento de uma obra com o método construtivo Paredes de Concreto.

1.2 JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DA PESQUISA

As paredes de concreto armado moldadas in loco é um sistema construtivo que auxilia, empresas da construção civil, a conseguirem reduzir seu tempo de execução de obras de forma significativa, gerando uma redução de custos graças a menor utilização de mão de obra, rápida construção e racionalização dos materiais utilizados.

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 da construção. Por conta disso, o sistema construtivo parede de concreto moldada in loco passa a ter destaque e projeção como uma boa alternativa para a execução de nossas obras (FONSECA, 2012).

As empresas começaram a intensificar a utilização deste método de construção logo após o governo federal ter incentivado a moradia no país, através do programa habitacional minha casa minha vida, permitindo assim a entrega em tempo recorde de uma grande quantidade de edificações em um curto espaço de tempo, gerando lucros para as empresas (ALEXANDRE, 2015).

Esse sistema construtivo passa uma visão de uma maior solidez estrutural e segurança da edificação, tornando assim um modelo favorito das grandes empresas brasileiras da construção civil (ABCP, 2014).

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 TECHNE, 2009).

Com o programa habitacional minha casa minha vida, lançado no ano de 2009, com objetivo de tornar a moradia acessível as famílias de baixa renda, a construção brasileira foi impulsionada por empresas que precisavam executar suas obras de forma racionalizada no menor tempo possível, sendo assim, o método construtivo paredes de concreto se tornou mais viável do que a outros métodos tradicionais (ALEXANDRE, 2015).

Na busca por melhores tecnologias construtivas, apresenta-se o método Paredes de concreto armado moldadas in loco, que é bem simples e rápido de ser executado, um dos métodos para solução de empresas construtoras de obras racionalizadas, e de grande demanda, apesar do alto custo das fôrmas deste método, se torna viável para empreendimentos repetitivos, devido a qualidade e reaproveitamento do material.

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 a 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).

O tema do trabalho foi definido devido ao período de estágio que foi feito na obra com a utilização deste método executivo, apresentado no capítulo 5, estudo de caso.

Devido a grande demanda no mercado da construção civil brasileiro, as construtoras estão buscando melhorias em seus produtos, visando o lucro, a produtividade, proteção ao meio ambiente e a competitividade no mercado, sendo assim, deve-se analisar quais os tipos de tecnologias existentes para cada tipo de construção, a proposta deste trabalho é apresentar os pontos principais e característicos do sistema construtivo Paredes de Concreto Armado Moldadas in loco, apresentando suas vantagens e desvantagens, os tipos de projetos, material utilizado, execução, e viabilidade na construção de conjuntos habitacionais em grande escala.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é fazer um estudo de caso sobre o sistema de paredes de concreto armada moldadas in loco e suas características construtivas em geral.

1.3.2 Objetivos Especificos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) definir principais características do sistema construtivo paredes de concreto armado moldada in loco, mostrando os conceitos básicos e definições de projeto;
- b) apresentar as características das fôrmas e do concreto utilizados nas paredes;
- c) definir os materiais utilizados, suas funções e características dentro do método;
- d) apresentar quais as vantagens e desvantagens do sistema;

- e) mostrar os métodos de execução: tendo como base as normas técnicas brasileiras utilizadas para este método construtivo e acompanhar as etapas de execução da obra;
- f) estudo de caso com cada etapa construtiva.

1.4 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos definidos, foi feito um estudo com base em outros autores e especialistas no assunto (revisão bibliográfica), visando características deste método construtivo, apresentando sua funcionalidade, aplicação no mercado, tipos de fôrmas, vantagens e desvantagens e opções sobre este método racionalizado de construção.

Será apresentado conforme as normas técnicas Brasileiras que abrangem este método construtivo, a forma de execução do método, tendo como base a utilização de um estudo de caso de uma obra residencial na cidade de Anápolis-Go, mostrando as etapas construtivas desde a fundação da obra até o acabamento da mesma.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

A apresentação deste trabalho está dividida em 6 capítulos, neste Capítulo 1, como já apresentado, consta a introdução, a justificativa, os objetivos da pesquisa e a metodologia adotada para elaboração do estudo.

A revisão bibliográfica sobre Paredes de concreto é apresentada no Capítulo 2, as principais vantagens e desvantagens do sistema, os materiais que são utilizados na construção e as características de resistência das paredes de concreto.

O Capítulo 3 consiste no estudo dos projetos arquitetônico, elétrico, hidráulico, estrutural e de montagem de fôrmas, as compatibilizações e especificações.

No capítulo 4 apresenta o estudo com base na norma brasileira NBR 16055/2012 que é direcionada a execução de paredes de concreto armado moldadas in loco, mostrando todos os elementos constituintes para execução, desde a fundação até o acabamento.

No Capítulo 5 é apresentado o estudo de caso de uma obra residencial da cidade de Anápolis-Go, tendo como base o seu processo executivo.

No Capítulo 6, são apresentadas considerações finais sobre o trabalho e sugestões para futuras pesquisas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE PAREDES DE CONCRETO

2.1 MATERIAIS UTILIZADOS

2.1.1 Fôrmas

O modelo construtivo de paredes de concreto moldadas in loco, exige a aplicação de fôrmas que auxiliam na contenção do concreto, ferragem, tubulação hidráulica e elétrica, caixa de passagem, quadro de energia, entre outros (ALEXANDRE, 2015).

O sistema de fôrmas é composto de estruturas provisórias, cujo objetivo é moldar o concreto fresco. É compreendido por painéis de fôrmas, escoramento, cimbramento, aprumadores e andaimes, incluindo seus apoios, bem como as uniões entre os diversos elementos (ABCP, 2007).

Segundo a NBR 16055-2012 o sistema de fôrmas deve ser projetado e construído de modo a ter:

- a) resistência a ações a que possa ser submetido durante o processo de construção, considerando: ações ambientais; carga da estrutura auxiliar; carga das partes da estrutura permanente a serem suportadas pela estrutura auxiliar até que o concreto atinja as características estabelecidas pelo responsável pelo projeto estrutural para remoção do escoramento;
- b) rigidez suficiente para assegurar que as tolerâncias especificadas para a estrutura das paredes de concreto e especificações de projeto sejam satisfeitas e a integridade dos elementos estruturais não seja afetada;
- c) estanquidade e conformidade com a geometria das peças que estão sendo moldadas.

O formato, a função, a aparência e a durabilidade de uma estrutura de parede de concreto permanente não podem ser prejudicados devido a qualquer problema com as fôrmas, o escoramento, os aprumadores ou sua remoção.

2.1.1.1 Tipos de Fôrmas

Podemos classificar as principais fôrmas usadas para paredes de concreto da seguinte forma:

a) Fôrma metálica

Leves, recicláveis e de fácil montagem, as fôrmas metálicas, sobretudo as de alumínio, vêm permitindo a construção de paredes de concreto de forma industrializada, esse tipo de fôrma é composto por painéis de chapas planas estruturados por perfis metálicos e montados com a ajuda de conectores (ABCP, 2007).

Os sistemas, de maneira geral, não possuem furações para passagem de ancoragens, rebites ou marcas na face que fica em contato com o concreto. Isso garante melhor acabamento superficial da parede como mostra Figura 1. De acordo com os fabricantes, por conta das características do material, o número de reutilizações possível gira em torno de mil ao longo da vida útil das fôrmas. Tal índice, porém, depende dos cuidados de manuseio na obra, limpeza, transporte, movimentação e armazenagem, além de manutenção e revisão periódicas (REVISTA TECNHE, 2015).

Figura 1 – Fechamento com fôrmas metálicas



Fonte: Casa e Projetos, 2015.

b) Fôrma Plástica

O sistema de fôrmas plásticas é montado na fábrica, a partir de uma série de módulos intercambiáveis de tamanhos variados. Uma vez unidos, esses módulos formam painéis para moldar paredes de concreto (ABCP, 2009).

Os painéis de fôrma plástica pesam 10 Kg/m² e são pré-montados e numerados em fábrica. O sistema já prevê posicionadores para instalações hidráulicas e elétricas. De acordo com a empresa, o sistema não requer travamento metálico adicional, pois se autotrava, alinha e nivela, como mostra a Figura 2, os módulos são múltiplos de 30 cm na altura e múltiplo de 1 cm na horizontal (REVISTA TECHNE, 2015).

Figura 2 – Execução do empreendimento com fôrmas de plástico



Fonte: Revista Techné, 2014

c) Fôrma Mista

Utilizam quadros em peças metálicas e chapas de madeira compensada. As chapas são parte da fôrma que mantém o contato com o concreto (ABCP, 2007).

Essas fôrmas não podem ser reutilizadas muitas vezes visto que os painéis são de madeira e a cada concretagem perdem um pouco de sua resistência (Figura 3).

Figura 3 – Execução de fôrma com painéis em madeira e quadros em peças metálicas



Fonte: Soluções para cidades, 2014.

Segundo Alexandre (2015), as empresas utilizam estas fôrmas na modalidade de aluguel, sendo cobrado pelo tempo de utilização, mas o que deve ser avaliado pelo empreendedor são os custos envolvidos com o aluguel, transporte e tempo de uso, verificando se não vão ultrapassar os custos com a aquisição das fôrmas novas para utilização no seus canteiros de obras.

O tipo de fôrma utilizada no empreendimento fica a escolha de cada construtor, sendo que, todas as fôrmas apresentadas tem suas características, vantagens e desvantagens, isso dependerá do tipo de obra e qual o tipo de investimento que a empresa pretende aplicar.

2.1.1.2 Comparativo do sistema de paredes de concreto com diferentes fôrmas

A construção com paredes de concreto moldadas in loco, não é uma tecnologia barata, já que o custo para a compra das fôrmas tem um valor relativamente alto, com isso é preciso analisar qual melhor tipo de fôrma a ser aplicado.

O Quadro 1 nos mostra alguns tipos de fôrmas e suas respectivas vantagens e desvantagens, conforme podemos acompanhar abaixo.

Quadro 1 – Quadro comparativo dos sistemas de fôrmas.

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

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

Ao escolher o tipo de fôrma a ser utilizado no empreendimento deve-se levar em conta os seguintes aspectos: Produtividade da mão de obra na operação do conjunto, peso por m² dos painéis, número de peças do sistema, durabilidade da chapa e número de reutilizações, durabilidade da estrutura, modulação dos painéis, flexibilidade, análise econômica e comercial e suporte técnico do fornecedor (ABESC, 2014).

Todo conjunto de fôrmas deve vir acompanhado de um projeto e deve ser checado se todos os materiais estão presentes. O material deve ser armazenado adequadamente, seguindo orientação do fornecedor, a fim de se aproveitar ao máximo a sua vida útil (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

2.1.2 Concreto

O sistema Parede de Concreto requer que o concreto adotado tenha boa trabalhabilidade. Essa propriedade é fundamental para o preenchimento completo das fôrmas, sem segregações e para o bom acabamento da superfície como mostra a Figura 4 (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2015).

Figura 4 – Lançamento de concreto usinado sobre a laje



Fonte: Próprio Autor

Para o sucesso de todos os empreendimentos que se utilizam do sistema de paredes de concreto, é fundamental o papel do Concreto dosado em Central. Isto porque é necessário contar com a qualidade e uniformidade das características do concreto utilizado na fabricação de paredes, pilares e lajes. Além disso, tendo em vista as grandes dimensões das peças, somente uma concreteira teria condições de fornecer o volume de concreto necessário com a agilidade que os construtores necessitam (ABESC, 2014)

São inúmeros os exemplos de obras de grande porte executadas em curto espaço de tempo, com custo reduzido e alta qualidade (ABESC, 2014).

Em alguns empreendimentos acaba se tornando viável a montagem de uma usina dentro da obra (Figura 5 e Figura 6) para o fornecimento deste concreto visando que em média seja rodado de 70 a 100 m³ de concreto por dia.

Figura 5 – Silo para armazenamento de cimento



Fonte: Próprio Autor

Figura 6 – Usina de concreto dentro da obra



Fonte: Próprio Autor

2.1.2.1 Tipologias do concreto

Quatro tipos de concreto são recomendados para o sistema Paredes de concreto. São eles:

a) Concreto celular (Tipo L1)

O concreto celular tem como principais características a baixa massa específica e o bom desempenho térmico e acústico, pois inclui uma espuma que gera grande quantidade de bolhas. Devido à sua baixa resistência mecânica, é indicado para compôr paredes de casas de até dois pavimentos sem laje de cobertura. Em edifícios, pode ser usado nas paredes do ultimo pavimento, desde que também não suportem laje de cobertura.

b) Concreto com alto teor de ar incorporado – até 9% (Tipo M)

Com características mecânicas e termoacústicas similares às do concreto celular, este concreto também é recomendado para paredes de casas com até dois pavimentos ou paredes do ultimo andar de prédios sem laje de cobertura.

c) Concreto com agregados leves ou com baixa massa específica (Tipo L2)

Preparado com agregados leves, tem bom desempenho acústico, mas levemente inferior ao desempenho dos concretos tipos L1 e M. Pode ser usado em qualquer estrutura que necessite de resistência de até 25 Mpa.

Apenas a argila expandida deve ser usada como agregado leve, pois outras opções não atingem a resistência necessária.

d) Concreto convencional ou concreto auto-adensável (Tipo N)

O concreto auto-adensável possui dois atributos relevantes: sua aplicação é muito rápida, feita por bombeamento, e a mistura é extremamente plástica, dispensando o uso de vibradores. Observadas essas características podemos considerá-lo uma ótima alternativa para o sistema Parede de Concreto.

Abaixo temos uma tabela com o resumo dos tipos de concreto, sua massa específica, a resistência mínima a compressão aos 28 dias e sua tipologia.

Tabela 1 – Resumo dos tipos de concreto

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

Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2007

O concreto passa por alguns testes e procedimentos na sua chegada ao canteiro de obras, antes de ser encaminhado para a concretagem. Para saber se o produto está na consistência desejada, é feito o teste de abatimento (slump) Figura 7. Também é muito importante a moldagem de corpo de prova para a comprovação da resistência do concreto fornecido para a obra mostra a figura 8 (VENTURINI, 2011).

Figura 7 – Execução do procedimento para verificação do abatimento (slump) concreto



Fonte: Próprio Autor

No caso de concreto auto adensável o mesmo recebe um aditivo fluidificante que aumenta o seu abatimento (slump), fazendo com que ele deslize pelas fôrmas sem necessidade de vibração. O aditivo é acrescentado na proporção de 1,5 l/m³. O slump ideal para o início da concretagem deve ser de 24 cm a 25 cm (ABCP, 2007).

Figura 8 – Corpos de prova para análise da resistência do concreto



Fonte: Próprio Autor

Em função do ritmo da obra e das condições climáticas, também pode ser definido o tipo de cimento a ser usado (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2015).

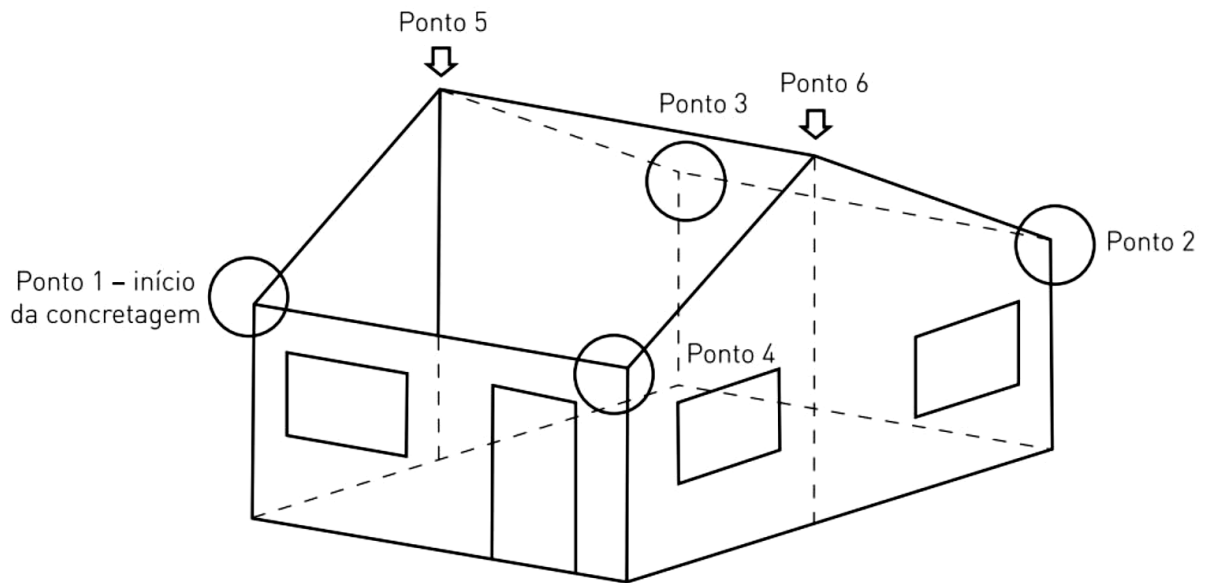
Em geral, o concreto auto-adensável usa aditivos superplastificantes adicionados na obra, os quais perdem o efeito aproximadamente 40 minutos após sua adição ao concreto. Evidentemente, é possível usar o concreto convencional, desde que este tenha uma trabalhabilidade adequada com o método de transporte (VENTURINI, 2011).

Quando estivermos trabalhando com o concreto convencional ou auto – adensável, devemos considerar a alta fluidez do material, que preenche os vazios das fôrmas à semelhança de um líquido enchendo um recipiente (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

Todos os tipos de concreto podem, caso necessário, receber tratamentos adicionais para combater eventuais fissuras ocasionadas pela retração plástica.

A aplicação do concreto nas fôrmas deve obedecer a um planejamento detalhado, levando em consideração as características do concreto que será utilizado, a geometria das fôrmas, o layout do canteiro e as características do empreendimento (MISURELLI; MASSUDA, 2009). O procedimento para ser feito o lançamento consiste em iniciar a concretagem por um dos cantos da edificação, depois de uma significativa parcela das paredes próximas ao ponto esteja totalmente cheia, muda-se a posição em direção ao canto oposto, até que se complete o rodízio dos quatro cantos opostos da estrutura como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Exemplo de procedimento para ser feita a concretagem



Fonte: ABCP, 2007

A utilização da bomba para lançamento do concreto reduz a probabilidade de falhas de concretagem, não deve haver interrupções com duração superior a 30 minutos, a massa deve seguir homogeneamente pelas fôrmas e preencher todos os vazios sem quaisquer dificuldades como mostra a Figura 10 (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2015).

Figura 10 – Utilização de caminhão bomba para lançamento do concreto



Fonte: Próprio Autor

2.1.3 Aço

A armação adotada no sistema parede de concreto é a tela soldada posicionada no eixo vertical da parede. Bordas, vãos de porta e janelas recebem reforços de telas ou barras de armadura convencional (ABESC, 2012).

Em edifícios mais altos, as paredes devem receber duas camadas de telas soldadas, posicionadas verticalmente, e reforços verticais nas extremidades das paredes (Figura 11) (ABESC, 2012).

As armaduras devem atender a três requisitos básicos: resistir a esforços de flexotorção nas paredes, controlar a retração do concreto, estruturar e fixar as tubulações de elétrica, hidráulica e gás (ABCP, 2007).

Figura 11 – Telas montadas com tubulações elétricas fixadas



Fonte: Próprio Autor

2.1.3.1 Tela Soldada

Usualmente, utilizam-se telas soldadas posicionadas no eixo das paredes ou nas duas faces, dependendo do dimensionamento projetado (REVISTA TECHNE, 2015).

Segundo NBR 7481: 1990, a tela soldada é um produto de processo com tecnologia avançada tendo sua aplicação principal na área de construção civil. A partir de uma armadura de aço pré-fabricada, a tela soldada é formada por fios longitudinais e transversais soldados entre si, nos pontos de cruzamento, por corrente-elétrica de máquinas de alta precisão, formando malhas quadradas ou retangulares. A duração da aplicação da corrente-elétrica, é extremamente curta e é controlada eletronicamente não exigindo adição de metal, mas incorporação de um fio ao outro, constituindo um material homogêneo (ABNT, 1990).

Tabela 2 – Especificação das telas soldadas

Série	Designação	Apresentação	Espaçamento entre fios (cm)		Diâmetro (mm)		Seções (cm ² /m)		Dimensões (m)		Peso					
			Long.	Transv.	Long.	Transv.	Long.	Transv.	Long.	Transv.	Kg/m ²	Kg/Peça				
61	Q61	ROLO	15	X	15	3,4	X	3,4	0,61	X	0,61	2,45	X	120,00	0,97	285,20
75	Q75	ROLO	15	X	15	3,8	X	3,8	0,75	X	1,75	2,45	X	120,00	1,21	356,10
92	Q92	ROLO	15	X	15	4,2	X	4,2	0,92	X	0,92	2,45	X	60,00	1,48	217,60
113	Q113	ROLO	10	X	10	3,8	X	3,8	1,13	X	1,13	2,45	X	60,00	1,80	264,60
138	Q138	ROLO	10	X	10	4,2	X	4,2	1,38	X	1,38	2,45	X	60,00	2,20	323,40
	Q138	PAINEL	10	X	10	4,2	X	4,2	1,38	X	1,38	2,45	X	6,00	2,20	32,30
159	Q159	PAINEL	10	X	10	4,5	X	4,5	1,59	X	1,59	2,45	X	6,00	2,52	37,00
196	Q196	PAINEL	10	X	10	5,0	X	5,0	1,96	X	1,96	2,45	X	6,00	3,11	45,70
246	Q246	PAINEL	10	X	10	5,6	X	5,6	2,46	X	2,46	2,45	X	6,00	3,91	57,50
283	Q283	PAINEL	10	X	10	6,0	X	6,0	2,83	X	2,83	2,45	X	6,00	4,48	65,90
335	Q335	PAINEL	15	X	15	8,0	X	8,0	3,35	X	3,35	2,45	X	6,00	5,37	78,90
396	Q396	PAINEL	10	X	10	7,1	X	7,1	3,96	X	3,96	2,45	X	6,00	6,28	92,30
503	Q503	PAINEL	10	X	10	8,0	X	8,0	5,03	X	5,03	2,45	X	6,00	7,97	117,20

Fonte: ANBT, 1990

Tabela 3 – Telas soldadas para usos específicos

Designação	Espaçamento entre fios (cm)		Diâmetro (mm)		Dimensões (m)		Peso Kg	Ferragem Equivalente	Aplicações			
	Long.	Transv.	Long.	Transv.	Long.	Transv.						
LEVE	20	X	20	3,4	X	3,4	2,00	X	3,00	4,30	EQ 45	Lajes pré-fabricadas, Contra-pisos e calçadas
MÉDIO	15	X	15	3,4	X	3,4	2,00	X	3,00	6,00	EQ 61	Lajes pré-fabricadas, Pisos Residenciais e Placas para muros.
REFORÇADO	15	X	15	4,2	X	4,2	2,00	X	3,00	9,00	EQ 92	Lajes pré-fabricadas, Pisos para escritórios, Estacionamentos, Jazigos e Garagens.
PESADO	10	X	10	4,2	X	4,2	2,00	X	3,00	13,20	EQ 138	Piscinas até 1,2m, Pisos de postos de combustíveis e Depósitos.

Fonte: ABNT, 1990

2.1.3.2 Barras de aço

Segundo NBR 7480: 2008, classificam – se como barras os produtos de diâmetro nominal 6,3 mm ou superior, obtidos exclusivamente por laminação a quente sem processo posterior de deformação mecânica (ABNT, 2008).

Tabela 4 – Tipos de barras CA – 50 utilizados no sistema construtivo

AÇO CA – 50					
pol.	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"	5/8"
mm	6,3	8	10	12,5	16
Kg/m	0,25	0,4	0,62	0,96	1,58

Fonte: ABNT, 2008

Essas barras são utilizadas apenas nos encontros das paredes para reforço da estrutura e em locais onde possuem vãos de janelas, portas e semelhantes, exercendo o papel que no método construtivo tradicional é conhecido como vergas e contra-vergas (Figura 12).

Figura 12 – Colocação de barras CA-50 para reforços em vãos da estrutura



Fonte: Próprio Autor

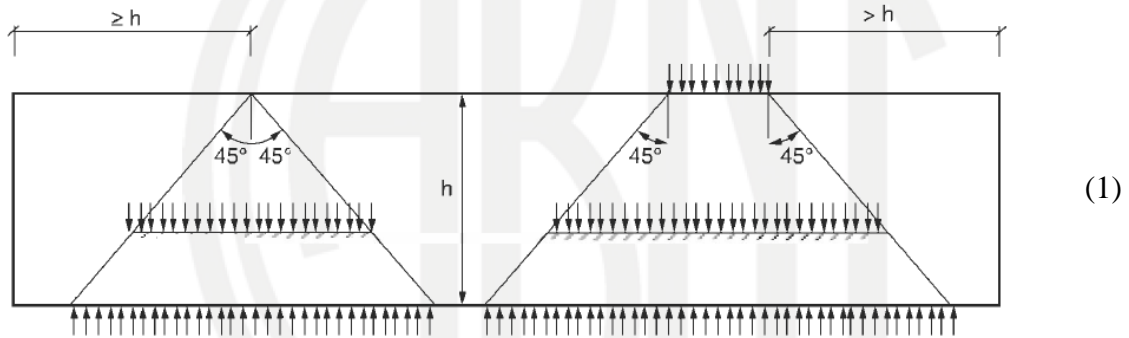
2.2 RESISTÊNCIA DAS PAREDES DE CONCRETO ARMADO MOLDADAS IN LOCO

2.2.1 Cargas concentradas ou parcialmente distribuídas

Nas paredes estruturais, uma carga concentrada ou parcialmente distribuída pode ser suposta repartida uniformemente em seções horizontais limitadas por um dos planos inclinados a 45° sobre a vertical e passando pelo ponto de aplicação de carga ou pelas extremidades da faixa de aplicação (ABNT, 2012).

Deve-se verificar a interferência de cargas próximas conforme a figura 13.

Figura 13 – Cargas concentradas ou parcialmente distribuídas



Fonte: ABNT, 2012

2.2.2 Resistência de cálculo

A Associação Brasileira de Cimento Portland (2008), estabelece que a resistência de cálculo deve ser determinada conforme a fórmula abaixo:

$$\eta_{d,resist} = \frac{(0,85 \cdot f_{cd} + \rho \cdot f_{sca})t}{K_1[1 + 3K_2(2 - K_2)]} \leq \frac{(0,85 \cdot f_{cd} + \rho \cdot f_{sca})t}{1,643} \leq 0,4 f_{cd} \cdot A_c \quad (2)$$

Onde:

$\eta_{d,resist}$ = normal resistente de cálculo, por unidade de comprimento, admitida no plano médio da parede;

ρ = taxa geométrica de armadura vertical da parede, não maior que 1% ;

t = espessura da parede;

A_c = área da seção transversal de concreto da parede

Sendo:

$f_{scd} = E_S \cdot 0,002 / \lambda$; considerando a compatibilização da deformação no aço com a do concreto adjacente;

$\gamma_c = 1,4 \cdot 1,2 = 1,68$;

$35 \leq \lambda \leq 86 \Rightarrow K_1 = \lambda / 35, K_2 = 0$;

$86 \leq \lambda \leq 120 \Rightarrow K_1 = \lambda / 35, K_2 = \frac{\lambda - 86}{35}$.

2.2.2.1 Verificação do dimensionamento

Segundo Associação Brasileira de Cimento Portland (2008), define-se:

- a) σ_n as tensões de compressão atuantes devido às cargas verticais em valor de cálculo;
- b) σ_m as tensões atuantes devido às cargas horizontais (vento, desaprumo, retração, temperatura) em valor de cálculo;

Dimensiona-se a parede pela fórmula:

$$\frac{3 \cdot \sigma_{max} + \sigma_{min}}{4} t \leq \eta_{d,resist} \quad (3)$$

Onde:

$$\sigma_{max} = \sigma_N + \sigma_M \text{ e } \sigma_{min} = \sigma_N - \sigma_M \geq 0 \quad (4)$$

2.2.2.2 Dimensionamento à tração devido a momentos no sentido longitudinal da parede

A força total de tração é resultante do bloco de tensões que ocorre na extremidade da parede, a área da armadura de uma parede de comprimento l , necessária para resistir aos esforços de tração deve ser determinada pela fórmula a seguir.

$$A_S = \frac{(\sigma_M - \sigma_N)(\sigma_M - 0,75 \sigma_N)l}{4\sigma_M f_{yd}} \quad (5)$$

Onde:

f_{yd} é a resistência ao escoamento do aço de cálculo

2.2.3 Forças convencionais de cisalhamento

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (2008), determina que o esforço solicitante total horizontal em uma única direção será distribuído por todas as almas das paredes resistentes no mesmo sentido, em nenhum caso pode-se acrescentar a largura da mesa ou flange em seções transversais do tipo T ou L. Pode ser calculado pela fórmula abaixo:

$$V_d = V_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \quad (6)$$

Com:

$$\gamma_f = 1,4;$$

$$\gamma_n = 2;$$

Onde:

γ_n é o fator de concentração

2.2.3.1 Verificação da resistência

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (2008), a força cortante convencional de cálculo não pode superar a força resistente de cálculo que é descrita na fórmula abaixo:

$$V_d < 0,3 \cdot f_{ctd} \cdot \sum t \cdot l \quad (7)$$

Onde:

t é a largura das paredes;

l é o comprimento das paredes no sentido do esforço cortante;

$$f_{ctd} = \frac{0,21 \cdot (f_{ck})^{2/3}}{\gamma_c}, \text{ com } f_{ck} \text{ em MPa.}$$

2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Ao analisarmos todos os aspectos da utilização deste sistema construtivo, existem vantagens muito fortes para o emprego no canteiro de obras, principalmente relativo ao tempo de execução do empreendimento, pois como sabemos uma obra de grande porte tem que ser entregue da forma mais rápida para garantir altos lucros (ALEXANDRE, 2015).

Podemos classificar as principais vantagens deste sistema construtivo de Paredes de concreto armado moldadas in loco, desta forma:

- a) baixa utilização de mão de obra;
- b) esquadrejamento perfeito da edificação;
- c) as aberturas tem suas medidas exatas;
- d) as tubulações hidráulicas e elétricas ficam embutidos na parede de concreto;
- e) patologias e trincas verificadas em sistemas construtivos tradicionais, não existem neste método;
- f) alta resistência ao fogo;
- g) racionalização dos materiais de construção;
- h) excelente conforto térmico e acústico, graças ao concreto auto adensável;
- i) o acabamento das paredes podem ser realizados sem a utilização de chapisco ou reboco, ou seja somente a aplicação de textura já pode oferecer um excelente acabamento final;
- j) baixo custo construtivo se aplicado em um empreendimento de grande porte.

Segundo Alexandre (2015), a aplicação deste sistema construtivo como qualquer outro, tem alguns aspectos que impedem sua aplicação em alguns empreendimentos, geralmente devido ao grande custo envolvido na aquisição de fôrmas, transporte, logística e treinamento dos empregados para a perfeita utilização do método.

As principais desvantagens da utilização de paredes de concreto, são as seguintes:

- a) o custo para aquisição das fôrmas é extremamente elevado, o que geralmente impede que pequenos construtores possam conseguir aplicar este método construtivo;
- b) outro aspecto é relativo ao projeto da edificação, pois a compra do conjunto de fôrmas somente é utilizada para projetos pré-determinados, não podendo ser usado em novos modelos de empreendimento se não aqueles a quem se destinam;
- c) necessidade do empreendimento ter todos os projetos como hidráulica, elétrica, estrutural, arquitetônico, como forma de evitar transtornos com retrabalho;

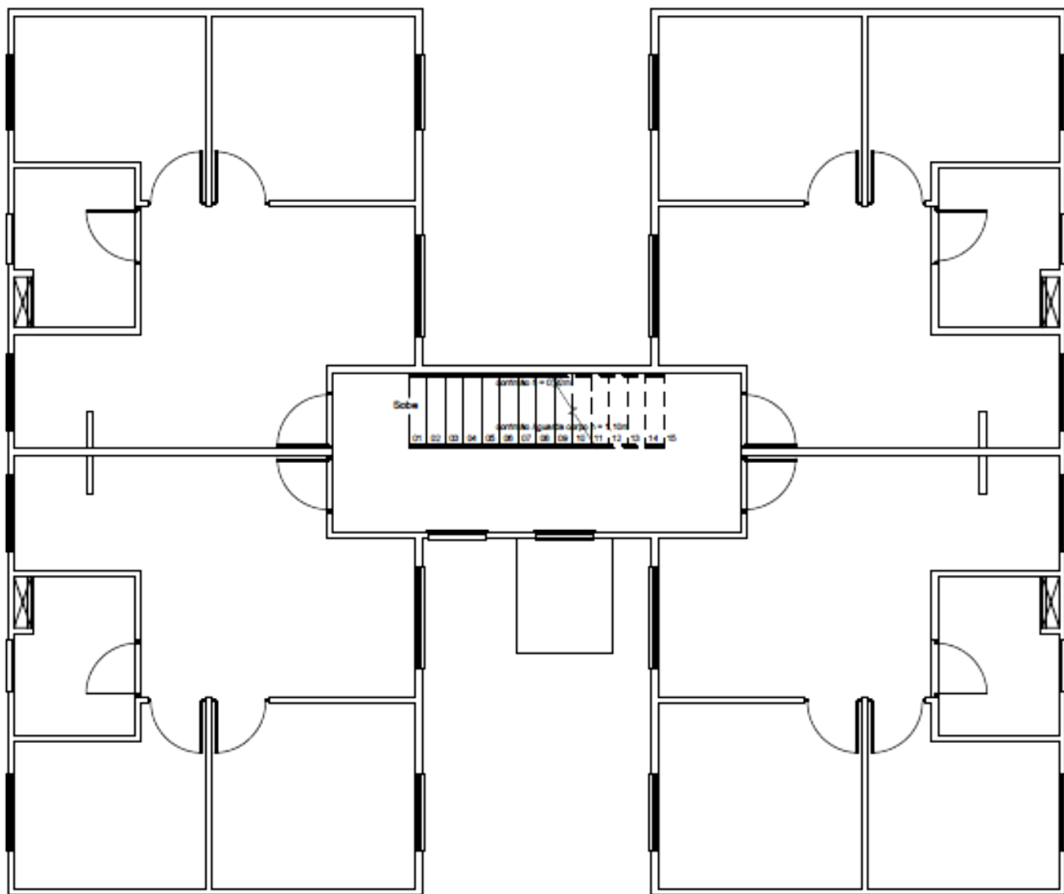
- d) as reformas da edificação que foram construídas em paredes de concreto merecem uma atenção especial para evitar sustos com rompimentos de tubos, por isto sempre a necessidade de todos os projetos complementares;
- e) como neste processo construtivo cada parede faz parte da estrutura da edificação, não é permitido por exemplo, retirar paredes, abrir portas e janelas fora do projeto

3 PROJETOS DE PAREDE DE CONCRETO ARMADO MOLDADAS IN LOCO

Segundo Ohashi (2001), a etapa de um projeto é um instrumento fundamental na construção civil em geral. Os projetos devem representar idéias, a concepção, a representação real dos elementos construtivos. Segundo o mesmo autor, os projetos devem ter linguagem clara, bem definidos, dimensionados corretamente, para garantir sua boa aplicação durante as etapas da construção.

A elaboração dos projetos é de extrema importância para que a obra seja bem executada. Para que qualquer obra possa ter uma grande possibilidade de sucesso em sua execução, é necessário ter todos os projetos básicos, tais como: projeto arquitetônico, projeto elétrico, projeto hidrosanitário, projeto estrutural e de montagem das fôrmas, que devem ser compatibilizados entre si (MARTINS, 2010).

Figura 14 – Projeto modelo de um empreendimento com método construtivo Paredes de concreto



Fonte: Excel Construtora e Incorporadora, 2014.

Segundo Oashi (2001), alguns dos principais objetivos da coordenação de projetos são:

- a) coordenar o processo de forma a solucionar as incompatibilizações entre os diversos projetistas;
- b) garantir perfeita comunicação entre os diversos projetistas;
- c) saber conduzir as decisões a serem tomadas no desenvolvimento dos projetos;
- d) controlar a qualidade das etapas de desenvolvimento do projeto, de forma que esteja sendo executado visando economia, prazos (agilidade na execução) e especificações técnicas;
- e) garantir a perfeita comunicação entre os projetistas e os engenheiros, mestres de obra ou encarregados da obra;
- f) reuniões são importantes durante o processo de projeto, para manter uma comunicação entre os projetistas responsáveis por cada tipo de projeto, a fim de discutir decisões, possíveis soluções e alterações no projeto, reduzindo incertezas ou dúvidas.

Será apresentado no 5º capítulo o processo executivo da obra (estudo de caso), seguindo todos os projetos básicos mencionados anteriormente.

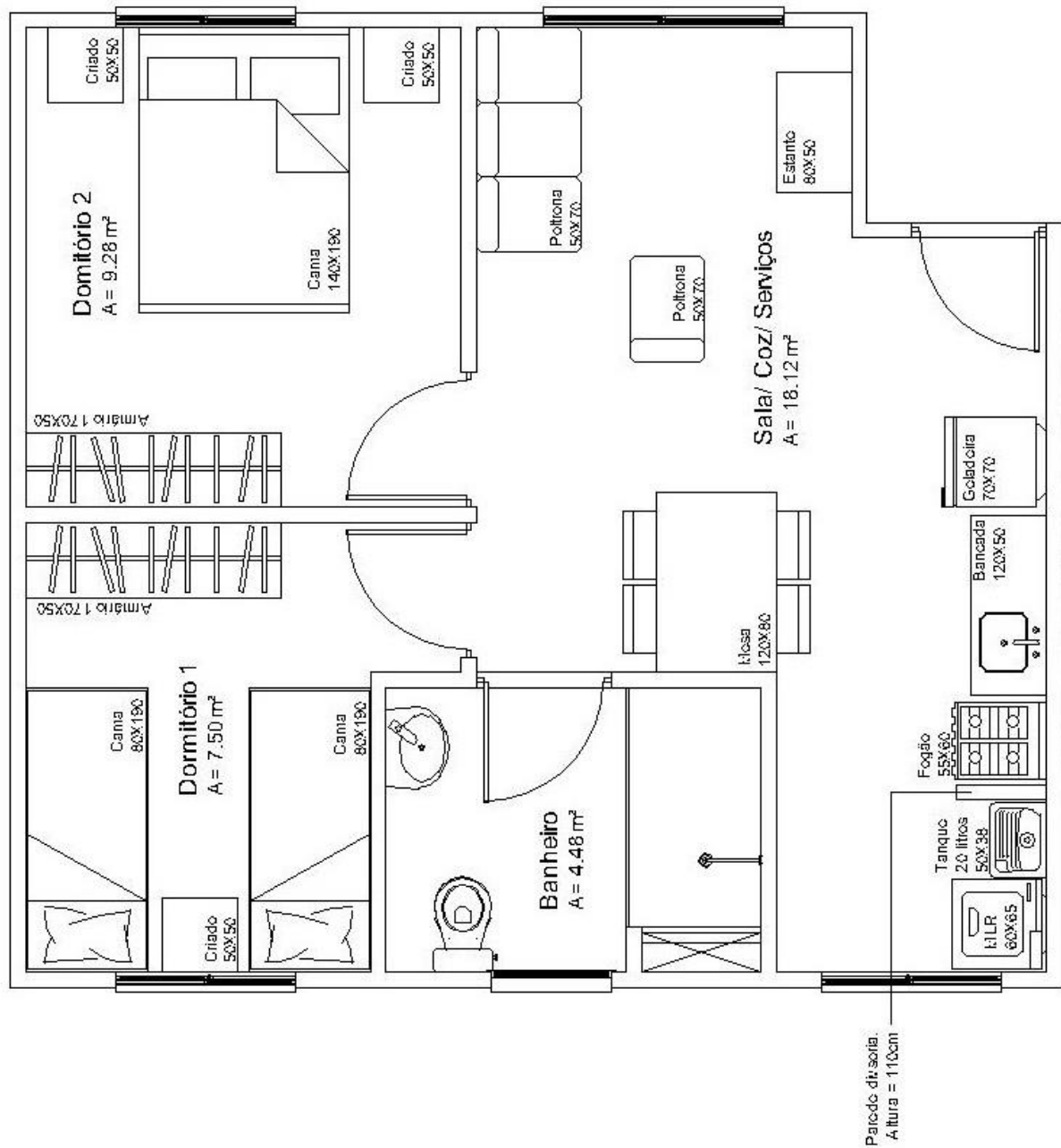
3.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

Segundo Bosse (2000), o projeto arquitetônico é o projeto que condiciona os demais projetos, e o nível de detalhamento do projeto arquitetônico tem uma grande influência na qualidade da obra Figura 15.

Segundo o mesmo autor, a distribuição arquitetônica dos ambientes deve ser bem definida, para que não haja mudanças nos tamanhos dos ambientes durante ou após a construção. Tais mudanças prejudicariam a distribuição uniforme das forças verticais e horizontais, assim podendo comprometer a estrutura total da obra Figura 16 e 17.

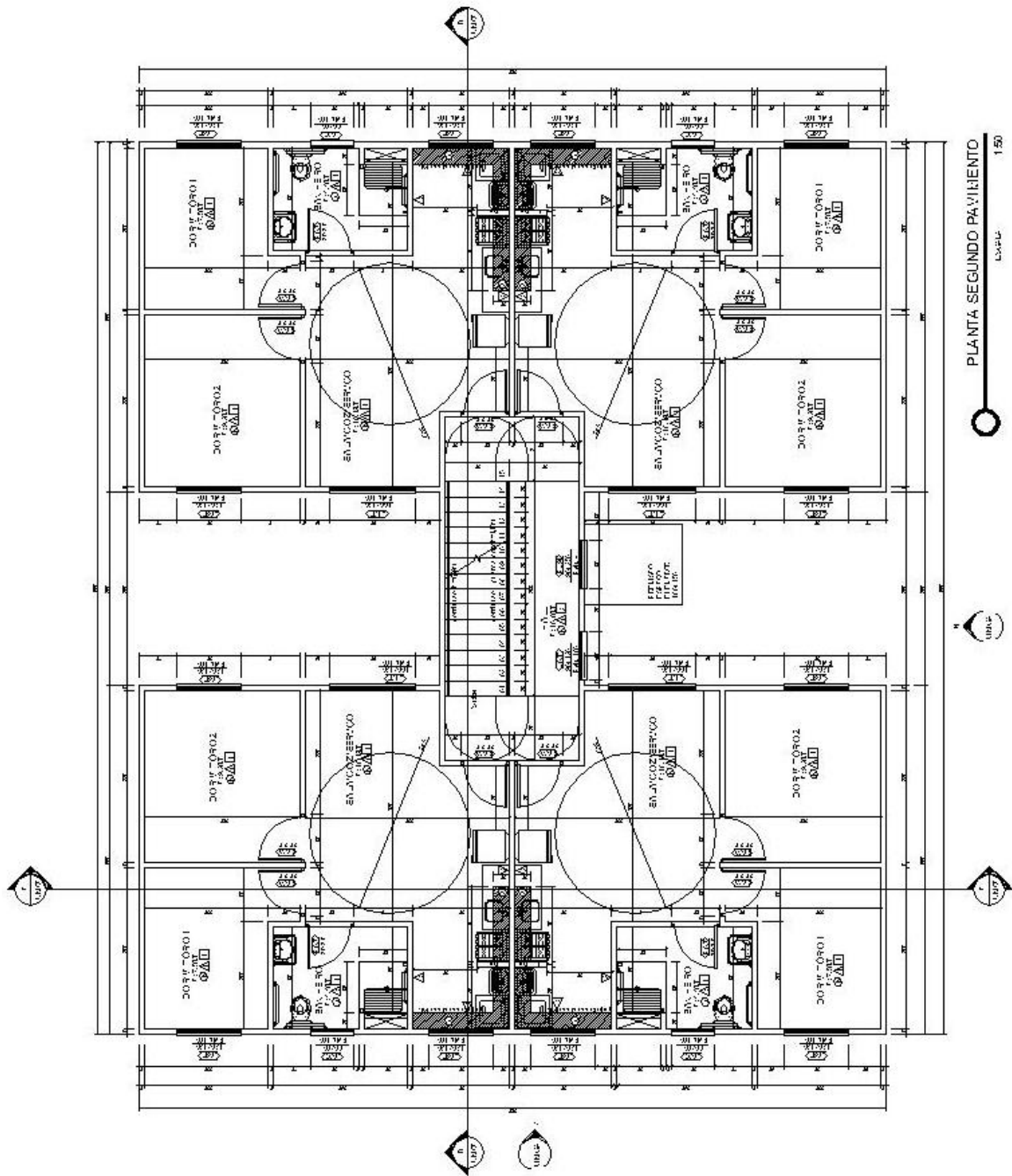
Para que não haja dúvidas em relação ao material utilizado e a forma correta de sua aplicação na obra, o projetista arquitetônico deve elaborar uma paginação de todas as paredes, especificando, detalhadamente, os locais de cada tipo de fôrmas, mostrando também a amarração entre as paredes (BOSSE, 2000).

Figura 15 – Planta baixa apartamento tipo



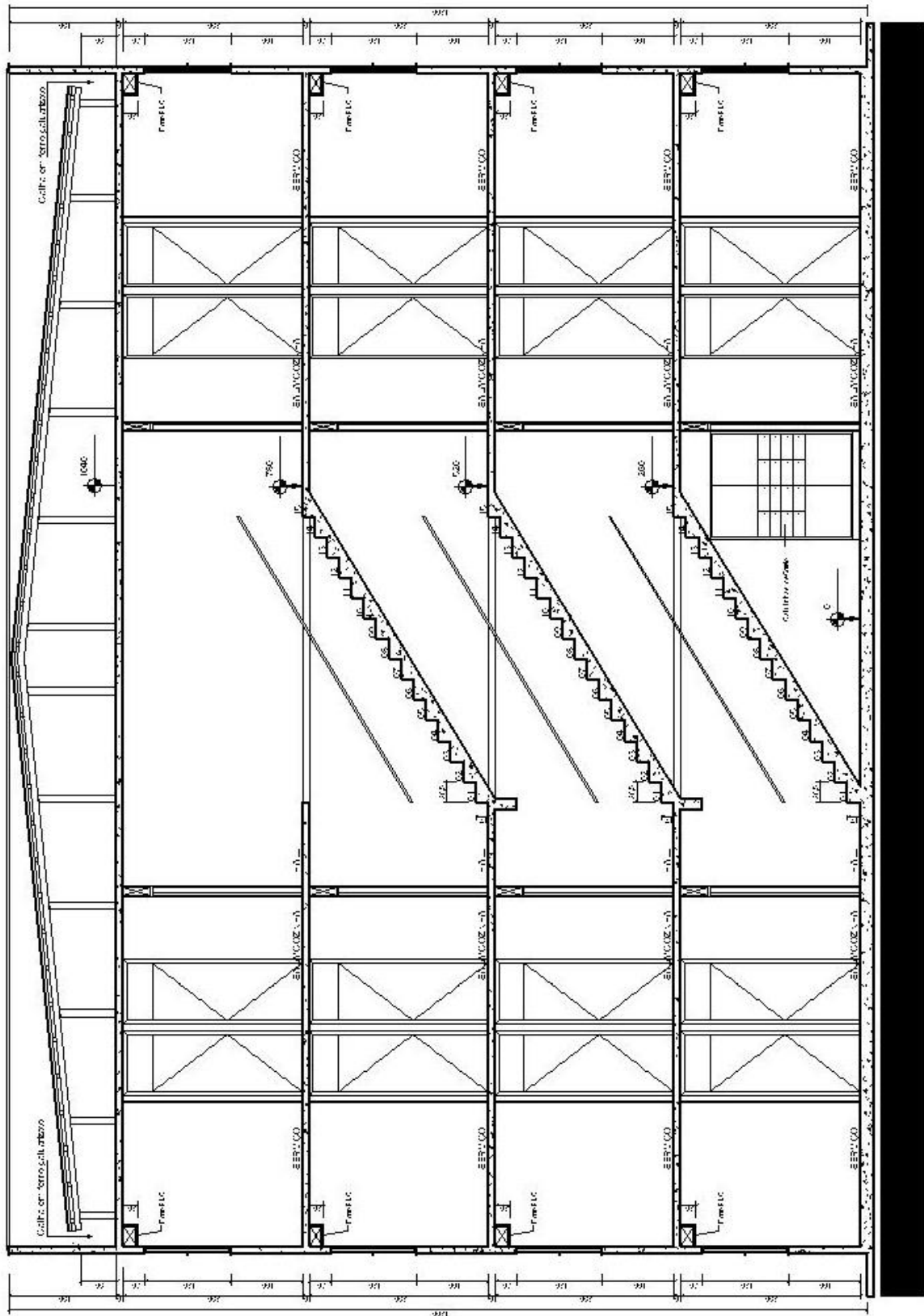
Fonte: Excel Construtora e Incorporadora

Figura 16 – Planta baixa segundo pavimento



Fonte: Excel Construtora e Incorporadora

Figura 17 – Modelo em corte do bloco de quatro pavimentos com platibanda



Fonte: Excel Construtora e Incorporadora

3.2 PROJETO ELÉTRICO

As instalações elétricas devem ser previamente definidas em projeto, para que não ocorra possíveis falhas, ocasionando retrabalho ou perda de materiais.

Toda a instalação deve ser feita conforme apresenta no projeto elétrico, a localização das tomadas e interruptores, caixas de passagem, quadros de distribuição, cabeamento e telefonia. Desse modo as falhas são reduzidas a zero, melhorando a qualidade final do produto, atendendo aos prazos e aumentando a produtividade Figura 18 e 19.

Figura 18 – Colocação das caixas de passagem elétrica embutidas nas paredes



Fonte: Próprio Autor

Figura 19 – Tubulação elétrica colocada sobre a laje



Fonte: Próprio Autor

3.3 PROJETO HIDRÁULICO

As instalações hidráulicas, como nas instalações elétricas, também devem ser previamente definidas em projeto. Sendo que todas as passagens devem ser deixadas antes da concretagem da laje ou das paredes de concreto.

Atualmente temos novas tecnologias aplicáveis ao projeto hidráulico, convencionalmente é utilizado para prédios o método tradicional, com prumadas, barrilete, reservatórios superior e inferior, bomba de recalque, e tubulações rígidas de vários tamanhos.

Na obra em estudo, o projeto hidráulico se difere de muitos outros utilizados em obras parecidas, após análise dos empreendedores do projeto, foi definido a utilização de um novo sistema de distribuição de água nos apartamentos, chamado Sistema Pex, Figura 20 e 21.

Figura 20 – Sistema Pex (água) e tubulação de gás



Fonte: Próprio Autor

Figura 21 – Tubulações de água e esgoto embutidas na parede



Fonte: Próprio Autor

3.4 PROJETO ESTRUTURAL

Segundo Bosse (2000), o projeto estrutural defini todos os detalhes da estrutura, preservando as funções que uma parede estrutural deve apresentar, como resistir às cargas verticais, vento, a impactos, isolamento acústico e térmico dos ambientes.

O projeto estrutural funciona como um tripé composto por três pernas: segurança, economia e durabilidade, juntamente com o conceito de sustentabilidade como mostra a Figura 22. Se uma dessas pernas não for contemplada, descaracteriza o projeto e perde sua funcionalidade (ERGUEL, 2014).

Figura 22 – Estrutura em paredes de concreto após desforma



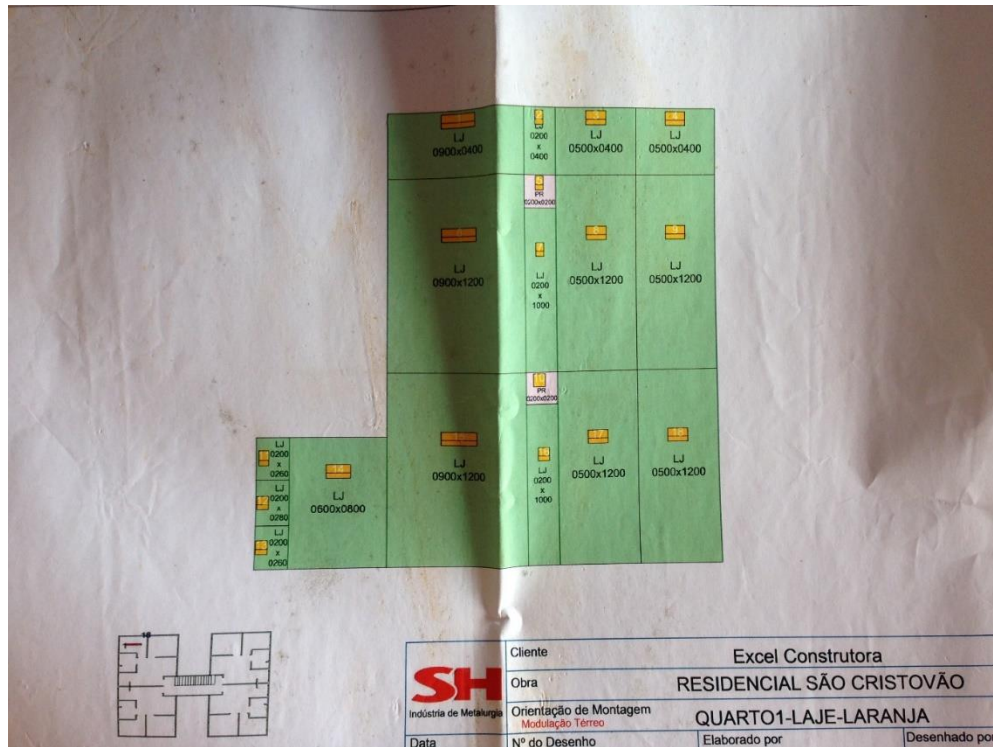
Fonte: Próprio Autor

3.5 PROJETO DE MONTAGEM DE FÔRMAS

Para este tipo de método construtivo, este é o projeto mais importante de todos, com ele os profissionais serão treinados a executar o fechamento das fôrmas, da forma correta, garantindo assim, uma qualidade no produto, produtividade maior em menor tempo de execução como mostra a Figura 24.

O projeto serve para auxiliar na montagem das fôrmas, detalhando assim o número de cada painel que compõe o conjunto de fôrmas e a especificação do seu devido local a ser instalado apresentado na Figura 23.

Figura 23 – Projeto de fôrmas da laje apartamento tipo



Fonte: Próprio Autor

Figura 24 – Fôrma da laje montada e posicionada para recebimento das demais etapas



Fonte: Próprio Autor

4 SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDES DE CONCRETO ARMADO MOLDADAS IN LOCO

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 16.055 (Figura 25).

De acordo com a NBR 16.055:2012 (Paredes de Concreto Moldada no Local para 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 TECHNE, 2012).

A qualificação de toda a cadeia envolvida é o ponto mais importante a ser alcançado em nome da consolidação do sistema construtivo (ANAUTE, 2012).

4.1 ELEMENTOS CONSTITUINTES

4.1.1 Fundação

O tipo de fundação depende do empreendimento, clima, solo e geografia. A seleção deve considerar segurança, estabilidade e durabilidade, além do alinhamento necessário para a produção das paredes (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

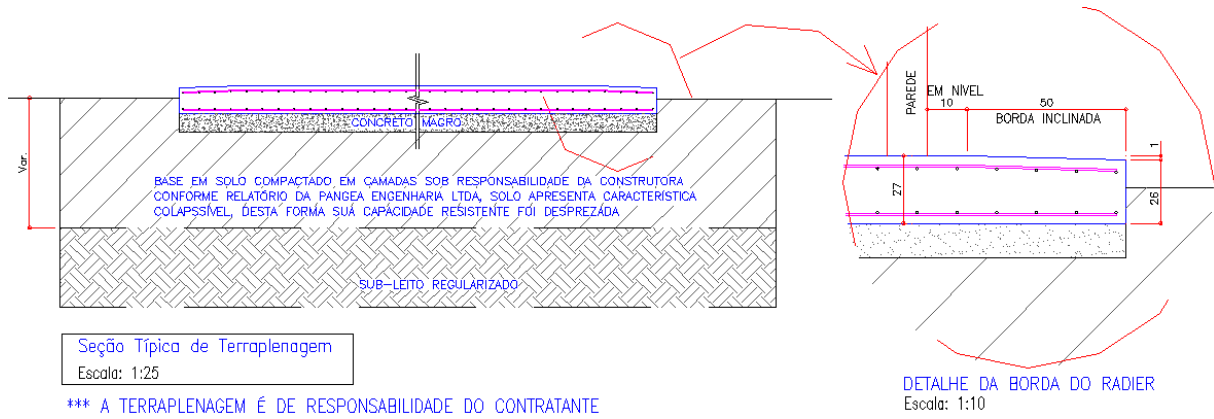
A obra deve ser executada com o nivelamento rigoroso para não interferir nas outras etapas, assim também todas as instalações elétricas e hidráulicas já devem estar posicionadas e dispostas conforme gabarito específico do projeto de instalação.

Nesta etapa, vale observar cuidadosamente os seguintes pontos:

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

Na obra em estudo foi feita a fundação do tipo radier, com o estudo do solo e a verificação de um solo muito arenoso, foram feitas 28 estacas de 15 metros em cada platô onde foram executados os radier (Figura 26).

Figura 25 – Detalhe da armação do radier



Fonte: Excel Construtora e Incorporadora

Lembrando que em casos de estrutura mais complexas não deve ser utilizado esse tipo de fundação (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

A primeira etapa da execução é marcar através da ajuda de um gabarito os eixos das estacas que em seguida serão escavadas e concretadas como mostra a Figura 27.

Figura 26 – Escavação das estacas



Fonte: Próprio Autor

Após a escavação das estacas é feito a concretagem e colocação da armação deixando os arranques que serão amarrados junto ao radier Figura 28.

Figura 27 – Estacas escavadas e concretadas e início da marcação do radier



Fonte: Próprio Autor

Posteriormente é feito a compactação do terreno, montagem e nivelamento das fôrmas (figura 28), abertura de valas para passagem de tubulações elétricas, hidráulicas (figura 29), colocação da armação do radier conforme projeto de fundação (Figura 29), para enfim depois de todas as etapas liberadas ser concretado (Figura 30).

Figura 28- Montagem das fôrmas do radier e locação das instalações prediais



Figura 29 – Montagem do radier tubulações elétricas, hidráulicas e armação



Fonte: Próprio Autor

Figura 30 – Lançamento de concreto no radier



Fonte: Próprio Autor

Figura 31 – Finalização das fôrmas do radier



Fonte: Próprio Autor

Após o radier concretado como apresenta a Figura 33, é dado início a estrutura.

Figura 32 – Radier concretado



Fonte: Próprio Autor

4.1.2 Estrutura

A estrutura deste método construtivo diferente dos outros métodos, além de resistir estruturalmente também faz o papel de vedação da estrutura (Figura 34).

Figura 33 – Armação das paredes e início da montagem das fôrmas



Além da alta resistência ao fogo, a agentes químicos, acústica e temperatura a estrutura se difere dos métodos convencionais, não gerando entulhos no andamento da obra (Figura 35).

Figura 34 – Estrutura do bloco com quatro pavimentos e platibanda



Figura 35 – Montagem das fôrmas



Fonte: Próprio Autor

4.1.3 Lajes

Para Venturini (2011) o sistema de concretagem possibilita a concretagem das lajes juntamente com as paredes, lembrando que não a restrições para o tipo de laje a ser utilizada, desde que tenha um dimensionamento adequado para cada caso.

Continuando Venturini (2011) diz que após o posicionamento das fôrmas, escoramentos, eletrodutos e tubos hidráulicos (Figura 37). É muito importante o nivelamento para evitar possíveis problemas na concretagem do pavimento superior.

Figura 36 – Montagem da armação da laje e tubulações prediais



Fonte: Próprio Autor

As lajes também são elementos estruturais bidimensionais, caracterizadas por ter a espessura muito menor do que as outras duas dimensões. Outra característica que diferencia as lajes de outros elementos estruturais planos é que o carregamento que nela atua é perpendicular ao seu plano médio.

No mercado são utilizadas vários tipos de lajes, sejam elas maciças ou pré moldadas, neste caso de método construtivo o modelo adotado são as lajes maciças, possuem a espessura mínima de 8 cm e são armadas com duas malhas, ambas combatendo os esforços a qual a laje é submetida.

4.1.4 Escada

As escadas constituem como um meio de circulação vertical não mecânico que permite a ligação entre planos de níveis diferentes. Ao contrário das rampas, não são acessíveis a todas as pessoas como, por exemplo, usuários de cadeiras de rodas (ABESC, 2009).

Figura 37 – Fôrma das escadas



Fonte: Próprio Autor

As escadas são constituídas por:

- a) **degraus** – pisos + espelhos
- b) **pisos** – pequenos planos horizontais que constituem a escada (cobertor).
- c) **espelhos** – planos verticais que unem os pisos.
- d) **patamares** – pisos de maior largura que sucedem os pisos normais da escada, geralmente ao meio do desnível do pé direito, com o objetivo de facilitar a subida e o repouso temporário do usuário da escada.
- e) **lances** – sucessão de degraus entre planos a vencer, entre um plano e um patamar, entre um patamar e um plano e entre dois patamares.

- f) **guarda-corpo e corrimão** – proteção em alvenaria, balaústre, grades, cabos de aço na extremidade lateral dos degraus para a proteção das pessoas que utilizam a escada.

Neste método construtivo as escadas também são concretadas junto a estrutura como mostra a Figura 38 apresentada anteriormente, as fôrmas são montadas e fixadas e em seguida concretadas junto ao apartamento.

4.1.5 Revestimento

Com o método construtivo de Paredes de Concreto não é necessário o revestimento nas paredes internas ou externas com chapisco e reboco, comum no método construtivo tradicional, sendo assim, a execução do revestimento interno ou externo torna-se mais fácil de executar, criando assim, uma produtividade maior no empreendimento (Figura 39).

Figura 38 – Fachada Frontal



Fonte: Próprio Autor

O revestimento utilizado varia de acordo com a exigência dos clientes, na obra em estudo foi aplicado textura em todo o interior e exterior dos prédios, dispensando o uso de reboco, para melhor regularização das paredes foi feita uma camada fina de massa acrílica (Figura 40).

Figura 39 – Execução de pintura externa fachada frontal



Fonte: Próprio Autor

Nas áreas úmidas como banheiros, cozinha e área de serviços foram instalados peças cerâmicas, com altura de 1,80 metros, todas as paredes recebem uma camada de impermeabilizante antes da aplicação das tintas e peças cerâmicas.

4.1.6 Acabamento

Esta etapa é uma das mais importantes de uma obra, pois é no acabamento que é observado o padrão de qualidade que a empresa apresenta, é preciso ter habilidades e capricho no desenvolvimento das atividades de acabamento (Figura 41), como recortes em pintura, assentamentos de portais e portas, colocação de janelas, colocação de bancadas, cubas, torneiras e outros (Figura 42).

Figura 40 – Revestimento e acabamento interno



Fonte: Próprio Autor

Figura 41 – Revestimento em paredes



Fonte: Próprio Autor

Foram adotadas portas de madeira fixadas com espumas expansivas, executando o acabamento em torno delas com gesso e posteriormente massa acrílica e textura (Figura 43).

Figura 42 – Colocação das portas



Fonte: Próprio Autor

5 ESTUDO DE CASO

5.1 OBRA

Neste capítulo será apresentado o estudo de caso de uma determinada obra residencial, que é constituída de um condomínio de 40 prédios em Paredes de Concreto Armado moldadas in loco como mostra a Figura 44 e 45.

A obra está localizada no setor Santo Antônio na cidade de Anápolis Goiás, como mostra a Figura 43, no total estão sendo construídos 640 apartamentos que serão doados por sorteio para famílias de baixa renda, pelo programa minha casa minha vida, do Governo Federal.

A empresa que está executando a obra é a Excel Construtora e Incorporadora Ltda, que é uma das primeiras da cidade de Anápolis a adotar o sistema construtivo.

Figura 43 – Implantação da obra



Fonte: Excel Construtora e Incorporadora

Figura 44 – Vista superior da obra



Fonte: Próprio Autor, 2015

A obra por sua vez chama a atenção pela grandiosidade e pela rapidez na execução dos serviços, visto que, na cidade de Anápolis é a primeira obra que utiliza cem por cento o sistema construtivo Paredes de Concreto.

O início das atividades na obra foram no mês de Maio de 2014 e sua previsão de término era para Maio de 2015, não foi possível a entrega da obra na data prevista (Figura 46), devido algumas mudanças e liberações municipais.

Figura 45 – Placa de identificação da obra



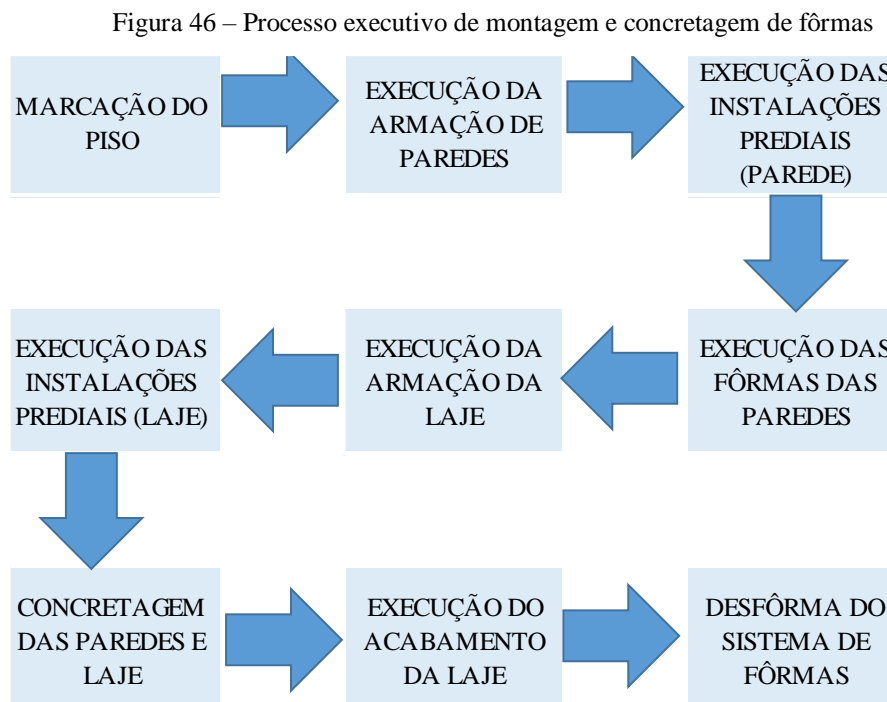
Fonte: Próprio Autor, 2015

5.2 PLANEJAMENTO DO EMPREENDIMENTO

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. São importantes nesta etapa a definição do plano de ataque, execução de um cronograma de toda a obra, posteriormente, reduzindo-o para um cronograma mensal e um cronograma semanal.

Na obra foram definidos as sequencias dos serviços a serem executados, como apresenta a Figura 47 e 48, dessa maneira foi dimensionado um plano de ataque, indicando os blocos que se iniciarão e quais os serviços e materiais que precisarão estar disponíveis no canteiro de obras neste período.

O método construtivo não tem como principal funcionalidade a economia com custos de materiais, maquinários ou mão de obra, por isso, nessas construções não há desmedidas economicas em si, mas sim, no tempo que é gasto para realização da construção. Indiretamente, isso 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 maquinas e equipamentos.



Fonte: Excel Construtora e Incorporadora, 2014

Sendo assim, com um planejamento adequado e com um gestor capacitado e apto a acompanhar diariamente o desenvolvimento da obra, as chances de falhas chegaram a zero, com cronogramas disponíveis a todos os envolvidos no processo a obra em estudo consegue manter suas metas atualizadas e o cronograma atualizado como mostra a figura 47, sendo que se algum item atrasar ainda está em tempo para corrigi-lo.

Figura 47 – Acompanhamento de cronogramas



Fonte: Próprio Autor

5.3 PROJETOS

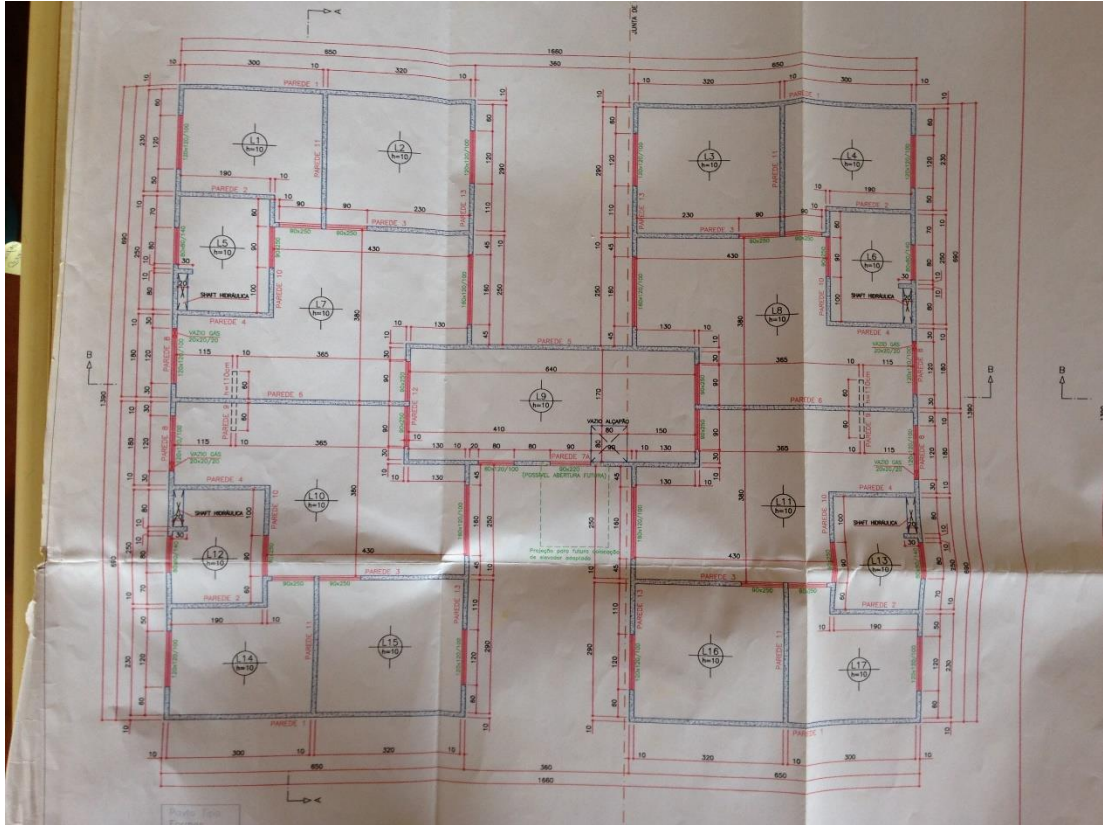
Toda atividade industrial depende, em diferentes graus de importância, da eficiência de seus processos produtivos. Nos edifícios, deve-se projetar apartamentos simétricos nos dois eixos em planta: longitudinal e transversal. Desse modo pode ser criada equipes de montadores de fôrmas independentes das equipes de armação e instalações. Essa simetria de projeto permite “girar” as fôrmas sem a necessidade de retirar painéis de fôrmas ou acrescentar outros painéis, aumentando a produtividade (Figura 49).

Os projetos na obra são controlados e todos são carimbados e liberados para utilização, sendo assim, o risco de incompatibilidade de projetos pode chegar a zero, reduzindo os custos com retrabalhos e aumentando a produtividade na obra.

Todos os envolvidos no processo de produção, desde o armador que monta a armação das paredes até o montador que coloca os painéis para fechamento das paredes, todos

tem o projeto a disposição, para que não seja feito nada além do que está especificando no projeto.

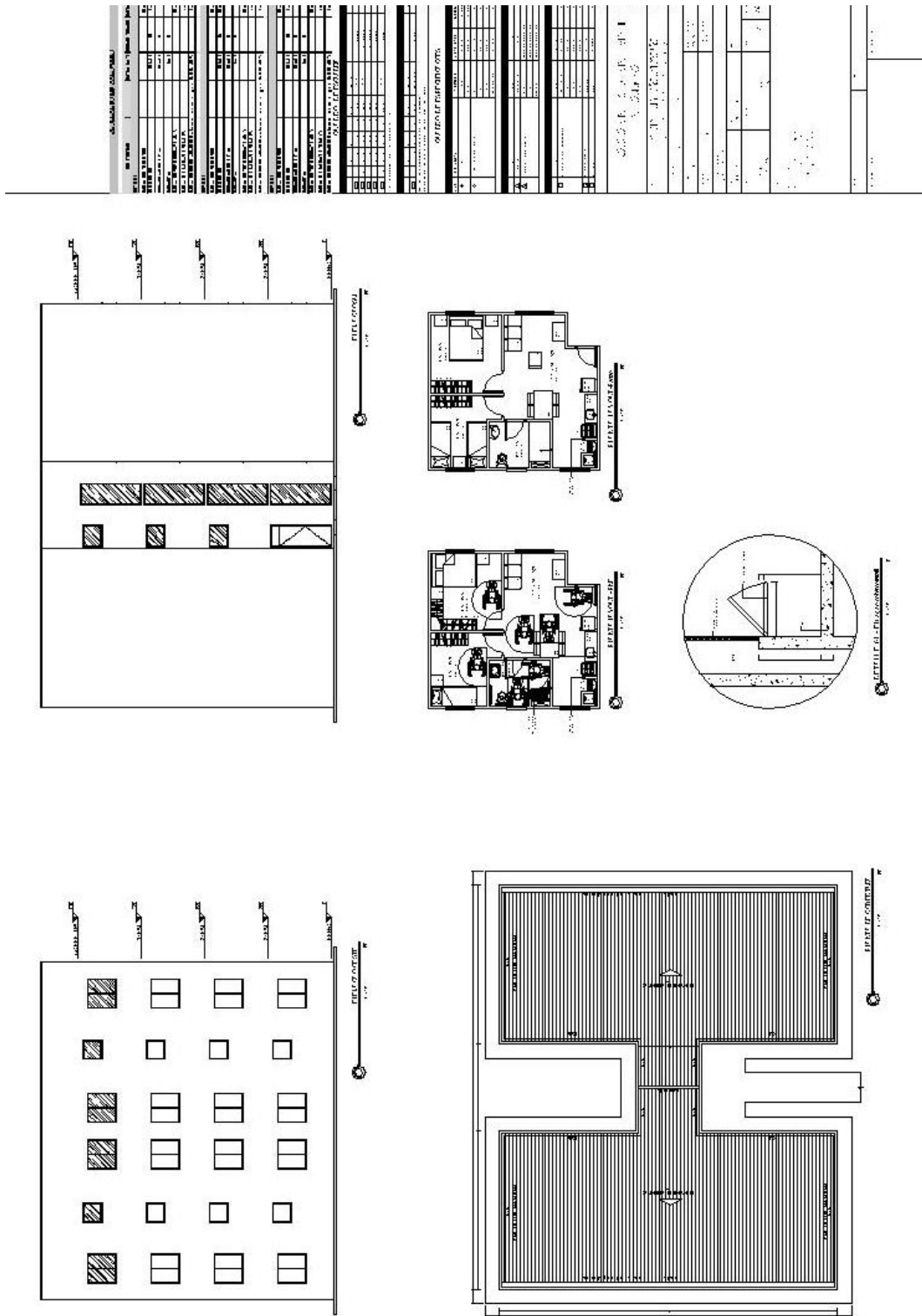
Figura 48 – Projeto de Lajes



Fonte: Próprio Autor

Todos os projetos são analisados e aprovados pelo engenheiro responsável pela obra, as compatibilizações devem ser feitas antes do início da obra para que não haja falhas na execução dos serviços (Figura 50).

Figura 49 – Projeto de cobertura e fachadas



Fonte: Excel Construtora e Incorporadora

5.4 EXECUÇÃO

Para iniciar a edificação, foi feita a preparação do terreno para a execução da fundação do prédio que é do tipo radier, foi feita compactação com auxílio de um compactador como mostra a Figura 51, visto que o terreno é muito arenoso e não suportaria o peso da estrutura, foram acrescentadas 38 estacas armadas de 15 metros de profundidade com 30 cm de diâmetro em cada bloco, distribuindo assim toda a carga da estrutura para o terreno de forma uniforme.

Figura 50 – Compactação do solo para início da fundação



Fonte: Próprio Autor

A locação das estacas é feita pelo fechamento do perímetro do prédio com madeira (gabarito), marcando o eixo de cada estaca, sendo que posteriormente uma empresa terceirizada fará o serviço de escavação do terreno.

As estacas tem seu diâmetro e profundidade especificadas em projeto, todas tem a mesma resistência característica do concreto de 25 MPa. O aço das mesmas é CA 50 adotado para as barras longitudinais e CA -60 para os estribos.

Uma vez que as estacas são concretadas, inicia-se o processo de montagem das fôrmas e locação do radier, é acrescentado primeiramente uma lona que impedirá que a armação do radier tenha contato com o solo, posteriormente é lançado uma camada de brita 1 (Figura 52).

Figura 51 – Concretagem do radier



Fonte: Próprio Autor

As ferragens do radier e dos encontros das paredes são posicionados em seu lugar próprio e então pode ser liberada a concretagem da peça estrutural conforme figura 51.

Segundo dados de projeto é utilizado um f_{ck} de 25 MPa, para o radier. As tubulações elétricas, hidráulicas, esgoto, gás e incêndio devem ser previamente concluídas nesta etapa da obra, por ser passagens subterrâneas.

Depois de todas as tubulações serem instaladas é feito o início da marcação das paredes, com uma linha em pó, marcando as faces onde serão posicionados os painéis previamente definidos em projeto conforme Figura 53.

Figura 52 – Marcação das paredes



Fonte: Próprio Autor

Com as paredes marcadas sobre o radier são então posicionadas as telas soldadas, reforçando os encontros das paredes e acrescentando barras de ferro onde possuem aberturas de vão de portas e janelas ou iguais Figura 54.

Figura 53 – Telas posicionadas e reforçadas



Fonte: Próprio Autor

Após a colocação das armaduras e fixação das mesmas é colocado os espaçadores que tem a função de impedir o contato entre a armação e as fôrmas, possibilitando uma melhor distribuição no momento da concretagem da peça estrutural.

Em seguida, são fixadas todas as caixas de passagem elétrica, eletrodutos, tubos de água e esgoto, incêndio e SPDA. Todas as instalações prediais seguem rigorosamente o projeto aprovado, visto que, se uma das etapas forem executadas fora do padrão, todo o bloco está comprometido a falhar (Figura 55).

Figura 54 – Fixação dos quadros de distribuição



Fonte: Próprio Autor

Com todas as instalações no local apropriado e liberado após a conferência dos encarregados, é dado início a montagem das fôrmas metálicas.

Primeiro é feito o transporte até o local da montagem através de um equipamento móvel (Gradau), que foi alugada pela empresa, somente para desenvolver este serviço dentro da obra.

As fôrmas sempre são montadas de dentro para fora da estrutura, facilitando o processo construtivo e o travamento das peças como mostra a Figura 56.

Figura 55 – Montagem das fôrmas internas da estrutura



Fonte: Autoria Própria

As peças são travadas com elementos chamados de faquetas que posteriormente são retirados junto das fôrmas, após o travamento das peças é feito a conferência de toda a estrutura antes da liberação da concretagem.

Na montagem das fôrmas a obra utilizou três equipes com 22 funcionários cada equipe, por dia é rodado cerca de 75 m³ de concreto, o que significa as três fôrmas sendo montadas e concretadas todos os dias, neste processo uma equipe demora cerca de oito dias para concluir um prédio de quatro pavimentos.

Visto que é produzido uma grande quantidade de concreto por dia na obra, a empresa optou por montar uma usina de concreto dentro do canteiro de obras, facilitando o processo de produção do concreto, melhorando a qualidade e a produtividade do sistema, sendo assim, o custo com transporte e lançamento ficou mais favorável e com menor risco de perda.

As concretagens das paredes sempre acontecem no período da tarde, após a liberação das fôrmas, com o grande volume de concreto, foi também montado no canteiro um centro de coleta de corpos de prova e análise tecnológica.

O concreto utilizado nas paredes foi o auto-adensável com resistência mínima característica aos 28 dias de 25 MPa (Figura 57).

Figura 56 – Lançamento do concreto auto-adensável

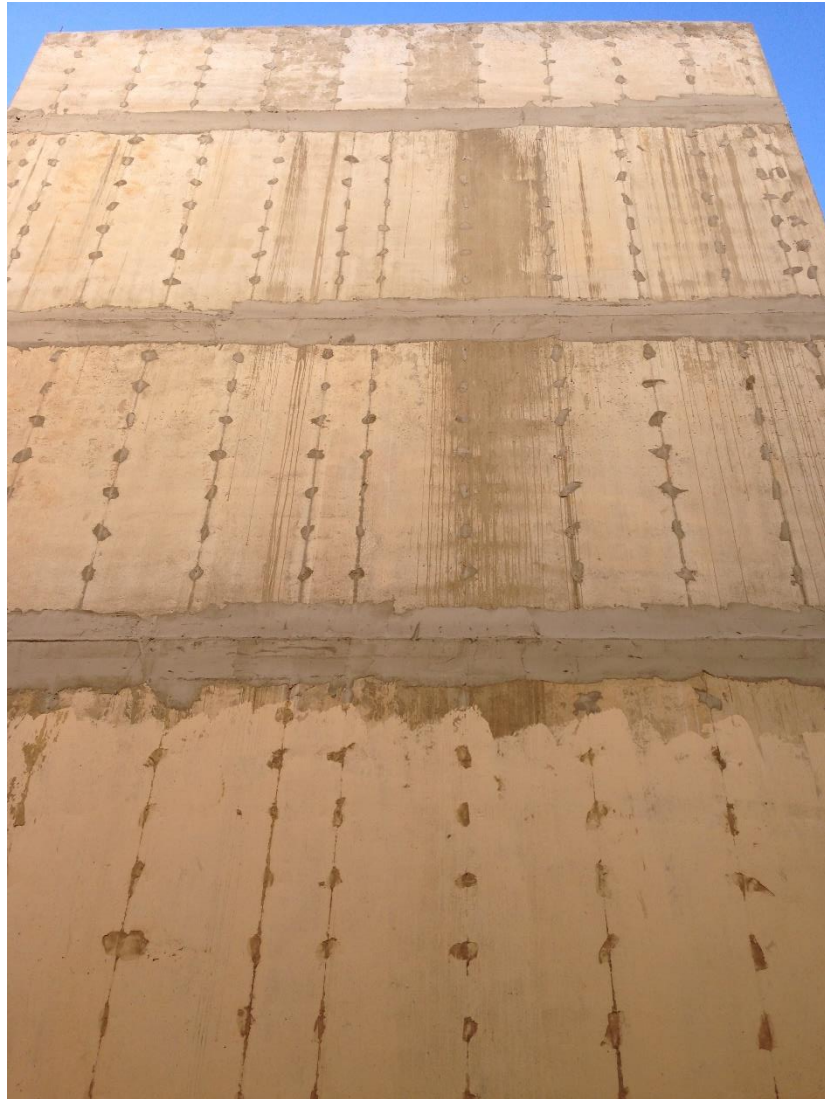


Fonte: Próprio Autor

Após um período de cura de 12 horas as fôrmas começam a ser retiradas, deixando apenas o escoramento da laje, ao retirar as fôrmas, a equipe repete o mesmo processo para o andar superior.

Ao retirar as fôrmas é feito a estucagem com argamassa AC II, que tem a função de impedir a existência de possíveis fissuras no concreto, nas aberturas deixadas pelas faquetas que travam as fôrmas apresentado na Figura 58.

Figura 57 – Estuque fachada externa



Fonte: Próprio Autor

Depois da estucagem é iniciado os serviços de impermeabilização nas paredes, que impedem de haver umidade nas mesmas, em seguida são colocadas as peças cerâmicas no piso e parede dos banheiros e áreas molhadas, em seguida é feita uma regularização com massa acrílica, para correção de possíveis erros de concretagem, em seguida é feito a primeira demão de tinta com um selador tanto interno quanto externo do bloco, são fixadas as portas e janelas dos apartamentos e em seguida é feita a textura nas paredes e tetos.

Por fim são colocados as louças e metais presentes nos apartamentos, luminárias, espelhos nas caixas elétricas e toda a parte de acabamento como apresenta a Figura 59.

Figura 58 – Interior apartamento tipo



Fonte: Próprio Autor

Os processos se repetem da mesma maneira em todos os 40 blocos que já estão sendo executados, todos eles possuem platibanda, e cobertura com telha trapezoidal TP-40.

A fachada da obra é toda em textura e será fechada por uma grade de proteção de 2,50 metros de altura, todos os blocos possuem acessibilidade e todos os apartamentos terão garagem descoberta (Figura 60).

Figura 59 – Montagem da grade de proteção



Fonte: Próprio Autor

Figura 60 – Entrada do empreendimento



Fonte: Próprio Autor

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi a revisão bibliográfica sobre as Paredes de Concreto armado moldadas in loco, enfatizando suas vantagens e desvantagens, suas características, funções, projetos, e fatores que influenciam na sua resistência. Analisando a parte de execução, com um estudo de caso da obra.

O método Paredes de Concreto destaca-se, cada vez mais, entre os sistemas construtivos, por se tratar de um método simples e eficiente. As vantagens oferecidas por este método, desde a redução de custos quanto na redução de prazos, são requisitos fundamentais em uma construção de forma repetitiva. Por apresentar estas atraentes vantagens, este método construtivo vem sendo utilizado não só em Anápolis, mas em todo Brasil e mundo.

Neste sistema construtivo permite uma maior racionalização e produtividade nos canteiros de obra. Havendo um controle de qualidade dos materiais empregados na execução da obra, por exemplo, fôrmas, concreto e aço. Sem contar com as malhas de aço para a execução das paredes e lajes, que são totalmente industrializadas, sendo entregues na obra, já cortadas e dobradas, prontas para sua aplicação. Por ter um controle de qualidade dos materiais, as paredes de concreto armado moldadas in loco possui um alto índice de industrialização.

Constatou-se que é fundamental a elaboração de bons projetos, que tem como meta guiar e instruir os engenheiros, mestres, encarregados e operários durante a obra. O projeto de montagem de fôrmas, sendo um dos principais projetos existentes no canteiro de obras, devido a sua facilidade no entendimento, proporcionando facilidade na montagem das fôrmas, executando assim o serviço com qualidade e produtividade necessária. Nos projetos de Parede de Concreto é de grande importância existir uma interação entre os projetistas (Engenheiros e Arquitetos), pois o resultado final depende da compatibilização dos diversos projetos.

Também foi observado durante o acompanhamento da obra a falta da mão-de-obra qualificada que exige um melhor conhecimento dos trabalhadores. A desqualificação da mão-de-obra, tem sido um grande desafio para construtoras na região de Anápolis e várias outras regiões do Brasil. Com a falta desta mão de obra qualificada, induziu a construtora da obra em estudo, a fornecer capacitação profissional a seus funcionários, desde os engenheiros aos operários.

No presente estudo, conclui-se que o método construtivo em Parede de Concreto armado moldadas in loco, permite obter uma grande economia de materiais utilizados. Apesar da escassez da mão-de-obra especializada, muitas construtoras escolhem este sistema construtivo atraídas pelos motivos econômicos. A Parede de Concreto Armado Moldada in loco é uma opção eficiente de construção para a grande demanda habitacional de baixo e médio padrão no Brasil, podendo também, futuramente, expandir para imóveis de padrão mais alto.

REFERÊNCIAS

ABCP. **Coletânea de ativos – Parede de Concreto**, 2007/2008

_____. **Coletânea de ativos – Parede de Concreto**, 2008/2009

_____. **Coletânea de ativos – Parede de Concreto**, 2009/20010

ABESC. Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem. **Sistema Construtivo Paredes de Concreto Moldados In loco**, 2014. Disponível em <<http://www.abesc.org.br/paredesdeconcreto>> acesso em 04 Outubro 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR Tela de aço soldada – Armadura para concreto**, 1990. Disponível em <<http://www.abntonline.org.br>> acesso em 24 maio 2015.

_____. **Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – especificações**, 2008. Disponível em <<http://www.abntonline.org.br>> acesso em 29 maio 2015.

AGENCIA BRASIL. **Minha casa minha vida é avaliado como impulsionador da retomada econômica**. 2010. Disponível em <<http://revista.penseimoveis.com.br>> acesso em 03 maio 2015.

ALEXANDRE, **Paredes de Concreto: Vantagens e desvantagens**, 2015. Disponível em <<http://www.pini.com.br/revistatechne/artigoscomentados>> acesso em 12 Outubro 2015.

ANAUTE M. **Núcleo parede de concreto**, 2012. Disponível em <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque/minha-casa-minha-vida>> acesso em 09 maio 2015.

ARÊAS D. M., **Descrição do processo construtivo de parede de concreto para obra de baixo padrão**, 2013. Rio de Janeiro, Escola Politécnica – Projeto de Graduação.

BACCI D. **Aspectos e impactos ambientais de pedra em area urbana**, 2006. Disponível em <<http://www.scielo.br>> acesso em 09 maio 2015.

COMUNIDADE DA CONSTRUCAO. **Boas práticas**, 2012. Disponível em <<http://comunidadedaconstrucao.com.br>> acesso em 06 maio 2015.

COMUNIDADE DA CONSTRUCAO. **Ativos Paredes de Concreto**, 2009. Disponível em <<http://comunidadedaconstrucao.com.br>> acesso em 20 Agosto 2015.

COMUNIDADE DA CONSTRUCAO. **Sistema Construtivo Paredes de Concreto**, 2015. Disponível em <<http://comunidadedaconstrucao.com.br>> acesso em 12 Setembro 2015.

CICHINELLI G. C. **Como comprar e utilizar formas metálicas**, 2009. Disponível em <<http://www.sh.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm>> acesso em 03 maio 2015.

CICHINELLI G. **Sistema construtivo cresce entre opções para habitação popular**. Abril, 2015. Edição 166. Disponível em <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/166/>> artigo acesso em 10 outubro 2015.

DIRECIONAL ENGENHARIA. Disponível em <<http://www.cte.com.br/projetos>> acesso em 17 maio 2015.

D' AMBROSIO D. **Sistema industrial chega à construção**, 2009.

FONSECA A. **Produtos e serviços de suporte à parede de concreto**, 2012. Disponível em <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque-interno/produtos-e-servicos>> acesso em 12 Setembro 2015.

HESKETH M. **Parede de concreto**. Belo Horizonte, 2009.

JUSTUS P. **Construção de casa entra na fôrma**, 2009, São Paulo. Disponível em <<http://www.solucoesparacidades.com.br/habitacao>> acesso em 03 maio 2015.

MENDONÇA. **Minha casa 2 é insuficiente para sanar o déficit**, 2011. Disponível em <<http://www.infomoney.com.br/>> acesso em 03 maio 2015.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Déficit habitacional no Brasil**, 2011. Disponível em <<http://www.camara.leg.br/noticias/>> acesso em 03 maio 2015.

MINHA CASA MINHA VIDA. **O programa**, 2014. Disponível em <<http://www.minhacasaminhavid.gov.br>> acesso em 02 maio 2015.

MISSURELLI H. ; MASSUDA C. **Como construir parede de concreto**. Revista Técnica, 2009.

MONGE R **Paredes de Concreto Armado Moldadas no Local**. Abril, 2015. Edição 166. Disponível em <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/166/>> artigo acesso em 10 outubro 2015.

OHASHI, E. A. M. **Sistema de informação para coordenação de projetos**,2001. Dissertação de mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

PINI. **Parede de concreto X Alvenaria de blocos cerâmicos**, 2009. Disponível em <<http://revista.construcaomercado.com.br/guia/habitacao-financiamento-imobiliario> > acesso em 05 maio 2015.

REVISTA TECHNE. **Paredes de concreto**, 2009. Disponível em <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/146/>> acesso em 02 maio 2015.

REVISTA TECHNE. **Método Construtivo Paredes de Concreto**, 2015. Disponível em <<http://www.revistatechne.com.br>> acesso em 12 Setembro 2015.

REVISTA TECHNE. **Paredes de concreto x Alvenaria Estrutural**, 2012. Disponível em <<http://www.revistatechne.com.br>> acesso em 02 Setembro 2015.

VIERIRA, 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 15 Outubro 2015.

WENDLER A. **Sistema construtivo parede de concreto: Um sistema com bom desempenho**. São Paulo, 2009, Concrete Show.