

UNIEVANGÉLICA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MARCIEL MARQUES PEREIRA
VANUSA NERIS DA CUNHA D'ABADIA

ANÁLISE COMPARATIVA: ESTRUTURAS DE PAREDE DE
CONCRETO VERSUS CONCRETO ARMADO
CONVENCIONAL

ANÁPOLIS / GO

2015

MARCIEL MARQUES PEREIRA
VANUSA NERIS DA CUNHA D'ABADIA

**ANÁLISE COMPARATIVA: ESTRUTURAS DE PAREDE DE
CONCRETO VERSUS CONCRETO ARMADO
CONVENCIONAL**

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

**ORIENTADOR: AGNALDO ANTONIO MOREIRA TEODORO
DA SILVA**

ANÁPOLIS / GO: 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

PEREIRA, MARCIEL MARQUES; D'ABADIA, VANUSA NERIS DA CUNHA	
Análise Comparativa: Estruturas de Parede de Concreto Versus Concreto Armado Convencional	
137P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2015).	
TCC - UniEvangélica	
Curso de Engenharia Civil.	
1. Parede de Concreto	2. Concreto Alto Adensável
3. Alvenaria Convencional	4. Formas de Alumínio
I. ENC/UNI	II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PEREIRA, M. M; D'ABADIA, V. N. C. Análise Comparativa: Estruturas de Parede de Concreto Versus Concreto Armado Convencional. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 137p. 2015.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Marciel Marques Pereira

Vanusa Neris da Cunha D'Abadia

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Análise Comparativa: Estruturas de Parede de Concreto Versus Concreto Armado Convencional

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.

Marciel Marques Pereira

E-mail: marcielmarques.eng@gmail.com

Vanusa Neris da Cunha D'Abadia

E-mail: vanusaneris.eng@gmail.com

**MARCIEL MARQUES PEREIRA
VANUSA NERIS DA CUNHA D'ABADIA**

**ANÁLISE COMPARATIVA: ESTRUTURAS DE PAREDE DE
CONCRETO VERSUS CONCRETO ARMADO
CONVENCIONAL**

**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:

**AGNALDO ANTONIO MOREIRA TEODORO DA SILVA, Especialista
(UniEvangélica)
(ORIENTADOR)**

**JULIANA SIMAS RIBEIRO, Mestra (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**ROGÉRIO CORREA DE SOUZA ARAÚJO, Mestre (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**

ANÁPOLIS/GO, 11 de Dezembro de 2015.

*Consagre ao Senhor tudo o que você faz,
e os seus planos serão bem-sucedidos.*

(Provérbios 16:3)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado a oportunidade e sabedoria de ingressar em curso tão importante e estar na reta final, agradeço por ter me iluminado nas escolhas certas e por ter me colocado em uma família simples, mais que me ensinou valores que vou levar para vida inteira.

Agradeço ao grande empreiteiro e amigo Odemar Lobo que me deu a oportunidade de entrar na construção civil ainda na adolescência, por ter me ensinado e por ter confiado em mim durante todo o tempo que trabalhamos juntos, pois foi na sua equipe que me tornei um profissional da construção civil e comecei a sonhar com esta grande realização que estou conquistando.

Agradeço também ao arquiteto Roberto Armond Junior pelos anos de trabalho juntos na execução de seus projetos, pelos conselhos e pelas nossas conversas sobre engenharia e arquitetura, que me fizeram fortalecer ainda mais na busca pela realização desse sonho.

Agradeço também a todos os meus amigos e companheiros de trabalho que trabalharam comigo durante o tempo em que trabalhei com o empreiteiro Odemar Lobo e com o arquiteto Roberto Armond Junior, tenho certeza que com cada um deles aprendi e absorvi conhecimentos sobre execução de obras, que me facilitou em muitos momentos no entendimento dos processos durante o curso.

Agradeço também a todos os parentes e amigos que sempre me incentivaram e que estão na torcida desde o começo do curso, muito obrigado por estarem ao meu lado e por partilhar comigo esta grande conquista.

Agradeço também a todos os meus colegas e amigos do curso, convivi e aprendi com grandes pessoas e tenho certeza que conquistei amizades duradouras e grandes parceiros profissionais.

Agradeço também a todo corpo docente da Uni Evangélica, com todos os seus conhecimentos e experiências profissionais passados e por toda estrutura que a faculdade pode oferecer para nossa formação.

Ao meu orientador Prof. Agnaldo Antônio Moreira Teodoro da silva, que me deu a oportunidade de ser seu orientando, pelo grande professor e profissional que ele é, me proporcionado enorme conhecimento.

E enfim agradecer a todas as pessoas que de algum modo ou momento fizeram ou fazem parte em minha graduação, obrigado por tudo, tudo que aprendi na minha vida escolar, aprendi com vocês, portanto vocês têm a minha eterna gratidão.

Marciel Marques Pereira

AGRADECIMENTOS

Meu sonho realizado, minha vitória por Deus.

Agora na reta final só tenho a agradecer, primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por me proporcionar condições de me formar no Curso de Engenharia Civil, por estar sempre me iluminando e guiando nas escolhas certas.

Aos meus amados pais, José Neris da Cunha (in memoriam) e Domicia Mendes Sousa Cunha, que foram à base de tudo pra mim, apoiando-me nos momentos difíceis, passando confiança. Agradeço pelo carinho e amor incondicional, apoio e crença nos meus sonhos, que me ajudaram a chegar onde me encontro no momento. Por isso, sempre terei orgulho, de ser sua filha.

A minha querida irmã, Vanete Sousa Cunha, pelo apoio e incentivo constante, por esta sempre disposta a qualquer momento em que eu precisei de sua ajuda.

Ao meu esposo, Marcio Pinto D'abadia, especialmente, pelo amor, carinho, companheirismo e paciência, despendidos ao longo dos anos. Por estar sempre ao meu lado me apoiando e incentivando, me dando força para não desistir mesmo nas horas mais difíceis.

Ao professor Agnaldo Antônio Moreira Teodoro da silva, por ter aceitado nos orientar, ainda mais por sua ajuda e por todo tempo dedicado a este trabalho, tornando-o possível.

Aos meus amigos; Elizete Maria, Vanessa Silva, Mayara Martins, Lorrann Moreira e Marciel Marques que juntos trilhamos esse caminho, passamos por muitas tristezas e angustias juntos, mas os momentos de alegria e descontração foram maiores, obrigado pela atenção e apoio durante esse 5 anos. Com certeza manteremos nossas amizades e seremos grandes parceiros de trabalho.

A todos os meus amigos de turma, por cada momento juntos, por incansáveis momentos dedicados aos estudos, que foram muito importantes para minha graduação, que com certeza nossas amizades serão duradoura e seremos grandes parceiros profissionais.

Mas quero dedicar está minha vitória a meu pai que já não está entre nós, mas que sonhou este meu sonho e chorou as minhas lágrimas. O qual sempre foi meu alicerce seguro, suas atitudes como tijolos um a um para o meu crescimento e seu amor a minha estrutura inabalável.

Vanusa Neris da Cunha D'Abadia

RESUMO

A viabilidade da implementação de um projeto depende fundamentalmente do custo e do tempo de execução da obra, estes dois pontos requerem uma serie de estudos preliminares visando alternativas de sistemas construtivos que podem garantir estes fatores tão importantes que podem ser de fundamental importância na sobrevivência das construtoras no mercado. Devido esta importância, o objetivo principal deste trabalho é apresentar o estudo comparativo da viabilidade de tempo e custo da execução entre a construção de Concreto Armado Convencional e as Paredes de Concreto, tendo como base de análise duas construções de portes iguais, os dois ainda em fase de projeto, sendo dimensionados por estes dois métodos construtivos, através da realização do orçamento e do cronograma de execução, que nos fornecerá dados suficientes para a análise de viabilidade. Através desta análise observou-se que a utilização do método executivo das Paredes de Concreto Armado Moldadas no Local com Fôrma de Alumínio é viável principalmente pela diminuição dos processos e consequentemente pela diminuição de mão de obra e custos.

PALAVRAS-CHAVE: Comparativo de Custo. Viabilidade. Concreto Armado Convencional. Paredes de Concreto Armado Moldadas no Local com Fôrma de Alumínio. Análise Comparativa.

ABSTRACT

The viability of execution a project depends fundamentally on the cost and the execution time of the construction, these two aspects require a series of preliminary studies, aiming alternative construction systems that may possibly guarantee these important factors that can be essential for the survival of construction builders in the market. Due to the importance, the main goal of this project is to present a comparative study of the viability of time and the cost of execution between conventional reinforced concrete and pre molded concrete walls, having as base analysis two buildings of similar size, in the planning phase, being studied by these two methods, by budgeting and execution schedule which will provide us with sufficient data for viability analysis. Through this analysis it was observed that the use of the pre molded concrete walls method with the aluminum molds was viable mainly by the decrease of works all around and consequently the reduction of manpower and costs.

KEYWORDS: Cost Comparison. Viability. Conventional Armed concrete. Concrete walls Armed molded on site with Aluminium Formwork. Comparative Analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Detalhe alvenaria de vedação.....	19
Figura 2 - Gabarito de locação	21
Figura 3 - Gabarito com locação marcada.....	21
Figura 4 - Estacas concretadas.....	22
Figura 5 - Formas de vigas baldrame	23
Figura 6 - Armaduras posicionadas	24
Figura 7 - Vigas baldrame concretadas	25
Figura 8 - Esquema geral de formas de madeira	25
Figura 9 - Esquema geral de formas mistas.....	26
Figura 10- Detalhe de formas de pilares.....	27
Figura 11- Formas de fechamento de pilares.....	28
Figura 12 - Formas de fechamento de vigas.....	29
Figura 13 - Formas de escoramentos de laje	30
Figura 14 - Detalhe de escoramento de madeira	31
Figura 15 - Detalhe de escoramento metálico	32
Figura 16 - Marcação das paredes	34
Figura 17 - Tipos de blocos Cerâmicos	35
Figura 18 - Travamento dos blocos	35
Figura 19 - Detalhes de encunhamento	36
Figura 20 - Forma de alumínio	39
Figura 21 - Forma de plástico.....	40
Figura 22 - Forma com estrutura metálica e chapa de aço	40
Figura 23 - Forma de alumínio	41
Figura 24 – Forma de estrutura metálica e chapa de aço laminado.....	42
Figura 25 - Forma de estrutura metálica e chapa compensada.....	42
Figura 26 - Forma com estrutura metálica e chapa compensada.....	43
Figura 27 - Telas para armação parede de concreto	44
Figura 28 - Exemplo de modulação.....	49
Figura 29 - Exemplo de simetria	50
Figura 30 - Exemplo de alinhamento de paredes	51
Figura 31 - Nomenclatura das telas	51

Figura 32 - Detalhe dos arranques	52
Figura 33 - Detalhes dos reforços das paredes	52
Figura 34 - - Detalhes das telas da parede	53
Figura 35 - Detalhe das telas de canto	53
Figura 36 - Execução radier.....	55
Figura 37 - Marcação das linhas de paredes nas fundações	56
Figura 38 - Execução armação paredes	57
Figura 39 - Posicionamento dos eletrodutos e caixas elétricas - na parede.....	58
Figura 40 - Montagem eletrodutos e caixas elétricas na laje.....	58
Figura 41 - Tubulação hidros sanitária	59
Figura 42- Colocação de espaçadores	60
Figura 43 - Aplicação do desmoldante	61
Figura 44 - Montagem dos painéis interna de formas de alumínio	62
Figura 45 - montagem dos painéis externos de forma de alumínio.....	62
Figura 46 - Espaçadores utilizados para determinar a espessura das paredes	63
Figura 47 - Formas com os espaçadores.....	63
Figura 48 - Montagem do forro da janela.....	64
Figura 49 - Tensores de vão	64
Figura 50 - Instalações dos alinhadores.....	65
Figura 51 - Identificação das peças de utilização da forma de alumínio.....	65
Figura 52 - Montagem forma da laje	67
Figura 53 - Escoras lajes.....	67
Figura 54 - Armação, tubulação elétrica e passagens hidros sanitária	68
Figura 55 - Slump teste.....	68
Figura 56 - Slump flow test	69
Figura 57 - Início concretagem das paredes	70
Figura 58 - Concretagens da laje	70
Figura 59 - Cura do concreto.....	72
Figura 60 - Desforma paredes externa.....	73
Figura 61 - Limpeza da forma	74
Figura 62 - layout apartamento.....	75
Figura 63 - Planta baixa, pav. Tipo	76
Figura 64 – Corte frontal do edifício	77
Figura 65 - Corte lateral do edifício	78

Figura 66 – Fachada	78
Figura 67 - Pórtico 3D da estrutura	80
Figura 68 -- procedimento para execução das estacas.....	81
Figura 69 - Detalhe e armação das estacas	82
Figura 70 - Detalhe dos blocos de coroamento	82
Figura 71 - Comparativo de custos das etapas de execução.....	94
Figura 72 - Comparativo de tempo de execução	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo das telas	54
Tabela 2 - Estrutura Analítica do Projeto	83
Tabela 3 - Exemplo de levantamento quantitativo de serviço - Alvenaria de vedação.....	86
Tabela 4 - Exemplo de cálculo de duração de atividades para serviço –	87
Tabela 5 - Cronograma estrutura convencional.....	88
Tabela 6 – Orçamento Resumido – Estrutura de Concreto convencional.....	89
Tabela 7 – Orçamento Resumido – Paredes de Concreto	91
Tabela 8 – Cronograma Parede de concreto.....	92
Tabela 9 – Custos para construção de um residencial multifamiliar.....	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Vantagens e Desvantagens	20
Quadro 02 - Vantagens e Desvantagens do Bloco Cerâmico.....	37
Quadro 03 - Tabela Comparativa dos Sistemas de Formas.....	47
Quadro 04 -.Resumo das telas.....	54
Quadro 05 – Legenda figura 51	66
Quadro 06 - Processos de execução	96

LISTA DE ORGANOGRAMA

Organograma 1 - EAP revestimento de argamassa.....	83
--	----

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBTS - Instituto Brasileiro de telas soldadas

ABCP - Associação Brasileira Cimento Portland

ABESC - Associação Brasileira de Serviços de Concretagem

RN - Referência de nível

ACI 318 - American Concrete Institute - Norma Norte-Americana

DTU - Documents Techniques Unifies - Norma Francesa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVO	16
1.1.1	Geral	16
1.1.2	Específicos	16
2	REVISÃO LITERÁRIA	17
2.1	CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL	17
2.1.1	Histórico	17
2.1.2	Definição de Concreto Armado Convencional	18
2.1.3	Característica da estrutura de Concreto Armado Convencional	19
2.1.4	Vantagens e Desvantagens	20
2.1.5	PROCESSO CONSTRUTIVO	20
2.2	PAREDES DE CONCRETO.....	37
2.2.2	Tipos de formas	38
2.2.3	Características das paredes de concreto	43
2.2.4	Processo construtivo em paredes de concreto	48
3	METODOLOGIA.....	75
3.1	CARACTERISTICAS DO PROJETO.....	75
3.2	CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL	79
3.2.1	Projeto Estrutural – Estrutura Convencional De Concreto	80
3.2.2	Estrutura Analítica De Projeto	83
3.2.3	Quantitativo Dos Serviços	85
3.2.4	Definição Das Durações Das Atividades	86
3.2.5	Cronograma	87
3.2.6	ORÇAMENTO	89
3.3	PAREDES DE CONCRETO.....	90
3.3.1	Orçamento	91
3.3.2	Cronograma	92
4	ANÁLISE E DISCUÇÃO	93
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
5.1	PROPOSTAS PARA ANÁLISES FUTURAS	97
	REFERENCIAS	98

APENDICE A – EAP.....	0
APENDICE B – DURAÇÕES DAS ATIVIDADES	103
APENDICE C - CRONOGRAMAS	104
APENDICE D – ORÇAMENTOS	105

1 INTRODUÇÃO

Parede de concreto é um elemento estrutural moldado no local da obra em que a estrutura e a vedação são formadas por um único elemento. “Segundo a *NBR 16055 (2012) Parede de concreto moldada no local para construção de edificações – Requisitos e procedimentos*”, parede de concreto é um elemento com comprimento maior que dez vezes sua espessura, capaz de suportar cargas no mesmo plano da parede. Esta é uma metodologia de construção voltada à produção de edificações com grande número de repetições, o sistema pode ser empregado em diferentes tipos de edificações: casas térreas, sobrados, edifícios com pavimento térreo mais cinco pavimentos tipo, edifícios com pavimento térreo mais oito pavimentos tipo - limite para ter apenas esforços de compressão, edifícios de até 30 pavimentos e edifícios com mais de 30 pavimentos - considerados casos especiais e específicos.

Segundo a ABCP (Associação Brasileira Cimento Portland) a indústria da construção civil brasileira vivia um momento singular por meados de 2007 e 2008, beneficiados pela grande demanda por edificações e pelo crescente acesso da população ao crédito. Essa situação exigiu das construtoras um maior foco em obras duráveis, realizadas dentro de padrões técnicos reconhecidos, como segurança estrutural, velocidade de execução e bom gosto estético. A busca de uma resposta a esta procura da população uniu algumas instituições de grande respeito no meio técnico, como a ABCP, a Associação Brasileira de Serviços de Concretagem (ABESC) e o Instituto Brasileiro de Telas Soldadas (IBTS). Foi então que surgiu a primeira iniciativa em agosto de 2007, quando estas três instituições lideraram a visita de um grupo de construtoras a obras na Colômbia (Bogotá) e no Chile (Santiago), países que adotam largamente o processo. Desde então, identificou-se a necessidade de desenvolver ações conjuntas para fortalecer a utilização desse sistema em nossos canteiros de obra.

Com este sistema, a qualidade é garantida pelo uso de formas com grande precisão dimensional, materiais com produção controlada (concreto, aço e tela), atividades planejadas e não artesanais, potencializando a produção dentro dos requisitos de qualidade estabelecidos. Na cidade de Anápolis não há a cultura de usar esse sistema construtivo. Atualmente existem três construtoras que utilizam esse processo. Assim o presente trabalho tem como intuito avaliar as vantagens desse processo construtivo comparando-o com o sistema convencional mais usado na cidade.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Geral

Realizar um estudo comparativo de um projeto, utilizando dois processos construtivos, paredes de concreto moldadas no local com formas de alumínio e Concreto Armado Convencional com alvenaria de blocos cerâmicos.

1.1.2 Específicos

- a) fazer o orçamento de um projeto estrutural de um prédio de quatro andares para execução em parede de concreto moldadas no local com formas de alumínio, não incluso no orçamento a parte de acabamento.
- b) fazer um projeto estrutural e o orçamento de um prédio de quatro andares para execução em concreto armado convencional, também não incluso no orçamento a parte de acabamento.
- c) fazer o cronograma de execução dos dois sistemas construtivos.
- d) expor as vantagens e desvantagens, sob a análise da viabilidade econômica, construtiva e tempo de execução.

2 REVISÃO LITERÁRIA

2.1 CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL

2.1.1 Histórico

Júnior (2013), explica em suas notas de aula que a utilização do concreto, diferente do atual, mas com características semelhantes, perde-se na antiguidade, já era conhecido e aplicado nos tempos do Império Romano.

Os assírios e babilônios pioneiros da construção usaram argila como aglomerante, mas a sua fraca resistência não permitiu um maior desenvolvimento das construções.

Os egípcios conseguiram uma ligação mais rígida com argamassa de cal e gesso, como atestam suas pirâmides e seus templos.

Os romanos criaram um aglomerante de grande durabilidade adicionando ao calcário determinada cinza vulcânica do Vesúvio, chamada “pozzolana”.

Em 1824, o escocês Josef Aspdin desenvolveu um cimento bem semelhante ao atual, dando-lhe o nome de “Portland”, nome de uma cidade do litoral sul da Inglaterra, onde existem rochedos com a mesma cor cinza esverdeado do cimento descoberto.

Somente em meados do século XIX, quando surgiu a ideia de se adicionar ao concreto um material de elevada resistência à tração, é que progressos relevantes se fizeram sentir, nascia assim um material composto, “cimento armado”, e posteriormente, “concreto armado”.

A invenção do concreto armado é muitas vezes atribuído ao francês MONIER (horticultor e paisagista) que baseando-se na ideia de Lambot, em 1861 construiu vasos de flores com argamassa de cimento e areia e armadura de arame, de maneira bem empírica. Em 1867 obteve a sua primeira patente para a construção de vasos, em 1868 a patente se estendeu a tubos e reservatórios, em 1869 a placas, em 1873 a pontes e em 1875 a escadas.

No Brasil, Emílio Henrique Baumgart pode ser considerado o “pai” da Engenharia Estrutural Brasileira, tendo projetado várias obras com diversos recordes mundiais de tamanho ou originalidade, como:

- a) ponte Herval (Santa Catarina) sobre o Rio do Peixe, em 1928, recorde mundial de vão em viga reta de concreto armado (68 m.), e que pela primeira vez usou a construção em “balanços sucessivos”.

b) edifício “A Noite” no Rio de Janeiro, em 1928, com 22 pavimentos, na época, o maior edifício em concreto armado do mundo. (JÚNIOR; TARLEY, 2013)

2.1.2 Definição de Concreto Armado Convencional

Concreto armado é o material resultante da conveniente união do concreto simples com o aço de baixo teor de carbono, tratando-se, portanto de um material de construção composto, admite-se que exista perfeita aderência entre estes dois materiais, de forma a trabalharem solidariamente sob as diferentes ações que atuam nas construções de um modo geral. (CAMACHO, Professor Jefferson S, FEIS/UNESP).

O departamento de engenharia de estruturas da USP (Universidade de São Paulo) define o concreto armado como a associação do concreto simples com uma armadura, usualmente constituída por barras de aço. Os dois materiais devem resistir solidariamente aos esforços solicitantes. Essa solidariedade é garantida pela aderência. CONCRETO ARMADO ↔ CONCRETO SIMPLES + ARMADURA + ADERÊNCIA.

Júnior (2013) explica também que [...] o concreto é um material de construção resultante da mistura de um aglomerante (cimento), com agregado miúdo (areia), agregado graúdo (brita) e água em proporções exatas e bem definida.

Atualmente, é comum a utilização de um novo componente: os “aditivos”, destinados a melhorar ou conferir propriedades especiais ao concreto.

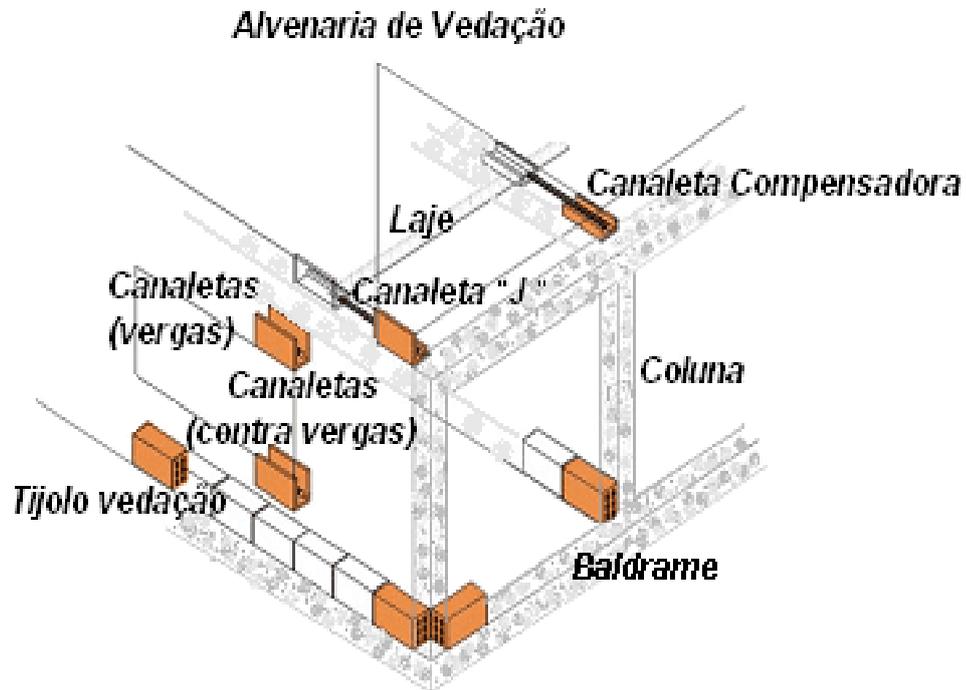
A função dos agregados é dar ao conjunto condições de resistência aos esforços e ao desgaste, além de redução no custo e redução na contração. Após a mistura, obtém-se o concreto fresco, material de consistência mais ou menos plástica que permite a sua moldagem em formas. Ao longo do tempo, o concreto endurece em virtude de reações químicas entre o cimento e a água (hidratação do cimento).

A resistência do concreto aumenta com o tempo, propriedade esta que o distingue dos demais materiais de construção. A propriedade marcante do concreto é sua elevada resistência aos esforços de compressão aliada a uma baixa resistência à tração. A resistência à tração é da ordem de 1/10 da resistência à compressão.

Entende-se como estrutura convencional aquela em que as lajes se apoiam em vigas (tipo laje-viga-pilar). (ALBUQUERQUE *et, al.*, 2002)

Na figura 1, podemos ver as divisões de uma estrutura de concreto convencional, com detalhes de vedação.

Figura 1 – Detalhe alvenaria de vedação



Fonte: <http://www.fkcomercio.com.br/index.html>

2.1.3 Característica da estrutura de Concreto Armado Convencional

GIONGO (2007) descreve [...] os edifícios usuais de concreto armado como elementos estruturais, que compõem o sistema estrutural global, são constituídos pelas lajes, vigas e pilares ou união destes elementos, como por exemplos, as escadas que são compostas por lajes e vigas. Os pilares, junto ao nível do terreno ou abaixo dele se houver subsolo, são apoiados em sapatas diretas ou blocos sobre estacas para transferir as ações para o solo.

2.1.4 Vantagens e Desvantagens

Júnior (2013), também examina as vantagens e desvantagens do concreto armado:

Quadro 1 - Vantagens e Desvantagens

VANTAGEM	DESVANTAGEM
<ul style="list-style-type: none"> • Economia: o concreto se revela mais barato que a estrutura metálica, exceto em casos de vãos muitos grandes. Em muitos casos os agregados podem ser obtidos no próprio local da obra. Não exige mão de obra especializada. • Durabilidade: a resistência do concreto aumenta com o tempo. • Adaptação a qualquer tipo de fôrma. • Manutenção e conservação praticamente nulas. • Resistência ao fogo. • Impermeabilidade. • Monolitismo. • Resistência ao desgaste mecânico (choques, vibrações). • Facilidade de execução (fácil emprego e manuseio). 	<ul style="list-style-type: none"> • Grande peso próprio 2500 kg / m³ (pode ser reduzido com utilização de agregados leves) • Reforma e demolições difíceis ou até impossíveis. • Baixo grau de proteção térmica. • Demora de utilização (o prazo pode ser reduzido com a utilização de aditivos).

Fonte: Autor, 2015

2.1.5 PROCESSO CONSTRUTIVO

2.1.5.1 Fundação

Segundo Quevedo; Junior, (2006) “[...] o terreno deve estar limpo e com os limites de divisa demarcados por estacas, é preciso definir a referência de nível (RN) da obra e a referência pela qual será feita a locação da obra, conferindo os eixos e as divisas da mesma, verificando as distâncias entre eles. A locação deverá ser executada pelo mestre de obras ou profissional habilitado, o qual deverá implantar pontaletes ou estacas de posição com cotas de nível perfeitamente definidas para demarcação dos eixos. A locação deverá ser global, sobre gabaritos (ripas) que envolvam todo o perímetro da obra. As ripas que compõem este quadro precisam estar bem niveladas, fixadas e travadas, a fim de resistirem à tensão da linha de nylon de demarcação, sem oscilar nem fugir da posição correta. Para terrenos que apresentarem um caimento elevado, o gabarito deverá ser feito em degraus, mas sempre em perfeito nível, esquadro e alinhamento. [...]”

É necessário, depois de determinados todos os eixos das paredes, fazer a verificação da posição por meio da medida das diagonais, que são linhas traçadas com o propósito de

constituir a hipotenusa de triângulos retângulos, cujos catetos são os eixos da locação. (QUEVEDO; JUNIOR, 2006)

Figura 2 - Gabarito de locação



Fonte: Autor, 2015

Figura 3 - Gabarito com locação marcada



Fonte: Autor, 2015

Após a locação inicia-se a abertura dos furos, após a perfuração dos furos deverá ser iniciada a limpeza do fundo da estaca, de maneira a não permitir material solto. Esta limpeza deverá ser realizada com o próprio trado sem aplicar esforços sobre o mesmo, com os furos limpos é feito a concretagem da fundação, de acordo com as especificações de projeto como resistência mínima do concreto, armaduras e cota de arrasamento. (QUEVEDO; JUNIOR, 2006).

Figura 4 - Estacas concretadas

Fonte: Autor, 2015

Os projetos de arquitetura e estrutura devem estar concluídos e, se possível, providenciar um projeto de fôrma. O material deve estar disponível, como chapas de compensado, pontaletes, tábuas etc. A central deve estar montada e equipada. Os painéis devem ser executados pensando no seu tamanho e peso, de forma a facilitar a montagem, o transporte e a desforma. Todas as peças devem ser galgadas e os painéis devem ser estruturados. Recomenda-se que as superfícies de corte sejam planas e lisas, sem apresentar serrilhas; também é conveniente neste momento identificar os painéis com uma numeração ou código para facilitar na montagem. Eventuais furos nos painéis devem ser executados sempre da face interna da fôrma em direção à face externa, com broca de aço rápida para madeira. A marcação das posições de cimbramento nas fôrmas facilita o processo de montagem. Assim, marcam-se nas fôrmas as posições onde serão colocados os seus elementos de sustentação como garfos simples, garfos com mão-francesa, escoramento e ré escoramento. A identificação deve ser feita com tinta. Recomenda-se que os topos de chapas sejam selados com tinta a óleo ou selante à base de borracha clorada, tão logo as peças sejam serradas na bancada. (QUEVEDO; JUNIOR, 2006)

Figura 5 - Formas de vigas baldrame

Fonte: Autor, 2015

Para a montagem das armaduras, os materiais e equipamentos devem estar disponíveis, bem como o projeto estrutural definido e aprovado para uso. Devem-se cortar os fios e as barras de aço seguindo as orientações e dimensões definidas em projeto estrutural ou segundo orientações do supervisor de obras. Dobrar as pontas em “L” ou em forma de gancho sempre de acordo com as orientações e dimensões de projeto. É necessário atentar para o não dobramento das barras em curvas muito acentuadas, pois elas podem causar a quebra ou o enfraquecimento das regiões da dobra. Organizar as armaduras em forma de kits para cada peça a ser montada (área de laje, pilar, viga etc.). A sequência de montagem das armaduras deve ser a seguinte: posicionar duas barras de aço, colocar todos os estribos, fixando somente os das extremidades. Em seguida, posicionar as demais barras e amarrá-las aos estribos da extremidade. Depois de posicionar os demais estribos conferir os espaçamentos e o número de barras longitudinais e de estribos. Amarrar firmemente o conjunto em todos os pontos de contato. (QUEVEDO; JUNIOR, 2006)

Figura 6 - Armaduras posicionadas

Fonte: Autor, 2015

Para a concretagem das vigas, as fôrmas as devem estar executadas, limpas e conferidas, as armaduras precisam estar posicionadas e conferidas e as instalações elétricas e hidráulicas posicionadas. Verificar se o traço do concreto está de acordo com a resistência solicitada.

Molhar as fôrmas abundantemente e lançar o concreto tomando o cuidado de não formar grandes acúmulos de material num ponto isolado da fôrma, respeitando-se sempre o tempo limite de 2 horas e 30 minutos entre a saída do caminhão da usina ou sua produção em obra e o lançamento. Espalhar o concreto com auxílio de pás e enxadas e vibrá-lo em diversos pontos. Não vibrar o concreto pela armadura. No caso de pilares, concretar em camadas com espessura compatível com o comprimento da agulha do vibrador (aproximadamente igual a três quartos do comprimento da agulha). Para os pilares de grande altura, devem ser abertas janelas nas fôrmas para executar a concretagem em etapas de 2,5 m. Acompanhar, no lançamento, se não ocorrem deslocamentos da ferragem ou fôrmas e outros elementos.

Iniciar a cura úmida tão logo a superfície permita (secagem ao tato), molhando as peças por um período mínimo de três dias consecutivos, em intervalos de tempo suficientemente curtos para que a superfície da peça permaneça sempre úmida. (QUEVEDO; JUNIOR, 2006)

Figura 7 - Vigas baldrame concretadas

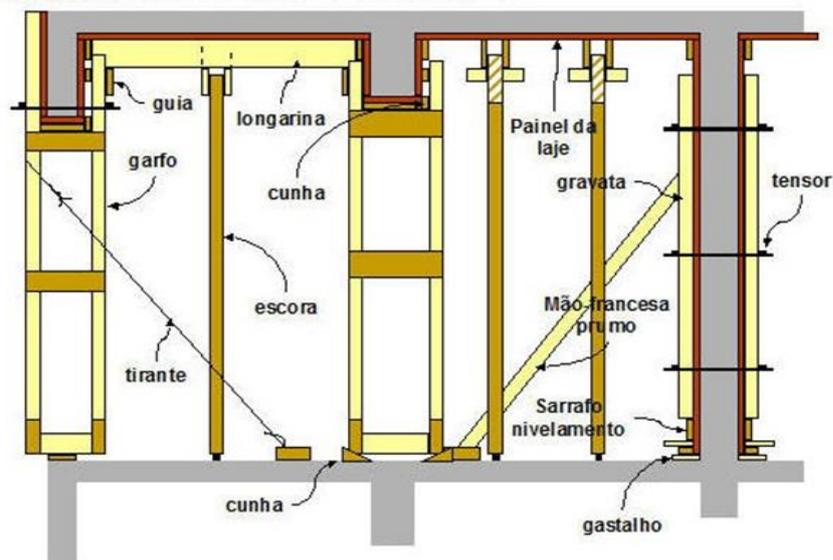


Fonte: Autor

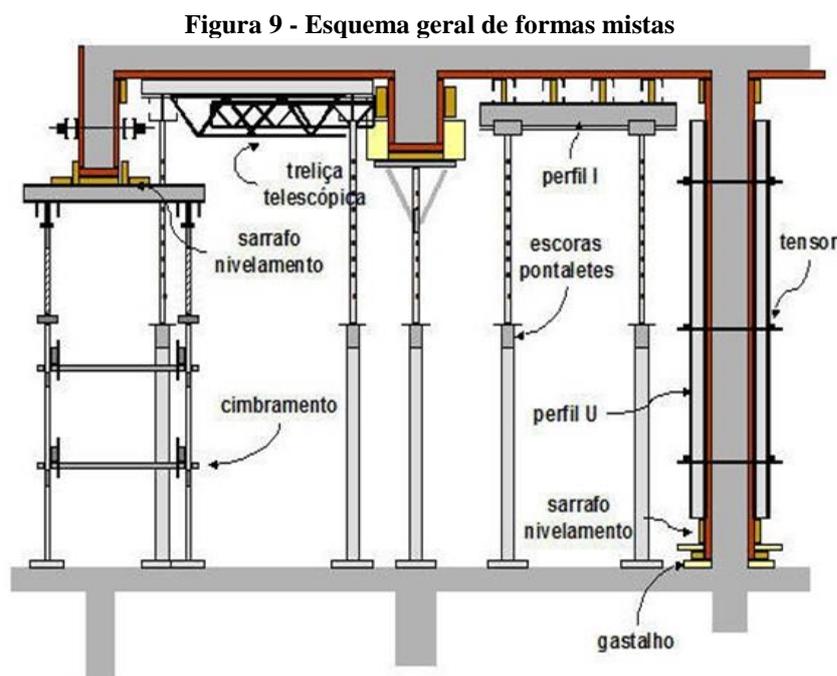
2.1.5.2 Formas

A NBR 14931 (2004) Execução de estruturas de concreto – Procedimento, diz que a fôrma deve ser suficientemente estanque, de modo a impedir a perda de pasta de cimento, admitindo-se como limite a surgência do agregado miúdo da superfície do concreto. Os elementos estruturantes das fôrmas devem ser dispostos de modo a manter o formato e a posição da fôrma durante toda sua utilização. Durante a concretagem de elementos estruturais de grande vão deve haver monitoramento e correção de deslocamentos do sistema de fôrmas não previstos nos projetos.

Figura 8 - Esquema geral de formas de madeira



Fonte: Madeirit, 2011



Fonte: Madeirit, 2011

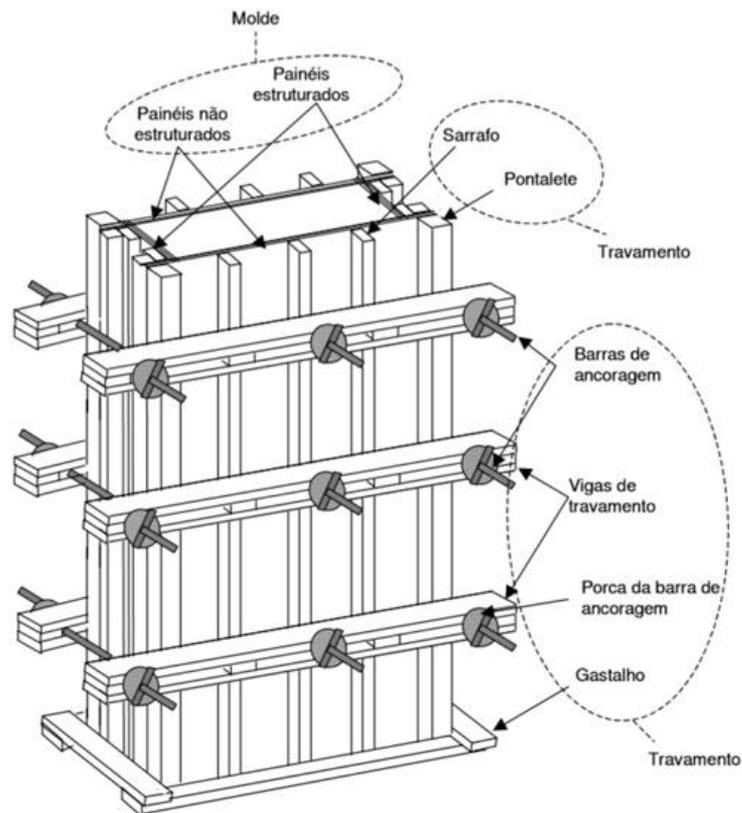
2.1.5.3 Pilares

Andrade (2010) em seu programa de formação continuada descreve a sequência de montagem dos pilares da seguinte forma:

- a) eixos e nível transferidos para a laje (conferidos e liberados com trena metálica;
- b) marcar e fixar os gastalhos nos tacos (colocados na concretagem) a partir dos eixos sem se preocupar com o nível;
- c) picotar o concreto na base interna do gastalho a fim de remover a nata de cimento;
- d) fixar um pontalete guia, travando no gastalho e aprumando de acordo com os eixos (2 escoras em mão-francesa);
- e) colocar as formas (3 faces) do pilar, cuidando para que fiquem solidarizadas no gastalho e aprumadas no pontalete guia;
- f) verificar o nível do conjunto marcando no pontalete guia a altura do pilar;
- g) a cada operação conferir prumo, nível e ortogonalidade do conjunto (usando esquadro metálico);
- h) passar desmoldante nas faces internas das formas (caso já tenha sido usada);
- i) conferir e liberar para colocação e montagem da armadura (ver próximo capítulo);

- j) depois de colocada a armadura e todos os embutidos (prumadas, caixas etc.) posicionar as galgas e espaçadores a fim de garantir as dimensões internas e o recobrimento da armadura;
- k) prever janela de inspeção e limpeza em pilares com mais de 2,5 m de altura;
- l) executar o travejamento da forma por meio de gravatas, tirantes, tensores, encunhamentos etc., de acordo com as dimensões dos painéis e da carga de lançamento a suportar;
- m) conferir todo o conjunto e partes e liberar para concretagem, verificando principalmente: prumo, nível, imobilidade, travejamento, estanqueidade, armaduras, espaçadores, esquadro e limpeza do fundo.

Figura 10- Detalhe de formas de pilares



Fonte: Manual de execução de concreto armado

Figura 11- Formas de fechamento de pilares

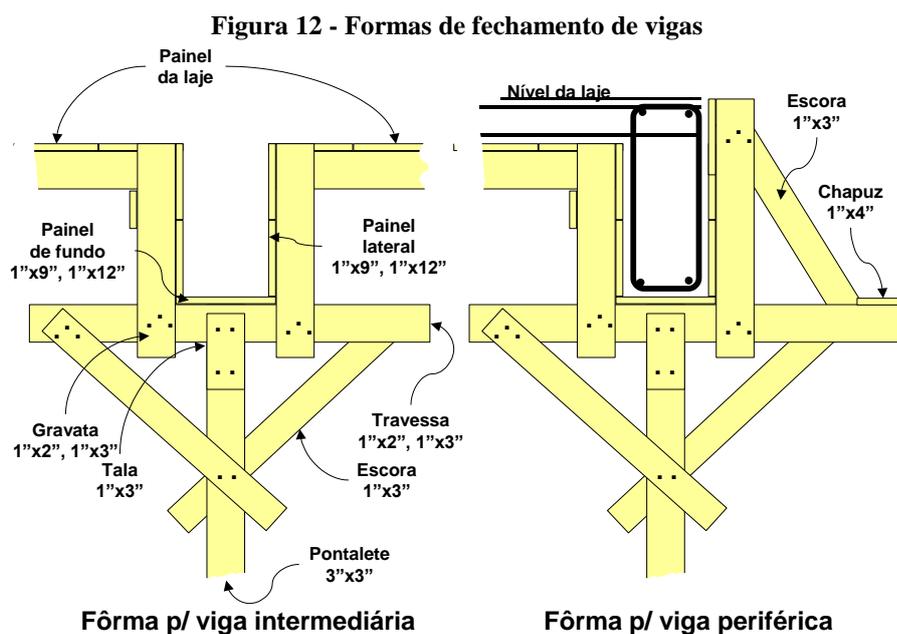
Fonte: Autor, 2015

2.1.5.4 Vigas

As formas das vigas podem ser lançadas após a concretagem dos pilares ou no conjunto de formas pilares, vigas e lajes para serem concretadas ao mesmo tempo. O usual é lançar as formas de vigas a partir das cabeças dos pilares com apoios intermediários em garfos ou escoras. Em geral os procedimentos para execução de fôrmas de vigas são os seguintes:

- a) depois de limpos os painéis das vigas, deve-se passar desmoldante com rolo ou broxa (providenciar a limpeza logo após a desmoldagem dos elementos de concreto, armazenando os painéis de forma adequada para impedir empenamento);
- b) lançar os painéis de fundo de vigas sobre a cabeça dos pilares ou sobre a borda das formas dos pilares, providenciando apoios intermediários com garfos (espaçamento mínimo de 80 cm);
- c) fixar os encontros dos painéis de fundo das vigas nos pilares cuidando pra que não ocorram folgas (verificar prumo e nível);
- d) nivelar os painéis de fundo com cunhas aplicadas nas bases dos garfos e fixando o nível com sarrafos pregados nos garfos (repetir nos outros garfos até que todo o conjunto fique nivelado);
- e) lançar e fixar os painéis laterais;
- f) conferir e liberar para colocação e montagem da armadura (ver próximo capítulo);
- g) depois de colocada a armadura e todos os embutidos (prumadas, caixas etc.) posicionar as galgas e espaçadores a fim de garantir as dimensões internas e o recobrimento da armadura;

- h) dependendo do tipo de viga (intermediária ou periférica) executar o travejamento da forma por meio de escoras inclinadas, chapuzes, tirantes, tensores, encunhamentos etc., de acordo com as dimensões dos painéis e da carga de lançamento a suportar;
- i) conferir todo o conjunto e partes e liberar para concretagem, verificando principalmente: alinhamento lateral, prumo, nível, imobilidade, travejamento, estanqueidade, armaduras, espaçadores, esquadro e limpeza do fundo. (ANDRADE, 2010).



Fonte: <http://www.profemilson.com.br>

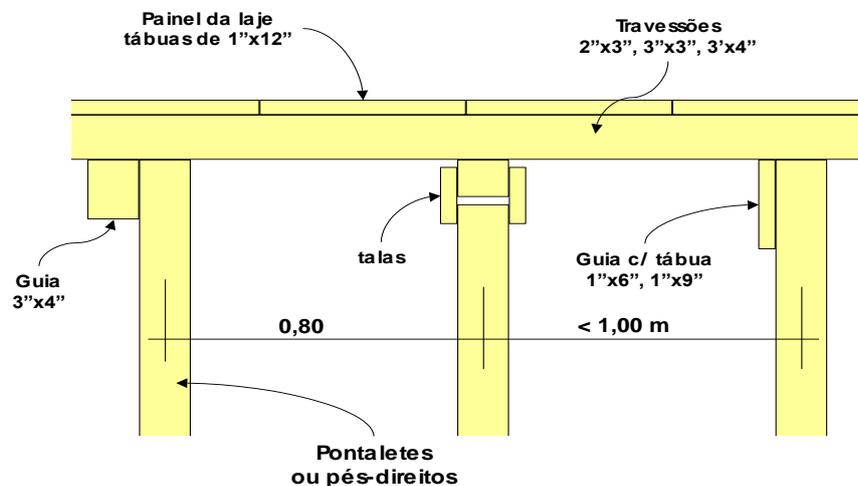
2.1.5.5 Lajes

Andrade (2010), explica que os procedimentos para lançamento das formas das lajes dependem do tipo de laje que vai ser executada e geralmente fazem parte do conjunto de atividades da execução das formas de vigas e pilares. A exceção de lajes pré-moldadas que são lançadas a posteriori da concretagem das vigas é usual, nos demais casos, (pré-fabricadas, moldadas in loco, celulares etc.) providenciar a execução dos moldes em conjunto com as vigas, para serem solidarizadas na concretagem. Os procedimentos usuais para lajes maciças são os seguintes:

- lançar e fixar as longarinas apoiadas em sarrafos guias pregados nos garfos das vigas;
- providenciar o escoramento mínimo para as longarinas por meio de escoras de madeira ou metálicas (1 a cada 2 metros);
- lançar o assoalho (chapas compensadas ou tábuas de madeira) sobre as longarinas;

- d) conferir o nível dos painéis do assoalho fazendo os ajustes por meio cunhas nas escoras ou ajustes nos telescópios;
- e) fixar os elementos laterais a fim de reduzir e eliminar as folgas e pregar o assoalho nas longarinas;
- f) verificar a contra flecha e se for o caso de laje-zero, nivelar usando um aparelho de nível (laser) a fim de garantir a exatidão no nivelamento;
- g) travar o conjunto todo;
- h) limpar e passar desmoldante;
- i) conferir nos projetos das instalações os pontos de passagens, prumadas, caixas, embutidos etc.;
- j) liberar para execução da armadura (ver capítulo seguinte);
- k) conferir todo o conjunto e partes antes de liberar para concretagem, verificando principalmente: nivelamento, contra flecha, alinhamento lateral, imobilidade, travejamento, estanqueidade, armaduras, espaçadores, esquadro e limpeza do fundo.

Figura 13 - Formas de escoramentos de laje



Fonte: <http://www.profemilson.com.br>

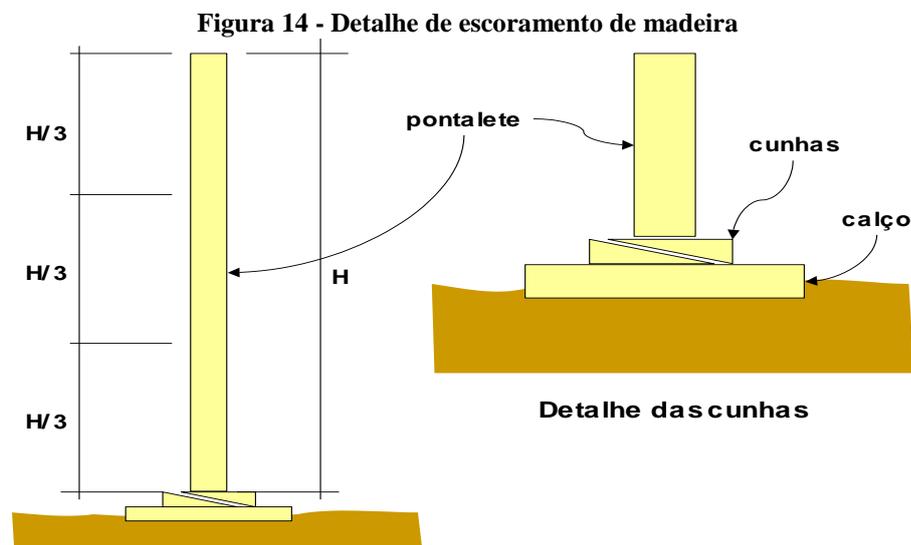
2.1.5.6 Escoramentos

DENGE (2002), “[...] explica também que os painéis de fundo de vigas e de lajes devem ser perfeitamente escorados a fim de que seus pés-direitos sejam garantidos e não venham a sofrer desníveis e provocar deformações nos elementos de concreto. Os escoramentos podem ser de madeira ou metálicos. [...]”

2.1.5.6.1 Escoramento de Madeira

As escoras, também chamadas de pontaletes, são peças de madeira beneficiadas que são colocadas na vertical para sustentar os painéis de lajes e de vigas. Atualmente, são muito utilizadas escoras de eucalipto ou bragatinga (peças de seção circular com diâmetro mínimo de 8 cm e comprimentos variando de 2,40 a 3,20 m). No caso de pontaletes de seção quadrada as dimensões mínimas são: de 2"x2" para madeiras duras e 3"x3" para madeiras menos duras. Os pontaletes ou varas devem ser inteiros, sendo possível fazer emendas segundo os critérios estabelecidos na norma:

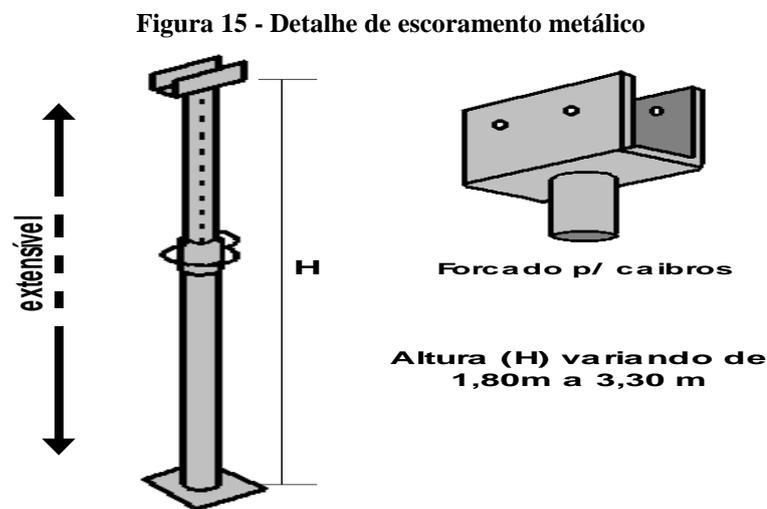
- cada pontalete poderá ter somente uma emenda;
- a emenda somente poderá ser feita no terço superior ou inferior do pontalete;
- números de pontaletes com emenda deverão ser inferiores a 1/3 do total de pontaletes distribuídos.
- as escoras deverão ficar apoiadas sobre calços de madeira assentados sobre terra apiloada ou sobre contra piso de concreto, ficando uma pequena folga entre a escora e o calço para a introdução de cunhas de madeira. (ANDRADE, 2010).



Fonte: <http://www.profemilson.com.br/>

2.1.5.6.1.2 Escoramento de Metálico

As escoras metálicas segundo Andrade (2010) são pontaletes tubulares extensíveis com ajustes a cada 10 cm, com chapas soldadas na base para servir como calço. Podem ter no topo também uma chapa soldada ou uma chapa em U para servir de apoio as peças de madeira (travessão ou guia). Os mesmos cuidados dispensados ao escoramento de madeira devem ser adotados para os pontaletes metálicos, tais como: usar placas de apoio em terrenos sem contra piso, as cargas devem ser centradas e os pontaletes apurados.



Fonte: <http://www.profemilson.com.br/>

2.1.5.7 Prazos para desformas

Sobre os prazos de desforma, Andrade (2010) explica que a retirada das fôrmas e do escoramento somente poderá ser feita quando o concreto estiver suficientemente endurecido para resistir aos esforços que nele atuarem. Um plano prévio de desforma pode reduzir custos, prazos e melhorar a qualidade. A desforma deve ser progressiva a fim de impedir o aparecimento de fissuras e trincas. Também é indicada a utilização de pessoal capacitado para executar a desforma. Sugere-se atribuir o encargo da desforma a, no mínimo, um auxiliar de carpintaria (nunca deixar a cargo de serventes), sob a supervisão de um carpinteiro experiente ou um oficial pedreiro. Evitar utilizar ferramentas que danifiquem as formas ou mesmo a superfície do concreto (nunca usar pés-de-cabra ou pontaletes).

2.1.5.8 Alvenaria Convencional

O objetivo da alvenaria de vedação é fechar a estrutura da obra entre colunas e vigas sem contribuir de forma direta para a estrutura do projeto. Segundo Sabbatini (2001), “[...] a alvenaria de vedação tradicional tem como principal vantagem a boa relação custo-benefício dentre os outros materiais para vedação existentes, é um material de construção econômico considerando-se os investimentos iniciais e de manutenção. Além dessa característica fundamental, esta alvenaria se caracteriza também por outros benefícios como:

- a) boa a excelente durabilidade (excelente resistência a agentes agressivos);
- b) excelente comportamento frente à ação do fogo (resistência, efeito barreira, incombustibilidade);
- c) com desempenho térmico;
- d) estabilidade, indeformabilidade;
- e) boa estanqueidade à água (quando revestida);
- f) facilidade de composição de elementos de qualquer forma e dimensão;
- g) não tem limitações de uso em relação às condições ambientais;
- h) se necessário, pode ser 100% reaproveitável;
- i) maior aceitação pelo usuário e pela sociedade. [...]”

2.1.5.9 Processo construtivo da alvenaria de blocos cerâmicos

Conforme descrito na NBR 8545 (Execução de Alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos) o processo foi dividido em três etapas, marcação, assentamento e encunhamento, os prazos técnicos devem ser respeitados para o início da próxima etapa sem causar danos à etapa anterior.

2.1.5.9.1 *Marcação*

A marcação consiste na locação da primeira fiada da alvenaria, esta operação vai garantir o correto alinhamento da parede e refletir-se-á na qualidade da elevação da alvenaria.

Antes da locação deverá ser verificado o nivelamento da laje, através de nível de mangueira ou do aparelho de nível, na ocorrência de desnivelamentos localizados, deve-se

remover a saliência ou aplicar uma camada de argamassa nas depressões, a marcação deve ser iniciada pelas paredes da fachada para facilitar o enquadramento geral das paredes internas, recomenda-se que a locação da alvenaria seja feita com o próprio bloco que será empregado.

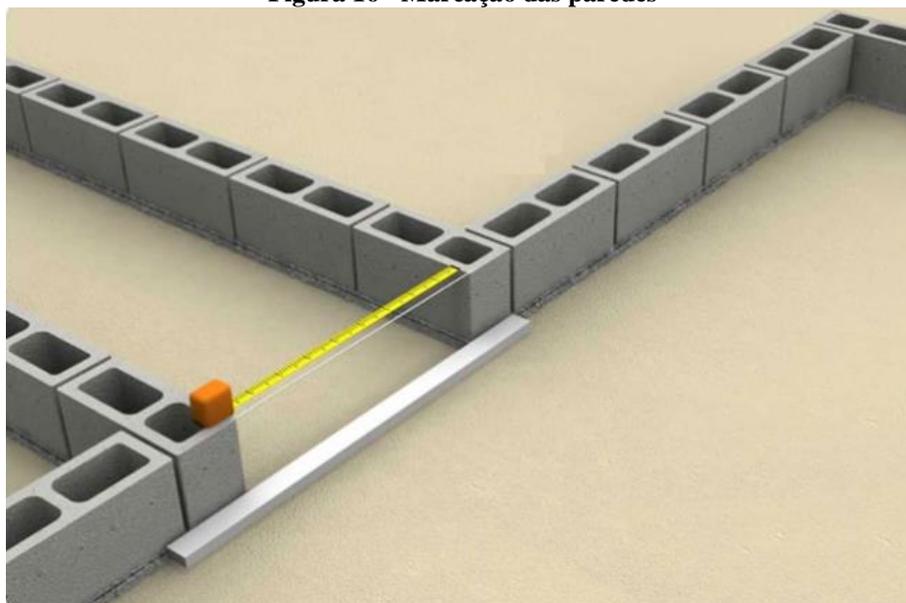
Na elevação da parede, pois blocos de dimensões ou características de deformabilidade diferentes podem afetar o comportamento posterior da parede, no caso de blocos vazados, é recomendável que se preencha os furos da primeira fiada para facilitar a posterior fixação dos rodapés.

Com regra, deve-se fazer a locação das paredes usando cotas acumuladas para minimizar o erro oriundo de medições sucessivas, outra medida importante é preencher sempre as juntas verticais entre os blocos da primeira fiada, ainda que o projeto de alvenaria preveja o restante da parede sem juntas verticais.

Os primeiros blocos marcados são sempre os das extremidades da alvenaria, com eles assentados, estica-se uma linha unindo as faces externas dos dois blocos, a linha servirá de referência para o assentamento dos blocos intermediários da mesma fiada, é importante que a linha esteja em nível, as juntas verticais da primeira fiada sempre devem ser preenchidas, ainda que o projeto preveja a eliminação das juntas nas fiadas subsequentes. (SILVA, 2015).

De acordo com a NBR 8545 (1984, p.10) as juntas de argamassa devem ter no máximo 10 mm e não devem apresentar vazios.

Figura 16 - Marcação das paredes

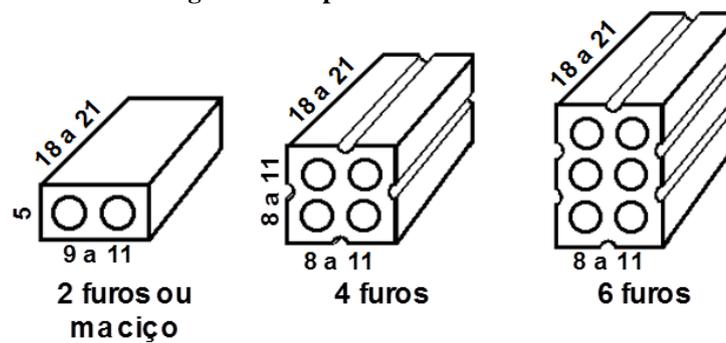


Fonte: <http://pedreiro.com.br/>

2.1.5.9.2 Assentamento

De acordo com as necessidades do projeto e a disponibilidade técnica e econômica pode-se especificar o material cerâmico de vedação dentro de uma vasta oferta de tipos de blocos encontrados no mercado. Os de uso mais comum atualmente são blocos de 4, 6 e 8 furos e ainda, em menor frequência, os tijolos de 2 furos e maciços. A seguir, são mostrados os blocos mais usados e suas características: (UEPG, 2002)

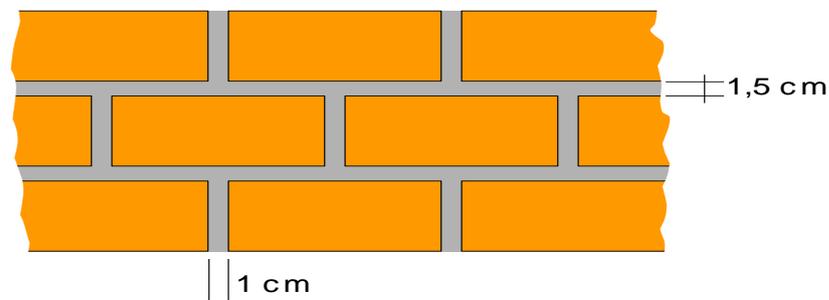
Figura 17 - Tipos de blocos Cerâmicos



Fonte: Notas de aula UEPG, 2002

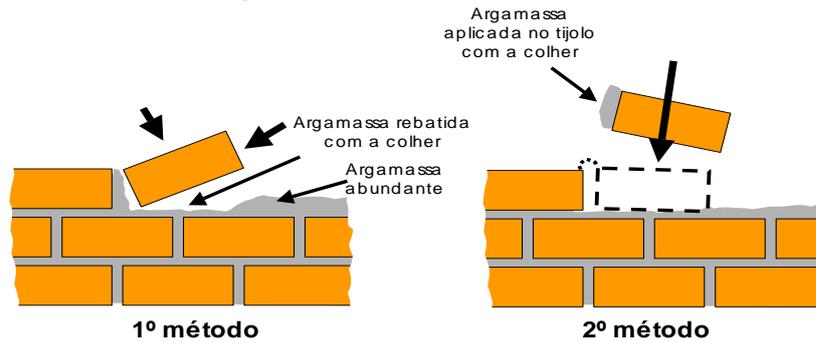
A execução da alvenaria deve seguir o projeto de arquitetura considerando suas posições e espessura. Na elevação da alvenaria, as fiadas vão sendo confeccionadas umas sobre as outras de forma que as juntas verticais sejam descontínuas. Caso haja a necessidade da utilização de assentamento com juntas verticais contínuas a NBR 8545 (1984, p.6) recomenda a utilização de armadura longitudinal situada na argamassa de assentamento. O assentamento deve ser com juntas travadas para garantir resistência estrutural mínima.

Figura 18 - Travamento dos blocos



Fonte: Notas de aula UEPG, 2002

Figura 19- Metodos de assentamento

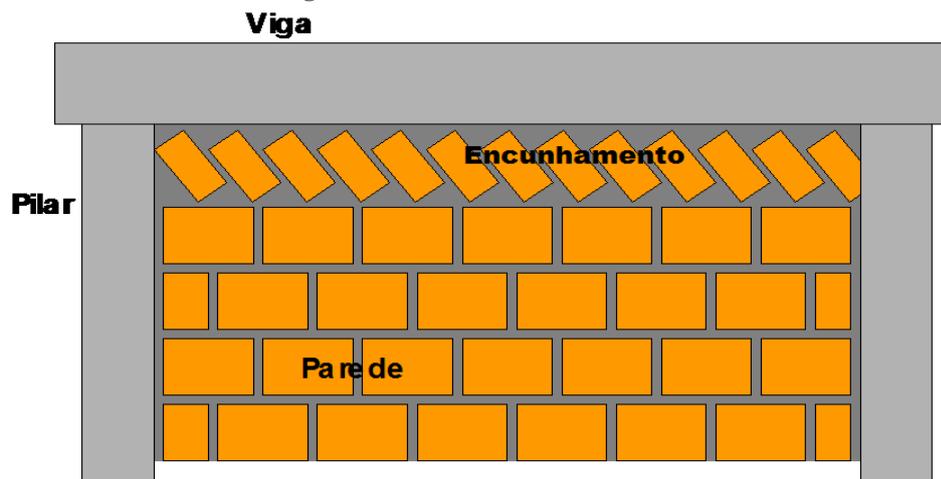


Fonte: Notas de aula UEPG, 2002

2.1.5.9.3 Encunhamento

Quando a alvenaria estiver sendo usada apenas para vedação, ou seja, enchimento de vãos nas estruturas de concreto armado é necessárias providências especiais para evitar que a alvenaria trinque junto à viga que fica imediatamente acima. A execução da parede deverá ser suspensa a uma distância de cerca de 20 cm do respaldo, para só depois de 1 ou 2 dias terminar a parede fazendo o que se chama de “encunhamento”, como mostrado na figura 19. Este é feito com tijolos inclinados ou cortados em diagonal conforme mostra a figura ao lado. Deve-se tomar o cuidado de usar inclinações diferentes nas duas seções ou partes do painel. (CAMPOS, 2015)

Figura 19 - Detalhes de encunhamento



Fonte: Notas de aula UEPG, 2002

2.1.5.9.4 Vantagens e desvantagens

Quadro 2 - Vantagens e Desvantagens do Bloco Cerâmico

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Bom isolamento térmico e acústico • Boa estanqueidade à água • Boa resistência ao fogo • Durabilidade superior a cem anos, sem proteção e sem manutenção. • Facilidade de composição dos elementos de qualquer forma e dimensão • Sem limitação de uso em relação às condições ambientais • Baixa inversão de capital na produção • Total disponibilidade de matéria prima • Produção não poluente, sem geração de resíduos prejudiciais ao meio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Como não se utiliza projeto de alvenaria, as soluções construtivas são improvisadas durante a execução dos serviços • Qualidade deficiente dos materiais utilizados e da execução • Muitos retrabalhos na execução dos rasgos para passagens das tubulações hidráulicas e eletrodutos • Necessidade de revestimentos adicionais para buscar uma textura lisa

Fonte: Autor

2.2 PAREDES DE CONCRETO

2.2.1.1 Histórico

O método parede de concreto moldada no local ainda está em processo de expansão no Brasil, mais em alguns países da América do Sul como Chile e Colômbia, o modelo tem uma disseminação mais concreta dentro do mercado. Devido ao avanço desses países na utilização desse sistema construtivo, no ano de 2007 profissionais da construção civil representantes da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), ABESC (Associação Brasileira de Serviços de Concretagem) e IBTS (Instituto Brasileiro de Tela Soldada) realizaram uma visita em obras nas capitais dos mesmos com o objetivo de se aprofundar no conhecimento das edificações produzidas com paredes de concreto. A partir disso, os profissionais constataram que a utilização desse método poderia trazer ótimos resultados no ramo das habitações populares, de médio e alto padrão (INSTITUTO BRASILEIRO DE TELA SOLDADA, IBTL 2008).

Dessa forma, estudos se iniciaram para fazer da parede de concreto um método construtivo eficiente e principalmente viável diante dos métodos convencionais. Há cerca de três anos, o volume de lançamentos das construtoras seguia um ritmo cadenciado, acompanhando a demanda por imóveis, principalmente de médio e alto padrão. O sistema de construção convencional - estrutura de concreto moldada "in loco", alvenaria de blocos, instalações elétricas e hidráulicas montadas no local - era o que melhor equalizava as exigências quanto a prazo, orçamento e qualidade do empreendimento (FARIA, 2009).

Conforme Renato Farias (2009) a Rodobens Negócios Imobiliários foi à primeira empresa a adotar o método parede de concreto em seus empreendimentos. No ano de 2006 a

empresa já recebia os primeiros jogos de forma para construção de um condomínio em São José do Rio Preto (SP).

De acordo com Geraldo Cêsta, diretor técnico da Rodobens foi adquirido fôrmas de alumínio importadas dos Estados Unidos e outras de material polimérico locadas no mercado nacional. As fôrmas plásticas já estavam disponíveis no Brasil, mas sua utilização era muito restrita. Ele afirma que a qualidade dos painéis e a durabilidade das fôrmas foi um dos aspectos mais aprimorados pelas empresas no decorrer dos anos. (FARIA, 2009).

No sistema construtivo de paredes de concreto moldada “in loco” a vedação e a estrutura são compostas por esse único elemento, tendo embutidas as instalações elétricas, hidráulicas e as esquadrias. É um método de construção racionalizado que oferece produtividade, qualidade, economia e a redução do déficit habitacional. O sistema possibilita a construção de casas térreas, assobradadas, edifícios de até cinco pavimentos padrão, edifícios de oito pavimentos padrão com esforços de compressão, até 30 pavimentos padrão e com mais de 30 pavimentos - considerados casos especiais e específicos. (MASSUDA ; MISSURELLI, 2009).

É um método construtivo racionalizado, que oferece economia, produtividade e qualidade. Diante dos investimentos do Governo Federal no programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal, lançado em 2009 e também a aprovação da NBR 16055 (Parede de concreto moldada no local para a construção de edifício – Requisitos e Procedimentos), o sistema construtivo parede de concreto possui grande capacidade de expansão. (FARIA, 2009).

2.2.2 Tipos de formas

Conforme Faria (2009) existem diversos tipos de formas para esse sistema construtivo, os tipos mais utilizados no mercado são as fôrmas de Alumínio Forsa, Sistema Modular Metro Form, Fôrma HF Rohr, Concreform - Morar SH, Fôrma Leve Pashal.

2.2.2.1 Especificação Técnica de Formas Usadas em Parede de Concreto.

Segundo estudos feitos por FARIAS, 2009, as principais empresas de formas e sua ficha técnica são:

Fôrma de Alumínio Forsa

Tipo de fôrma: Alumínio (ver Figura 20)

Peso do painel: 20 kg/m²

Equipamento para transporte: Nenhum (manoportável).

Reutilizações: Tempo indeterminado, se respeitadas as condições de uso e manuseio.

Peças soltas: Passadores, cunhas e amarradores.

Resistência à pressão: 47 kN/m²

Altura do painel: 2,10m

Figura 20 - Forma de alumínio



Fonte: <http://www.forsa.com.co>

Sistema Modular Metro Form

Tipo de fôrma: Plástico de engenharia (ver Figura 21)

Peso do painel: 9,0 kg/m²

Equipamento para transporte: Nenhum (manoportável)

Reutilizações: Mais de 100 vezes

Peças soltas: Travas de união dos painéis

Resistência à pressão: De acordo com dimensionamento do travamento metálico

Altura do painel: Qualquer altura múltipla de 0,50 m

Figura 21 - Forma de plástico.



Fonte: Metromodular, 2015

Fôrma HF Rohr

Tipo de fôrma: Estrutura metálica e chapa de contato em aço (ver Figura 22).

Peso do painel: 32 kg/m².

Equipamento para transporte: Sistema manual, podendo compor quadros que necessitam de equipamentos como grua ou guindaste.

Reutilizações: 100 vezes.

Peças soltas: Grapa, alinhadores, mordaca, escoras de prumo, tensor, console e montante (plataforma de trabalho) e passador.

Resistência à pressão: 60 kN/m². Altura do painel: 0,3 m a 2,4 m.

Figura 22 - Forma com estrutura metálica e chapa de aço



Fonte: Rohr, 2011

Concreform - Morar SH

Tipo de fôrma: Alumínio (ver Figura 23).

Peso do painel: 17,75 kg/m².

Equipamento para transporte: Manoportável ou em conjuntos montados, por meio de grua.

Reutilizações: Tempo indeterminado, se respeitadas as condições de uso e manuseio.

Resistência à pressão: De acordo com dimensionamento do travamento metálico

Altura do painel: 2,40 m.

Figura 23 - Forma de alumínio



Fonte: http://www.itc.etc.br/sh_formas.asp

Fôrma Leve Pashal

Tipo de fôrma: Estrutura metálica e revestida com chapa de laminado fenólico de alta pressão (ver Figura 24).

Peso do painel: 40 kg/m².

Equipamento para transporte: Nenhum (mano portável).

Reutilizações: Até 120 vezes, dependendo do manuseio.

Peças soltas: Parafusos (barra de ancoragem, porcas com flange, chaves de engate rápido e travas), perfis e suportes para alinhamento.

Resistência à pressão: 50 kN/m².

Altura do painel: 1,25 m.

Figura 24 – Forma de estrutura metálica e chapa de aço laminado



Fonte: <http://www.portaldosequipamentos.com.br/prod/d/formas-pashal>

Frami 270 Doka

Tipo de fôrma: Estrutura metálica e chapa compensada (ver Figura 25).

Peso do painel: 30,8 kg/m²

Equipamento para transporte: Mano portátil. Com grua ou guincho, pode ser transportado em conjuntos montados de painéis.

Reutilizações: Estrutura metálica - número indeterminado / chapa compensada – aproximadamente 60 vezes, dependendo do manuseio.

Peças soltas: Grampos de união, ancoragens, consoles de trabalho e escoras de prumo.

Resistência à pressão: 40 kN/m².

Altura do painel: 2,70 m.

Figura 25 - Forma de estrutura metálica e chapa compensada



Fonte: <http://www.doka.com>

Sistema Comain Ulma

Tipo de fôrma: Estrutura metálica e chapa de compensado 12 mm (ver Figura 26). Peso do painel: 35 kg/m².

Equipamento para transporte: Mano portátil. É possível o içamento de conjuntos de painéis com grua ou guindaste.

Reutilizações: entre 50 e 80 vezes, por chapa de compensado.

Peças soltas: Chavetas de união para os painéis e alinhadores horizontais e verticais.

Resistência à pressão: 40 kN/m².

Altura do painel: 120 cm e 150 cm.

Figura 26 - Forma com estrutura metálica e chapa compensada



Fonte: Ulmaconstruction, 2015

2.2.3 Características das paredes de concreto

Após a comprovação de que o sistema parede de concreto poderia trazer benfeitorias para a construção de UH (unidades habitacionais), demandou um forte trabalho de pesquisa para comprovação de viabilidade e elaboração de um modelo de cálculo estrutural para que estivesse de acordo com as exigências das normas técnicas brasileiras. As normas que seguiram como base para o estudo e elaboração do modelo de cálculo brasileiro foram as da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR 6118 (Projeto de estrutura de concreto – Procedimento), a norma norteamericana ACI 318 (*American Concrete Institute*) e a francesa DTU (*Documents Techniques Unifiés*), (MASSUDA ; MISSURELLI, 2009).

A partir dessa pesquisa foram elaboradas técnicas de recomendação para dimensionamento de estruturas com paredes de concreto e requisitos de qualidade do projeto e dos materiais, descritos na NBR 16055. O concreto é o principal material empregado nesse sistema, assim para garantir a segurança e a qualidade, vários tipos de concretos foram testados embasados na norma de desempenho NBR 15575 afim que pudessem compor o sistema construtivo parede de concreto. Esses ensaios levaram em conta o desempenho térmico, acústico, resistência e permeabilidade (MASSUDA ; MISSURELLI, 2009).

Para o aço algumas recomendações são feitas para que não haja futuras patologias devido à perda de resistência ou aplicação incorreta das barras. Os autores afirmam que os cuidados devem ser observados a partir do recebimento. É necessária uma checagem criteriosa, verificando se as peças recebidas estão de acordo com o pedido. As barras, treliças e as telas devem ser transportadas, armazenadas e posicionadas nos locais de tal forma que não haja danificação do material. No ato do armazenamento, esses materiais podem ser estocados na horizontal (geralmente utilizada quando há grandes áreas para armazenamento de material) como mostra a figura 27, ou em cavaletes (quando a área de armazenamento é limitada). Deve-se atentar na organização das barras, podendo ser separadas por tipo, bitola, posição e local de aplicação para que facilite a montagem e diminua os riscos de utilização de materiais em locais indevidos. (MASSUDA ; MISSURELLI, 2009).

Figura 27 - Telas para armação parede de concreto



Fonte: Autor, 2015

Nos estudos realizados por Mayor et al, (2008) sobre as características da parede de concreto é possível perceber “[...] é um sistema construtivo em que a estrutura e a vedação são formadas por um único elemento: a parede de concreto, que é moldada in loco. Nela

podem também ser incorporadas, parcialmente, instalações e esquadrias. 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. O sistema pode ser empregado em diferentes tipos de edificações:

- a) casas térreas e assobradadas
- b) edifícios com pavimento térreo + 5 pavimentos-tipo
- c) edifícios com pavimento térreo + 8 pavimentos-tipo – limite para ter apenas esforços de compressão
- d) edifícios de até 30 pavimentos
- e) edifícios com mais de 30 pavimentos – considerados casos especiais e específicos. [...]

Todas as paredes são moldadas em uma única etapa de concretagem, permitindo que, após a retirada das fôrmas, as paredes já contenham em seu interior todos os elementos embutidos, como tubulações elétricas e hidráulicas, elementos de fixação, caixilhos de portas e janelas. No Brasil, são quatro os tipos de concreto recomendados para esse sistema construtivo: concreto celular, concreto com elevado teor de ar incorporado (até 9%), concreto com agregados leves ou com baixa massa específica, concreto convencional ou concreto auto adensável (MISURELLI; MASSUDA, 2009)

Para garantir uma produção mais eficiente, com ganhos de tempo, é preferível a utilização de concretos dosados em centrais e fornecidos ao canteiro em caminhões betoneira, o que resulta em melhores controles da qualidade de agregados, medidas em peso, precisão de volumes, garantia da concreteira quanto ao desempenho do concreto recebido. (MISURELLI; MASSUDA, 2009)

O tempo de transporte decorrido entre o início da mistura, contado a partir da primeira adição de água até a entrega do concreto na obra, deve ser inferior a 90 minutos. Esse tempo deve ser definido de modo que o fim do adensamento não ocorra após o início da pega do concreto lançado, não deve ultrapassar 150 minutos o tempo entre o início da mistura na central de produção e o final de descarga do concreto na obra, evitando-se a formação de junta fria entre camadas. (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

No caso de concreto auto adensável (Tipo N), o bombeamento e lançamento devem ocorrer no máximo 40 minutos após a colocação do aditivo hiperfluidificante, o que geralmente é feito na obra. Já o concreto celular (Tipo L1) deve ser lançado na fôrma em até 30 minutos após a conclusão do processo de mistura da espuma. (Ibid., 2009).

Deve ser verificado se o concreto está com a consistência desejada e se não ultrapassou o abatimento (slump) ou o espalhamento (flow) limite especificado no documento de entrega. Caso o abatimento seja inferior ao indicado na nota fiscal, adicione água suplementar nos limites especificados pela ABNT NBR 7212/1984, ou seja, desde que:

- a) o abatimento seja igual ou superior a 10 mm;
- b) o abatimento seja corrigido em até 25 mm;
- c) o abatimento, após a adição, não ultrapasse o limite máximo especificado;
- d) o tempo entre a primeira adição de água aos materiais e o início da descarga seja superior a 15 minutos.
- e) no caso de concreto celular, especificamente, a adição da espuma normalmente é feita no canteiro, antes da descarga do material. Para isso, é necessário seguir os seguintes passos:
Coleta do concreto para medição de densidade e slump;
- f) medição da massa específica do concreto;
- g) verificação do slump do concreto ($50 \text{ mm} \leq \text{slump} \leq 60 \text{ mm}$);
- h) adição do aditivo superfluidificante (no caminhão);
- i) adição de espuma (no caminhão);
- j) medição da densidade: é imprescindível a aferição da densidade do concreto celular por meio do uso de recipientes com volume conhecido e balança eletrônica. O concreto celular está liberado para seu lançamento nas fôrmas quando atingir a densidade especificada ($1.500 \text{ kg/m}^3, \pm 200 \text{ kg/m}^3$);
- k) medição da fluidez, a fim de preencher todos os vazios das fôrmas - o slump mínimo recomendado é de 230 mm. (ALVES; PEIXOTO, 2011).

No caso de concreto convencional, durante o lançamento o concreto deve ser vibrado com equipamento adequado. O adensamento deve ser cuidadoso, para que a mistura preencha todos os espaços da fôrma. Nessa operação, o executor deve tomar as precauções necessárias para impedir a formação de ninhos ou segregação dos materiais e para não danificar os painéis das fôrmas. (ALVES; PEIXOTO, 2011).

O enchimento da fôrma deve ser realizado sem a ocorrência de falhas por ar aprisionado. Para tal, é necessário prever furos nas fôrmas (com cerca de 3/4" de diâmetro) nas regiões logo abaixo das janelas ou outros locais propícios à formação de vazios (janelas de inspeção) (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

Deve-se também acompanhar o enchimento das fôrmas por meio de leves batidas com martelo de borracha nos painéis. É importante evitar a vibração da armadura, para que não se formem vazios ao seu redor, com prejuízos da aderência. No adensamento manual, as

camadas de concreto não devem exceder a 20 cm. Se a opção for usar vibradores de imersão, a espessura da camada deve ser no máximo, aproximadamente igual a $\frac{3}{4}$ do comprimento da agulha. Se não for possível atender a essa exigência, o vibrador de imersão não deverá ser empregado. (ALVES; PEIXOTO, 2011).

Silva, 2009, diz que a sequência do processo produtivo é apresentada abaixo:

- a) execução do radier
- b) colocação de armaduras
- c) instalação dos kits de instalações hidráulicas e elétricas
- d) instalação das fôrmas de parede
- e) instalação de fôrmas de laje, quando for o caso
- f) fechamento das fôrmas
- g) lançamento do concreto e adensamento, quando for o caso
- h) desenforma

2.2.3.1.1 Comparativo do sistema de paredes de concreto com diferentes fôrmas

O quadro 3, nos mostra alguns tipos de fôrmas e suas respectivas vantagens e desvantagens, conforme podemos acompanhar abaixo.

Quadro 3 - Comparativo dos Sistemas de Formas

Sistema	Vantagens	Desvantagens
Formas Plásticas	<ul style="list-style-type: none"> • Painéis leves • Baixo custo de aquisição • Possibilidade de modulação • Disponibilidade de locação 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldades com prumo e alinhamento • Acabamento superficial ruim • Menor durabilidade • Poucos fornecedores
Formas convencionais (metálicas e chapa de compensado)	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos Nacionais, tendo um custo menor • Maior durabilidade • Montagem Fácil • Bom acabamento superficial • Grande disponibilidade no mercado 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldades com prumo e alinhamento • Acabamento superficial ruim • Menor durabilidade • Poucos fornecedores

Sistema	Vantagens	Desvantagens
Formas convencionais	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos Nacionais, tendo um custo menor 	<ul style="list-style-type: none"> • Auto custo para aquisição • Pouca disponibilidade no mercado nacional • Dificuldade de modulação • Necessidade de captação de mão de obras

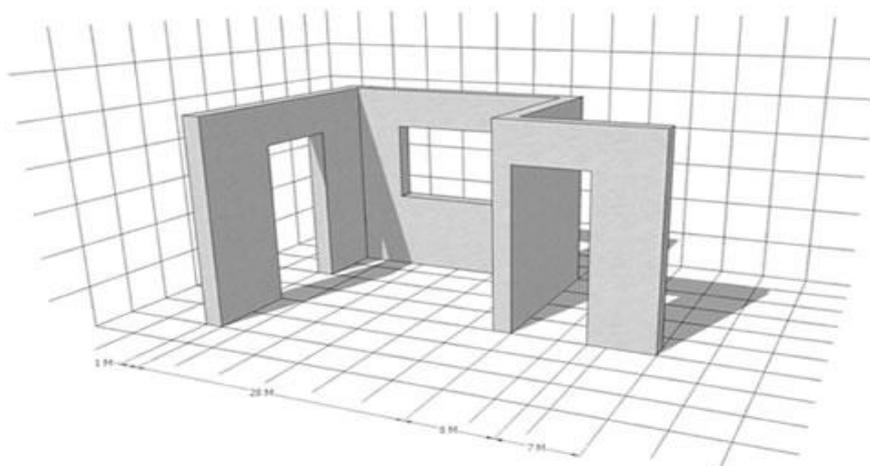
Fonte: Arcindo Vaquero y Mayor apud Revista Técnica, Fevereiro de 2009.

2.2.4 Processo construtivo em paredes de concreto

2.2.4.1 Projeto

2.2.4.1.1 Modulação

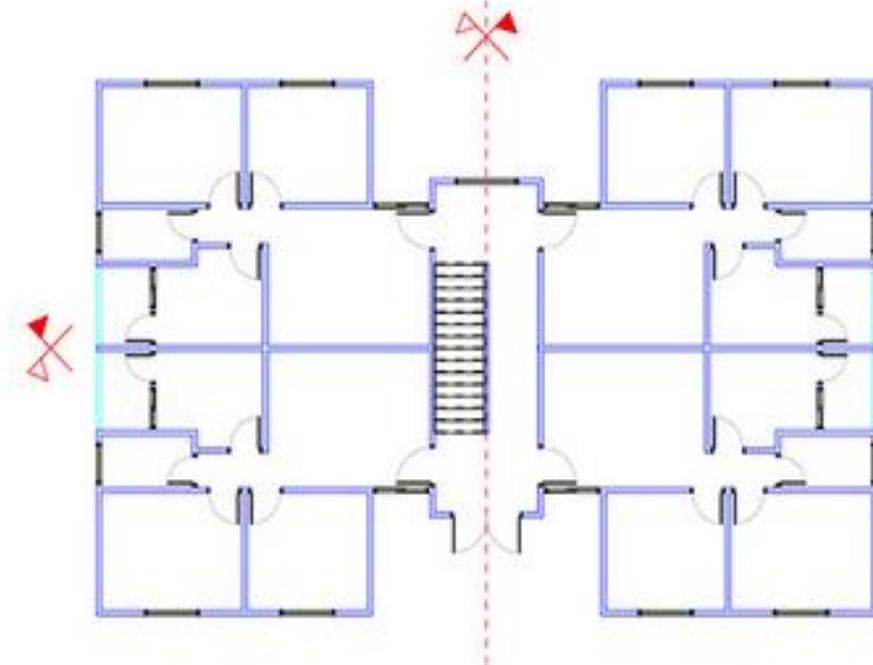
Utiliza medidas múltiplas de 10 cm tanto nas dimensões horizontais (espessura de paredes, dimensões internas dos ambientes, vãos de esquadrias), como nas verticais (pé direito, piso a piso, peitoris). Desde 01/10/2010 está em vigor a nova norma brasileira NBR 15873 – Coordenação modular para edificações. Esta norma estabelece, entre outras coisas, a dimensão de 10 cm como módulo mínimo a ser adotado em todos os elementos da construção. Além disto, ela determina que cada fabricante incorpore no seu produto as folgas e tolerâncias necessárias para a instalação. Um dos grandes favorecidos com a coordenação modular é o sistema de fôrmas, pois, por contarem com painéis também modulados, poderão ser aplicados nos mais diversos projetos (desde que estes também estejam modulados) com poucas ou nenhuma adaptação. (MAYOR et al, 2008)

Figura 28 - Exemplo de modulação

Fonte: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/>

2.2.4.1.2 Simetria

Nos edifícios, projetar apartamentos simétricos nos dois eixos em planta: longitudinal e transversal. Esta recomendação aplica-se à construção de edifícios multipavimentos. No caso de casas térreas ou mesmo sobrados onde tem fôrmas para a totalidade do pavimento, ela não é relevante. 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. (MAYOR et al, 2008)

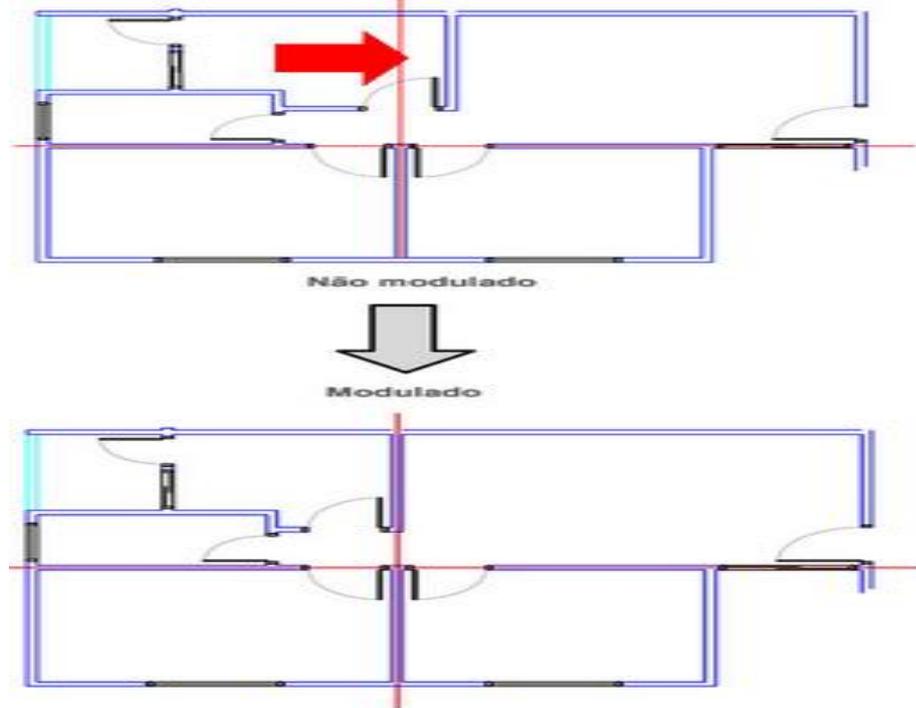
Figura 29 - Exemplo de simetria

Fonte: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/>

2.2.4.1.3 Alinhamento de paredes

Alinhar o máximo de paredes possível. As fôrmas de paredes são compostas por painéis individuais, que podem ser pequenos e leves ou grandes e pesados. Nos dois casos, o menor número de eixos a serem lançados facilita o posicionamento e alinhamento desses painéis, daí a importância de ter o maior número de paredes alinhadas, principalmente as paredes internas. (MAYOR et al, 2008)

Figura 30 - Exemplo de alinhamento de paredes



Fonte: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/>

2.2.4.2 Projeto Estrutural

O projeto estrutural detalha as telas de forma a ter o melhor aproveitamento do painel padrão de 2,45x6,0 m com todas as indicações de medidas e tipos de telas.

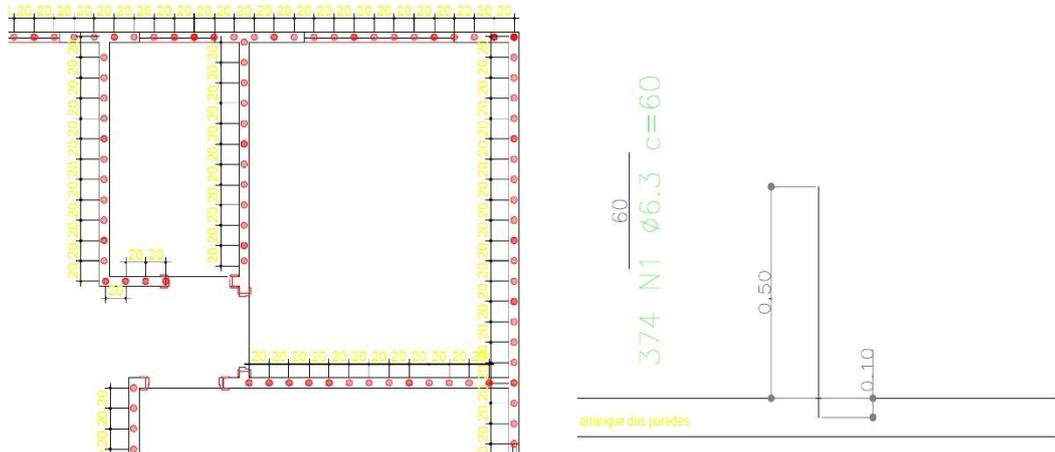
Figura 31 - Nomenclatura das telas



Fonte: Projeto estrutural de paredes de concreto em anexo

O projeto estrutural detalha os arranques em todas as paredes indicando a distância correta entre eles, estes arranques são responsáveis por fazer a ligação das telas das paredes com a fundação.

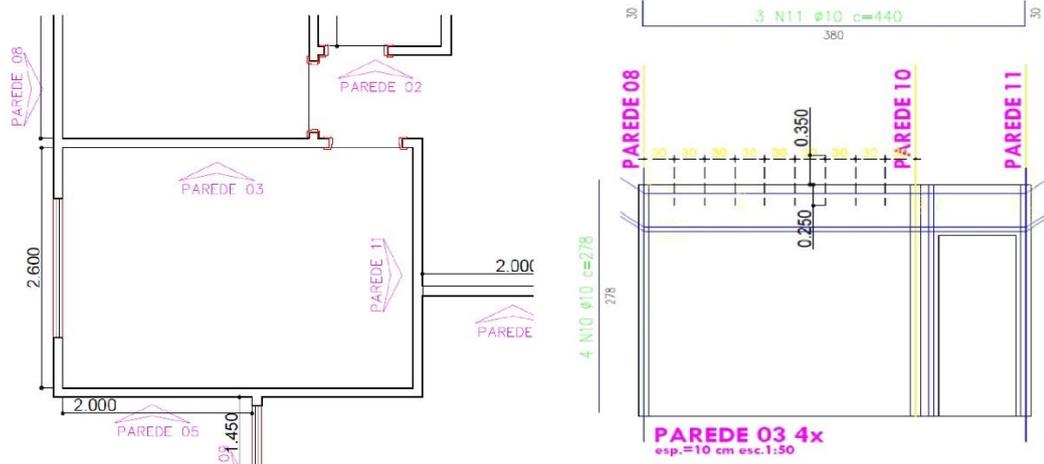
Figura 32 - Detalhe dos arranques



Fonte: Projeto estrutural de paredes de concreto em anexo

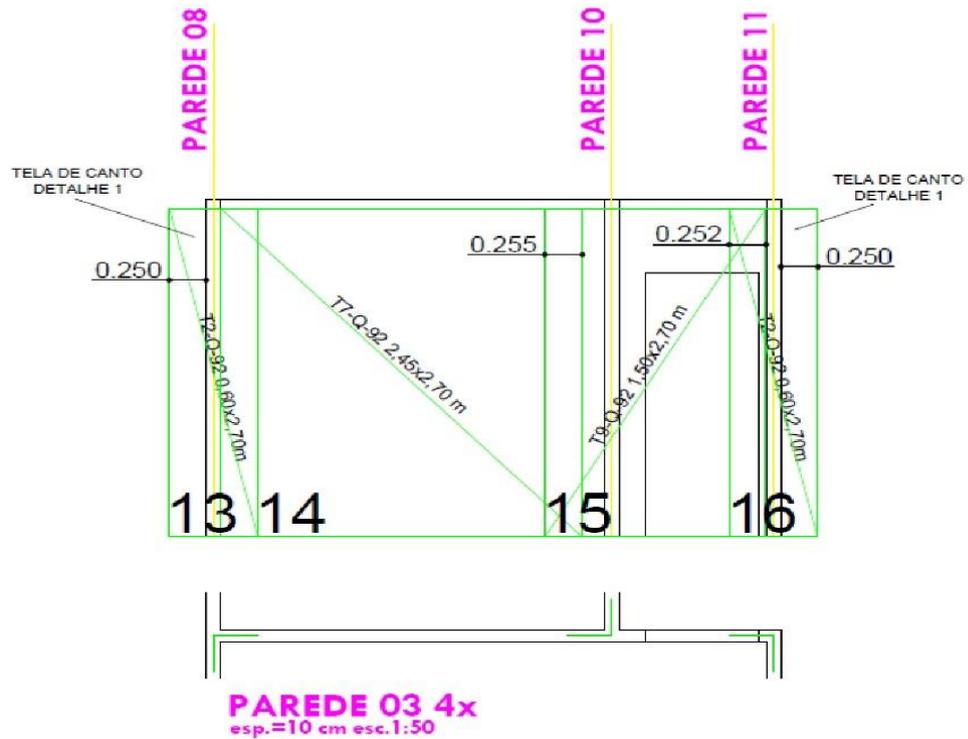
No projeto estrutural vem detalhado todos reforços horizontais e verticais com a indicação de localização na parede, estes reforços são colocados nas extremidades e nos encontros de paredes e em todas as aberturas.

Figura 33 - Detalhes dos reforços das paredes



Fonte: Projeto estrutural de paredes de concreto em anexo

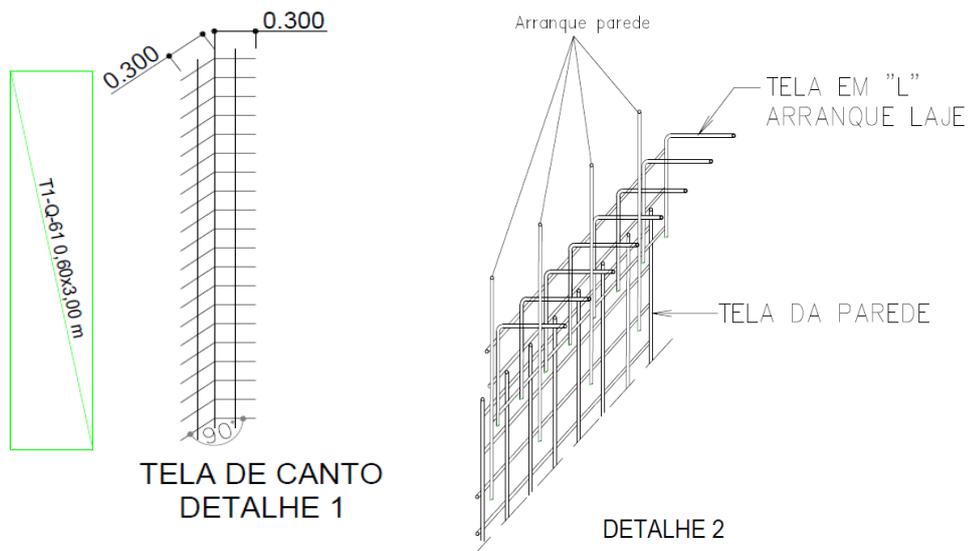
Figura 34 - - Detalhes das telas da parede



Fonte: Projeto estrutural de paredes de concreto em anexo

O projeto também detalha as telas de canto, essas telas são responsáveis por fazer a ligação entre as telas das paredes e também fazer a ligação das telas das paredes com a laje.

Figura 35 - Detalhe das telas de canto



Fonte: Projeto estrutural de paredes de concreto em anexo

Assim como no projeto de concreto armado convencional, o projeto estrutural de paredes de concreto também traz o resumo do aço da estrutura, neste caso o resumo das telas soldadas.

Quadro 4- Resumo das telas

Quantitativo Para 1 Modulo por Laje Tela Soldada Q - 138					
Categoria Do Aço	Designação	Quantidade Unid	Dimensões Paineis	Total M ²	Peso kg Aproximadamente
Q - 138 Q - 60		18	2,45x6,00		2,20 kg/m ²
Peso Total para Laje				264,60	582,12

Fonte: Projeto estrutural de paredes de concreto em anexo

2.2.4.3 Fundação

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

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, para permitir o apoio e facilitar a montagem dos moldes. Se a opção for pela fundação com laje tipo radier, recomenda-se construir a calçada externa na mesma concretagem. Como regra geral, e a partir do detalhamento definido em projeto, as fundações são construídas contendo embutidas as tubulações de águas servidas e outros pontos de conexão, como mostra figura 37. Não existem restrições quanto ao tipo de fundação a ser adotado. Podem ser empregados os sistemas de fundações em sapata corrida, laje de apoio (radier) e blocos de travamento para estacas ou tubulões conforme especificações de projeto. (MAYOR; WENDER, 2008).

Nesta etapa, vale observar cuidadosamente os seguintes pontos:

- a) a locação e o nivelamento das fundações devem estar de acordo com os projetos arquitetônico e de fôrmas.

- b) para a fundação direta, deve-se tomar todas as precauções para evitar que a umidade (água) existente ao nível do solo migre para dentro da edificação ou das paredes.
- c) recomenda-se a realização da cura úmida do concreto por um período mínimo de 7 dias para as fundações em laje tipo radier.
- d) a concretagem das fundações tipo radier (ou de pisos) é feita de forma convencional, diretamente do caminhão betoneira, sobre uma lona plástica que cobre uma camada nivelada de brita 1 com espessura mínima de 3 cm. (MAYOR, 2008).

Na figura abaixo é possível ver a execução do radier.

Figura 36 - Execução radier



Fonte: Autor, 2015

2.2.4.4 Marcação das paredes

Antes de iniciar a montagem da armação e dos painéis de fôrmas, é necessário marcar no piso de apoio (fundação ou laje) as linhas das faces internas e externas das paredes como mostra figura 37, de modo a orientar o posicionamento dos painéis. (MAYOR et al, 2008)

Figura 37 - Marcação das linhas de paredes nas fundações

Fonte: Autor, 2015

2.2.4.5 Armação das paredes e laje

O estudo feito por Mayor et al (2008), aponta que no sistema Parede de Concreto “[...] as armaduras têm três requisitos básicos: resistir a esforços de flexo-torção nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações de elétrica, hidráulica e gás. Usualmente, utilizam-se telas soldadas posicionadas no eixo das paredes ou nas duas faces, dependendo do dimensionamento do projetista, além de barras em pontos específicos, tais como cinta superior nas paredes, vergas, contra-vergas etc [...]”.

Quem define e especifica a montagem de telas soldadas e reforços é o projeto estrutural. De modo geral, a montagem da armadura principal, em tela soldada, deve ser feita primeiro como mostra a figura 38. Depois, são acrescentadas as armaduras de reforços, as ancoragens de cantos e as cintas. Para agilizar a montagem das armaduras, recomenda-se cortar previamente os locais onde serão posicionadas as esquadrias de portas e janelas. (FONSECA; BARELLA, 2008).

Em edifícios mais altos, as paredes devem receber duas camadas de telas soldadas, posicionadas verticalmente, e reforços verticais nas extremidades das paredes. (MISURELLI; MASSUDA, 2009)

Figura 38 - Execução armação paredes

Fonte: Autor, 2015

2.2.4.6 Tubulação elétrica e hidráulica

De acordo com Prata et al (2012), “[...] após a montagem da armadura das paredes são posicionados as tubulações de hidráulica e os eletrodutos que recebem espaçadores para garantir que eles tenham uma cobertura de concreto adequada e evita que se formem fissuras na paredes. [...]”

Eletrodutos, caixas de interruptores, tomadas, luz e tubulações devem ser fixados às armaduras para evitar que se desloquem quando do lançamento do concreto. Espaçadores entre esses elementos e as faces dos moldes garantem o recobrimento pelo concreto e o posicionamento das peças. Deve-se proteger as caixas elétricas contra a entrada de concreto e consequente obstrução dos dutos. É possível utilizar produtos próprios para paredes de concreto, que contam com tampas removíveis. (FONSECA, BARELLA, 2008)

Os processos industriais buscam isolar atividades, a fim de aumentar o controle sobre cada uma e, conseqüentemente, sobre a qualidade final do produto. Portanto, deve se procurar retirar o máximo de atividades "complementares" do momento de montagem e concretagem das paredes. O posicionamento dos eletrodutos não interfere na montagem das paredes, pois é feito por equipes independentes e antes do início desta operação. No caso das lajes, porém, os eletrodutos devem ser posicionados logo após a montagem das fôrmas de lajes e antes da concretagem, daí a importância de ter o menor número possível de eletrodutos, a fim de agilizar esta tarefa como mostra figura 39. Além disto, ao evitar o cruzamento desses eletrodutos, estará reduzindo o risco de serem amassados durante a montagem / concretagem. Nas instalações hidros sanitárias, ao agrupar as áreas molhadas reduziá a quantidade de

tubulações que necessitam "correr" pelos forros até os shafts. [...]”(MAYOR; SILVEIRA, 2008)

Figura 39 - Posicionamento dos eletrodutos e caixas elétricas - na parede



Fonte: Autor, 2015

Figura 40 - Montagem eletrodutos e caixas elétricas na laje



Fonte: Autor, 2015

Mayor et al (2008) fala também que “[...] os pontos de conexões da rede hidráulica devem ser marcados nos painéis de fôrmas de paredes já na primeira montagem, assinalando sempre as mesmas posições nas várias operações futuras de execução das casas ou edifícios. Os furos para fixação das conexões (joelhos, cotovelos, tês, registros de chuveiro etc.) devem ser feitos com serra de copo para não danificar o revestimento dos painéis, quando trabalhar com fôrmas que utilizam chapas de madeira compensada ou material sintético para dar o acabamento na peça concretada. Já para as fôrmas que utilizam chapas metálicas como acabamento dos painéis (geralmente alumínio), deve evitar os furos para a fixação das peças hidráulicas. Nestes casos, além de amarrar nas armaduras, deve-se colocar espaçadores entre a rede de tubos hidráulicos e as faces dos painéis para garantir o recobrimento e o posicionamento das peças. Para aumentar a produtividade dos serviços e a qualidade das instalações, pode trabalhar com kits hidráulicos, montando os tubos e conexões previamente. Porém, antes de posicionar nas fôrmas, os kits deverão ser testados, prevenindo eventuais vazamentos. Na figura 41 vemos a tubulação hidros sanitária.

Figura 41 - Tubulação hidros sanitária



Fonte: <http://www.todoimoveis.com/parede-de-concreto>

O último passo antes da montagem da forma é colocar os espaçadores plásticos, que são imprescindíveis para garantir o posicionamento das telas e a geometria dos painéis como mostra figura 42.

Figura 42- Colocação de espaçadores



Fonte: Autor, 2015

2.2.4.7 Montagem das formas

Os estudos realizado por Mayor *et al*, (2008) mostram que como “[...] em qualquer sistema industrializado, as paredes de concreto moldadas no local amplificam o seu potencial de desempenho quando adotamos os princípios de coordenação modular desde a concepção do projeto. A coordenação modular:

- a) auxilia no trabalho dos projetistas, que passam a contar com elementos compatíveis entre si.
- b) simplifica o processo de coordenação de projetos, graças à diminuição de variedades de medidas.
- c) orienta e simplifica o processo de montagem na obra.
- d) permite o uso de “equipamentos modulares” (ex.: painéis de fôrmas) em vários projetos.
- e) facilita o desenvolvimento de novos produtos. [...]”

As fôrmas são estruturas provisórias cujo objetivo é moldar o concreto fresco, compondo-se assim as paredes estruturais. A resistência a pressões do lançamento de concreto até a sua solidificação, é fator decisivo. Para isso, as fôrmas devem ser estanques e favorecer rigorosamente a geometria das peças que estão sendo moldadas. O projeto de fôrma deve abordar o detalhamento dos seguintes itens:

- a) posicionamento dos painéis
- b) equipamentos auxiliares
- c) peças de travamento e prumo
- d) escoramento
- e) sequência de montagem e desmontagem (MISSURELLI; MASSUDA, 2013).

É importante que os painéis estejam todos numerados e indicados no projeto executivo, e que cada número esteja reproduzido no corpo do painel correspondente, para melhor identificação nas etapas de desmontagem e remontagem. O posicionamento de cada painel é rigoroso e deve ser mantido em todas as unidades construídas. (MAYOR et al, 2008)

Para Venturini (2011) os painéis de alumínio que irão compor as fôrmas das paredes são preparados para a montagem. Nesta etapa é aplicado o desmoldante apropriado para o tipo de material utilizado, que impedirá que o concreto grude nos painéis, sem que os mesmos não grude nas paredes e dificulte no acabamento com texturas ou emassamento (ver Figura 43).

Figura 43 - Aplicação do desmoldante



Fonte: <http://www.clubedoconcreto.com.br>

Sua montagem deve seguir a sequência do projeto original, mas há uma sequência padrão, obedecendo ao nivelamento da laje de piso, marcação de linhas de paredes no piso, com posicionamento dos painéis internos primeiro como mostra figura 44 e painéis externos em segundo como figura 46, podendo ter sua montagem pareada. (MISURELLI; MASSUDA, 2009)

Figura 44 - Montagem dos painéis interna de formas de alumínio



Fonte: Autor, 2015

Figura 45 - montagem dos painéis externos de forma de alumínio



Fonte: Autor, 2015

Venturini (2011), conta-nos que os painéis têm furos onde são encaixados os espaçadores (ver Figuras 46 e 47) que determinarão a espessura das paredes que podem ser de 8, 10 e 15cm, conforme projeto estrutural. O posicionamento correto destes espaçadores é fundamental para o alinhamento das fôrmas quando elas forem fechadas. Depois da desenforma, os furos nas paredes são preenchidos com uma argamassa, a modelagem dos vão de portas e janelas são colocados caixilhos provisórios.

Figura 46 - Espaçadores utilizados para determinar a espessura das paredes



Fonte: Autor, 2015

Figura 47 - Formas com os espaçadores



Fonte: Autor, 2015

O sistema de formas de alumínio deixa vão de portas e janelas, conforme o projeto. Para fechar os vão junto com as formas tem os forros que seve também espaçadores além de vedar o concreto (figura 48). Para garantir as dimensões de portas e janelas utiliza-se o tensor de vãos (figura 50). (ROCK, 2013)

Figura 48 - Montagem do forro da janela

Fonte: Autor, 2015

Figura 49 - Tensores de vão

Fonte: Autor, 2015

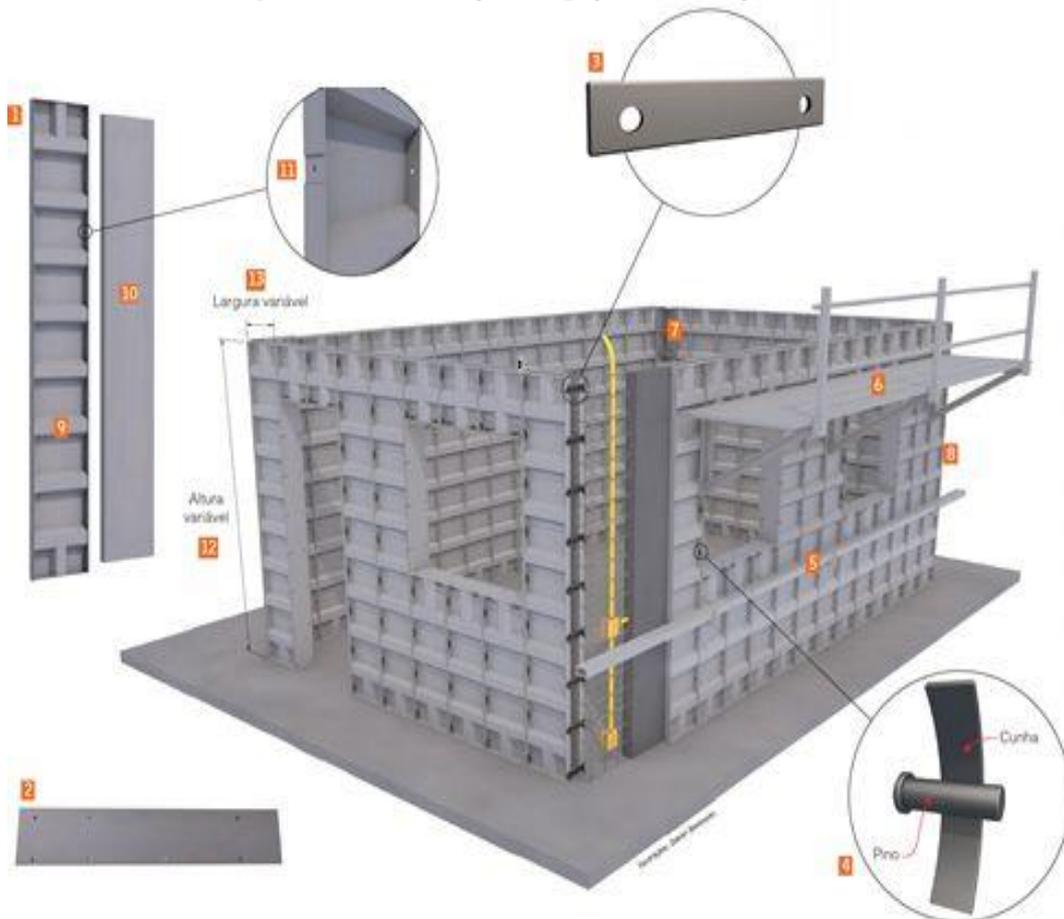
Terminada a montagem das fôrmas, os alinhadores horizontais são posicionados em um dos lados da fôrma, podendo ser interno ou externo à parede (foto 51). Esse sistema permite que alguns painéis de fôrma sejam removidos temporariamente para uma eventual limpeza antes do lançamento do concreto, algum reparo de última hora ou, até mesmo, uma inspeção. Basta soltar algumas grapas e pinos passadores e o painel já está livre para ser removido. (SANTOS, 2011)

Figura 50 - Instalações dos alinhadores



Fonte: Autor, 2015

Figura 51 - Identificação das peças de utilização da forma de alumínio



Fonte: <http://equipedeobra.pini.com.br>

Quadro 5 – Legenda figura 51.

Nº	Identificação	Descrição
1	Painéis de Alumínio	Devem receber camadas de desmoldantes antes de cada concretagem. Após a desforma devem ser lavado a jatos d'água para assegurar a sua vida útil
2	Chapa de fechamento para vãos de janelas e portas	São fornecidos sob medidas, de acordo com o projetos.
3	Espaçadores	Fabricado em aço e fixadas com pino e cunha, essas peças são reutilizáveis. Servem para definir a espessura da parede.
4	Pinos e cunhas	São utilizados para travamentos do painéis e fixação dos espaçadores e alinhadores.
5	Perfis para alinhamento	São posicionados na união dos painéis com pino e cunhas
6	Console ou plataforma	Usado como andaime de trabalho preso á própria forma.
7	Canto interno	-
8	Canto externo	-
9	Estrutura	Perfis de alumínio reforçado
10	Forro	Chapa de alumínio plana
11	Furações	Apenas nos perfis laterais e das cabeças. Servem para encaixe dos espaçadores
12	Altura	Definida sob medida de acordo com o projeto.
13	Largura	Definida sob medida de acordo com o projeto

Fonte: <http://equipedeobra.pini.com.br>

2.2.4.8 Montagens Das Fôrmas Das Lajes

O projeto de fôrmas deve prever que os painéis sejam modulados com dimensões e peso que permitam o fácil manuseio e transporte por um operário. Os diversos módulos e acessórios devem se encaixar de acordo com a sequência determinada em projeto, garantindo rigidez ao conjunto. (MAYOR et al, 2008)

Após a montagem das paredes, inicia a montagem dos painéis de laje, começando pelos cantos (componente que liga os painéis paredes com os painéis laje). De acordo com a modulação colocam-se os painéis laje, e as escoras conforme indicado no projeto (figura 53 e 54). (ROCK, 2013)

Figura 52 - Montagem forma da laje

Fonte: Autor, 2015

Figura 53 - Escoras lajes

Fonte: Autor, 2015

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. Após o posicionamento das formas, escoramentos, eletrodutos e tubos hidráulicos como podemos ver nas figuras 55, é muito importante o nivelamento para evitar possíveis problemas na concretagem do pavimento superior.

Figura 54 - Armação, tubulação elétrica e passagens hidrosanitária



Fonte: Autor, 2015

2.2.4.9 Concretagem

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), conforme mostra a figura 56. Também é muito importante a moldagem de corpo de prova para comprovação da resistência do concreto fornecido para a obra. (VENTURINI, 2011).

Figura 55 - Slump teste



Fonte: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/>

No caso de concreto alto 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 (Figura 57). (VENTURINI, 2011)

Figura 56 - Slump flow test



Fonte: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/>

A atividade de aplicação do concreto nas fôrmas deve ser precedida de um planejamento detalhado. Estudar e elaborar um plano de concretagem levando em consideração as características do concreto que será utilizado, a geometria das fôrmas, o layout do canteiro e o plano de ataque do empreendimento. Quando estiver trabalhando com os concretos celular ou auto-adensável, deve considerar a alta fluidez do material, que preenche os vazios das fôrmas à semelhança de um líquido enchendo um recipiente. O lançamento desses concretos obedece um critério de escolha de pontos, de modo que a massa fluída possa caminhar homoganeamente pelas fôrmas e preencher todos os vazios sem quaisquer dificuldades. GRAZIANO et al, (2008),

O lançamento deve ser iniciado por um dos cantos da edificação, até que uma significativa parcela das paredes próximas ao ponto esteja totalmente cheia como mostra figura 58 e 59. Em seguida, muda-se a posição em direção ao canto oposto, até que se complete o rodízio dos quatro cantos opostos da estrutura. Finaliza-se a concretagem com o lançamento na linha mais elevada das fôrmas e dos oitões, para o caso de habitações térreas. (VENTURINI, 2011)

Figura 57 - Início concretagem das paredes

Fonte: Autor, 2015

Figura 58 - Concretagens da laje

Fonte: Autor, 2015

O concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição final, evitando-se incrustações de argamassa nas paredes das fôrmas e nas armaduras. Além disso, em função da velocidade da aplicação no canteiro, a utilização de bomba para lançamento do concreto elimina a perda da trabalhabilidade do material e diminui o aparecimento de falhas de concretagem. Devem ser tomadas precauções para manter a homogeneidade do concreto. Para peças estreitas e altas, o concreto deve ser lançado por janelas abertas na parte lateral, ou por meio de funis ou trombas. (VENTURINI, 2011)

Durante a concretagem das paredes não são admitidas interrupções com duração superior a 30 minutos. Caso seja ultrapassado esse tempo, fica caracterizada uma junta de concretagem. O lançamento de nova camada de concreto após o início de pega do concreto

lançado deverá seguir as recomendações definidas para Juntas de Construção. (VENTURINI, 2011)

2.2.4.9.1 Adensamento

Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deve ser vibrado com equipamento adequado para a trabalhabilidade. O adensamento deve ser cuidadoso, para que a mistura preencha todos os espaços da fôrma. Nessa operação, tome as precauções necessárias para impedir a formação de ninhos ou segregação dos materiais. O enchimento da fôrma deve ser realizado sem a ocorrência de falhas por ar aprisionado; para tal, é necessário prever furos nas fôrmas (com cerca de $\frac{3}{4}$ " de diâmetro) 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. É importante evitar a vibração da armadura, para que não se formem vazios ao seu redor, com prejuízos da aderência. No adensamento manual, as camadas de concreto não devem exceder a 20 cm. Se a opção for usar vibradores de imersão, a espessura da camada deve ser, no máximo, aproximadamente igual a $\frac{3}{4}$ do comprimento da agulha. Se não for possível atender a essa exigência, o vibrador de imersão não deverá ser empregado. Em função das características do sistema Parede de Concreto, onde as fôrmas das paredes são estreitas e altas, é muito importante ter um sistema de adensamento eficiente. (GRAZIANO et al 2008).

2.2.4.9.2 Cura

Enquanto não atingir o endurecimento satisfatório, o concreto deve ser protegido contra agentes que lhe são prejudiciais: mudanças bruscas de temperatura, secagem, vento, chuva forte, água torrencial, agentes químicos, choques e vibrações de intensidade que possam produzir fissuração na massa do concreto ou afetar sua aderência à armadura como mostra figura 60. (GRAZIANO et al 2008)

Figura 59 - Cura do concreto.

Fonte: Autor, 2015

A norma brasileira ABNT NBR 12645 especifica que a cura do concreto deve ser executada sempre e que seu início deve ocorrer logo após a desforma, evitando-se assim a secagem prematura do concreto.

Quanto mais cedo for feita a cura, menor a possibilidade de surgirem fissuras superficiais, principalmente em lajes. Existem dois métodos principais de cura: cura por molhagem e cura por membrana (películas impermeáveis/agentes de cura). O primeiro método consiste em umedecer o concreto com água. Para isso é necessário que a superfície do concreto esteja continuamente em contato com água durante um período de tempo estabelecido (mínimo de três dias – molhando a parede pelo menos 5 vezes ao dia). Essas condições podem ser conseguidas por espalhamento contínuo, com mangueira, por exemplo, iniciando-se o processo tão logo a superfície do concreto não seja mais danificada pela ação (contato) da água. Ou então se deve cobrir a parede com sacos de aniagem que serão periodicamente umedecidos, renovando-se o teor de água em contato com a parede. A utilização de membranas impermeáveis, também chamadas de agentes de cura, é a segunda alternativa. Consiste no processo de passar uma fina camada de produto químico com características impermeáveis, evitando que o concreto perca a água de hidratação. O principal inconveniente desse processo é a necessidade de remoção dessa película, por meio de escovação ou lavagem das paredes com água quente, para garantir a aderência do revestimento final (textura, massa corrida etc.). O endurecimento do concreto pode ser antecipado por meio de tratamento térmico (cura térmica) adequado e devidamente controlado, o que não dispensa as medidas de proteção contra a secagem. (GRAZIANO *et al*, 2008)

2.2.4.10 Desforma

Quando o concreto adquire uma resistência de 2 MPa, basicamente prevista em 12 horas após a concretagem, pode se começar a desforma. Primeiro são retiradas as cunhas de travamento, depois as réguas alinhadoras, os pinos, e finalmente, os painéis. Deve-se obedecer à sequência da numeração existente nos painéis, que é a mesma com que eles serão montados nas próximas paredes ou casas. Os painéis das lajes poderão ser removidos também, exceto os painéis apoiados pelas escoras, eles só serão retirados depois de quatro dias da concretagem (ver Figura 61). Caso haja um pavimento superior, ele só pode ser feito depois de estudos para não comprometer a laje executada. (VENTURINI, 2011)

Figura 60 - Desforma paredes externa



Fonte: Autor, 2015

Na desmontagem, é primordial que os painéis retirados devem ser posicionados próximo do local a ser executada a nova concretagem. É fundamental que seja realizada uma limpeza completa, removendo a película de argamassa (cimento + água + areia) aderida ao molde. Esse trabalho deve ser cuidadoso, de modo a garantir a vida útil das fôrmas, podendo se executado com espátulas ou jato de água (ver Figura 62). (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

Figura 61 - Limpeza da forma



Fonte: <http://www.sh.com.br>

Em estudo feito por Graziano *et al*, (2008), A retirada das fôrmas e do escoramento deve ser feita sem choques, evitando assim o aparecimento de fissuras por ações mecânicas. O processo deve permitir que, após a desforma, as paredes contenham embutidos em seu interior, todos os elementos (caixilhos de portas e janelas, tubulações elétricas e hidráulicas, fixação de cobertura ou outros, como, por exemplo, ganchos para rede).

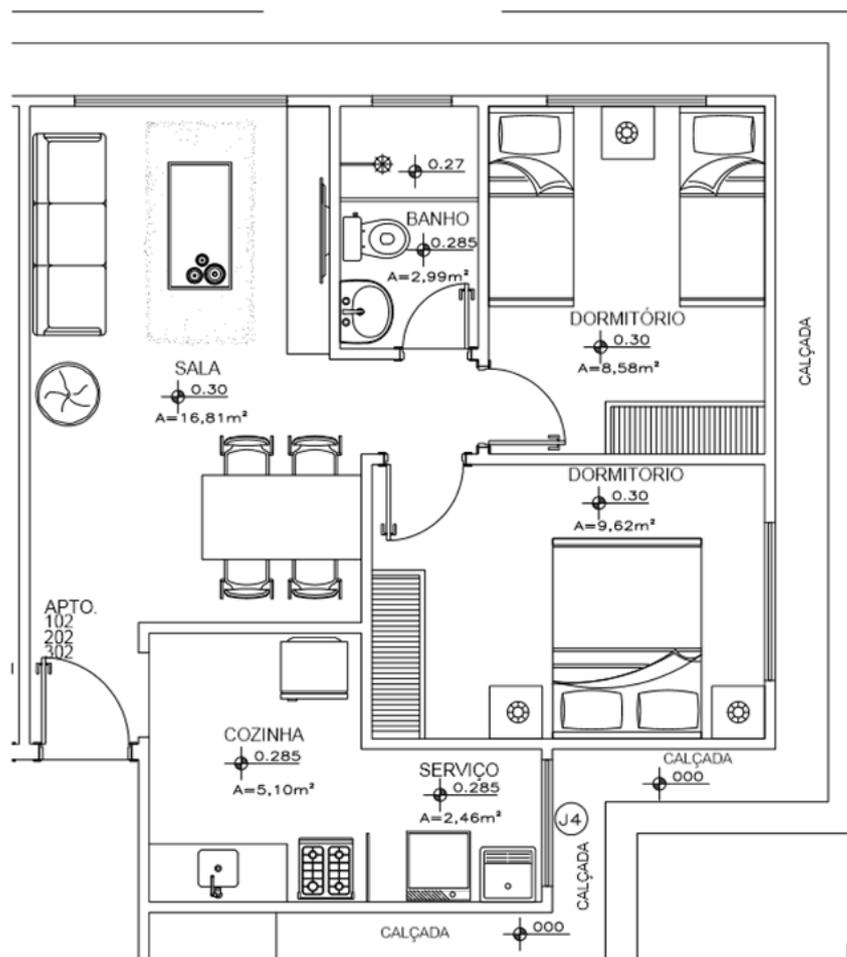
3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERÍSTICAS DO PROJETO

O objetivo deste trabalho é mostrar dois projetos estruturais (concreto armado convencional e paredes de concreto), a partir de um mesmo projeto de arquitetura, realizando o orçamento e o cronograma da estrutura de cada projeto, não considerando o acabamento, e tem como metas mostrar qual dos dois processos construtivo é mais viável, e mostrando a diferença de tempo para realização de ambos os projetos.

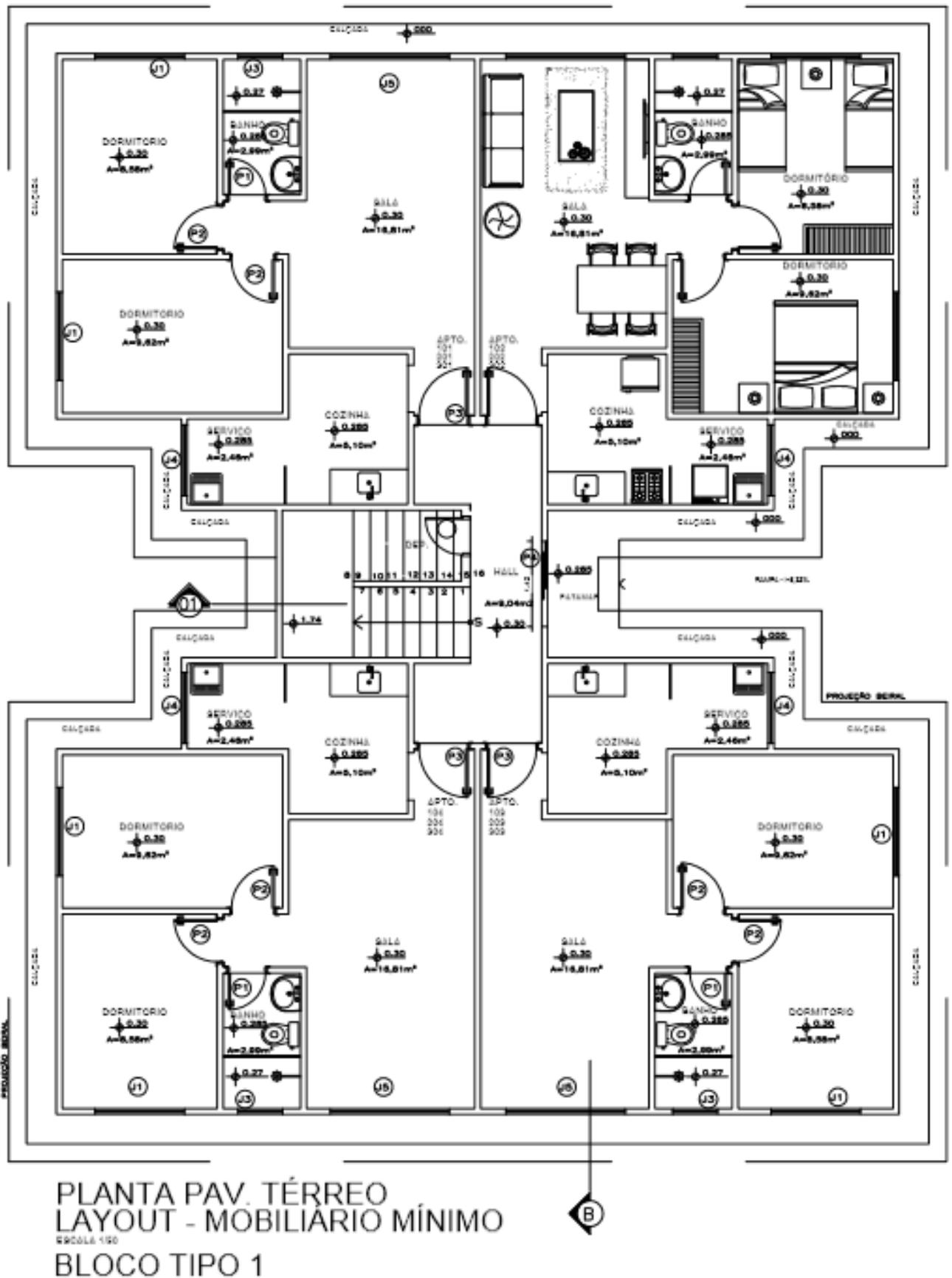
O edifício proveniente do trabalho tem finalidades residenciais para o projeto minha casa minha vida - faixa II, do governo federal, possui quatro apartamentos por pavimento (cada um com área útil de 45,56 m²) sendo a seguintes divisões: dois dormitórios, um banheiro, sala, cozinha e área de serviço, conforme figura 63 e 64.

Figura 62 - layout apartamento



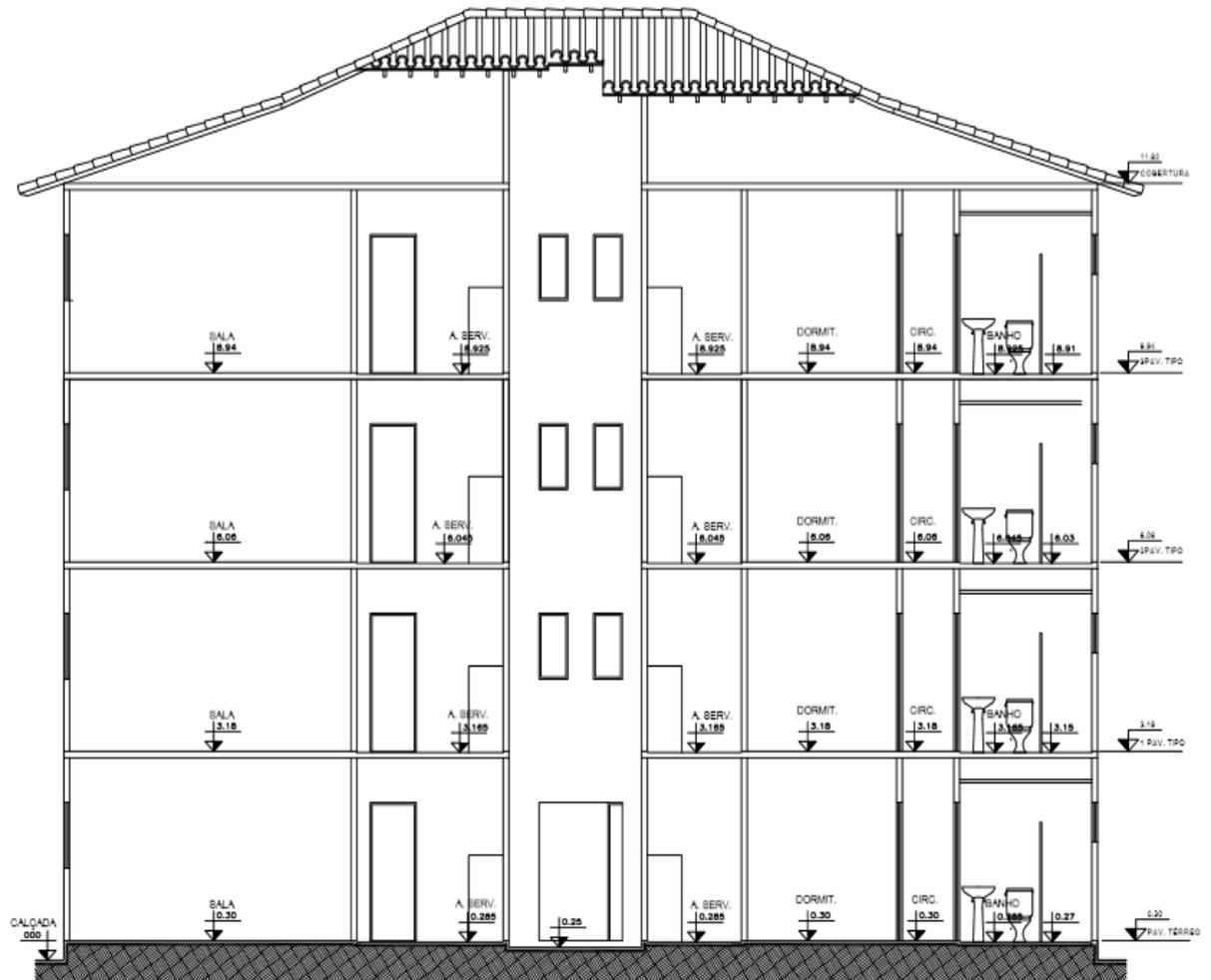
Fonte: Empercon, 2014

Figura 63 - Planta baixa, pav. Tipo



Foi considerado em estudo que o edifício possui quatro pavimentos, todos iguais ao tipo, e distância de piso a piso igual a 2,88m, resultando em uma edificação com altura total de 14,0m, como mostra imagens 65, 66 e 67.

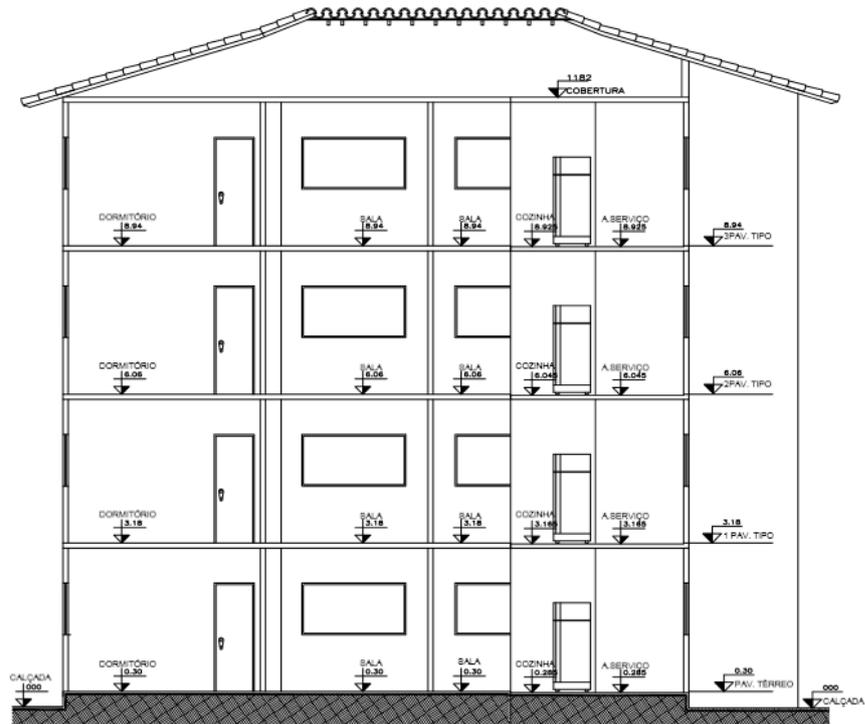
Figura 64 – Corte frontal do edifício



CORTE BB
ESCALA 1/50
BLOCO TIPO 1

Fonte: Empercon, 2014

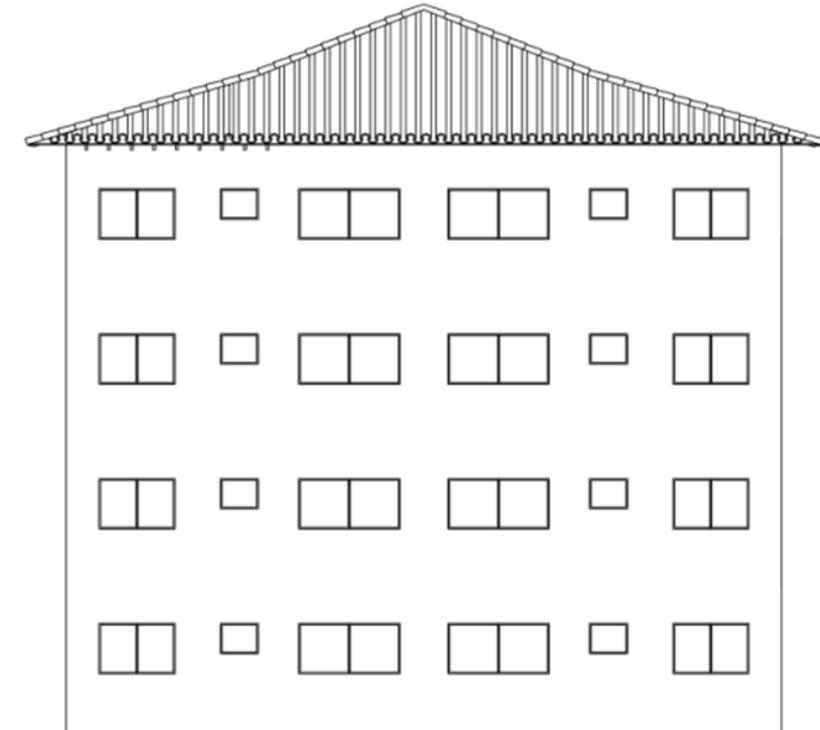
Figura 65 - Corte lateral do edifício



CORTE AA
ESCALA 1:50
BLOCO TIPO 1

Fonte: Empercon, 2014

Figura 66 – Fachada



FACHADA 01
ESCALA 1:50

Fonte: Empercon, 2014

Dos projetos estruturais foram gerados os levantamentos de quantidade de materiais e outros insumos, possibilitando demonstrar o estudo comparativo entre os processos construtivos de modo real para ambas as construções de estudo, bem como as composições das planilhas orçamentárias. Os preços dos insumos foram obtidos em planilhas do SINAPI do ano corrente (2015).

Após as análises realizadas nos dois projetos, se pode concluir qual método estrutural tem maior viabilidade econômica e construtiva.

3.2 CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL

Utilizaremos como ferramenta de cálculo estrutural o programa Eberick, desenvolvido pela AutoQI é um software desenvolvido no Brasil, é a ferramenta de cálculo estrutural mais conhecida pelos engenheiros para cálculo de estruturas em concreto armado. A sua metodologia de trabalho agrega todas as etapas da elaboração de um projeto estrutural.

A estrutura é toda concebida em um modelador gráfico que oferece suporte desde a entrada de dados relativos à geometria e ao carregamento do pavimento. Com esses dados podem ser modelados os elementos como pilares, vigas, lajes, escadas, fundações, distribuindo as ações das lajes para as vigas e dessas para os pilares.

Possui uma análise rica e completa que vai desde combinações de carregamentos, informações sobre as características do vento, análise de estabilidade global, viga contínua, discretização por elementos de barras e placas, verificação dos estados limites últimos e estados limites de serviço, como: o cálculo de flechas e abertura de fissuras, além de gerar o modelo de pórtico espacial para gerar os esforços atuantes na estrutura.

Passa-se para o dimensionamento e detalhamento das armaduras, onde são emitidos relatórios de cálculos e desenhos que podem ser editados graficamente até a plotagem dos desenhos finais que serão utilizados na construção.

É importante salientar que a modelagem da estrutura é de responsabilidade do engenheiro, uma vez que o software não tem poder de escolher qual o melhor modelo matemático a ser adotado, além de possuir um arquivo de critérios onde o projetista define parâmetros para o processamento e detalhamento da estrutura.

3.2.1 Projeto Estrutural – Estrutura Convencional De Concreto

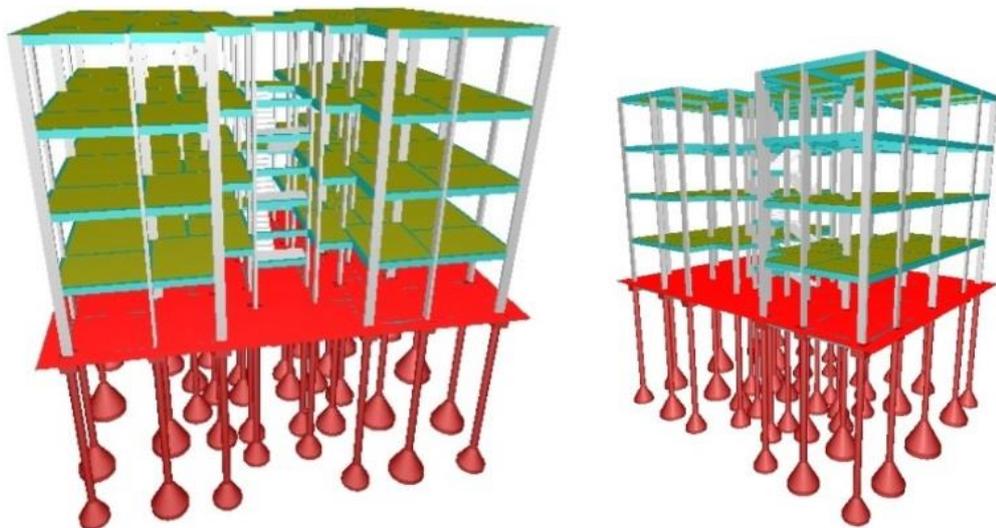
Os projetos foram dimensionado em concreto armado, considerando as fundações em concreto armado de 20 Mpa e as vigas, pilares e lajes serão em concreto armado 25 Mpa, as lajes serão do tipo maciças.

As cargas consideradas serão as cargas verticais devido ao peso próprio dos elementos e as cargas de uso, como recomenda a ABNT NBR 6118:2014 Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, as ações do vento serão considerados em todas as situações, a classe de agressividade ambiental considerada será a classe II conforme tabela 6.1(tabelas da NBR 6118:2014), com cobrimento nominal de 30 mm para vigas e pilares, 25 mm na parte inferior de lajes como mostra tabela 7.2(tabelas da NBR 6118:2014), o concreto armado usado no projeto terá resistência considerada como resistência característica a compressão o valor de 25 Mpa de acordo com a tabela 7.1(tabelas da NBR 6118:2014), com massa específica admitida de 2.500 kg/m, o aço usado será o CA 50, com o valor de 210.000 MPa como modulo de elasticidade.

Os valores de pesos específicos dos materiais e das cargas acidentais serão obtidos através da NBR 6120:1980.

A figura 68 mostra o pórtico 3D da estrutura, mostrando vigas, pilares, laje, escada e fundação. Os projetos estão no ANEXO I.

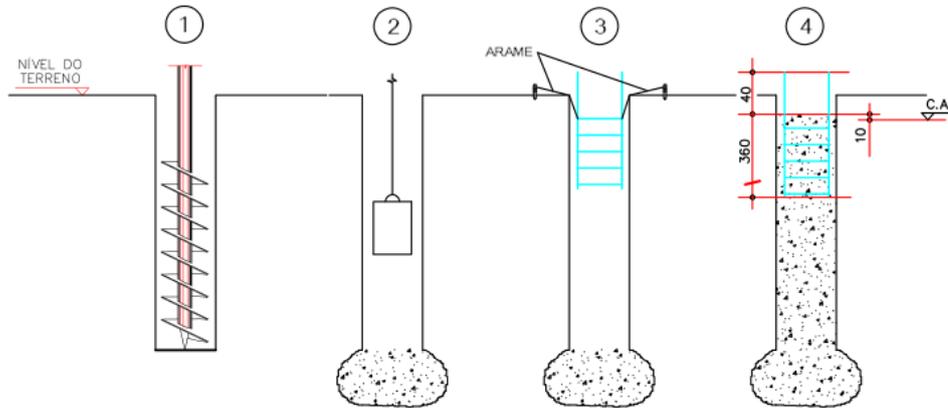
Figura 67 - Pórtico 3D da estrutura



Fonte: Autor, 2015

São 42 estacas com 8 metros de profundidade, na figura 69 podemos ver e procedimento para a execução das estacas.

Figura 68 -- Procedimento para execução das estacas

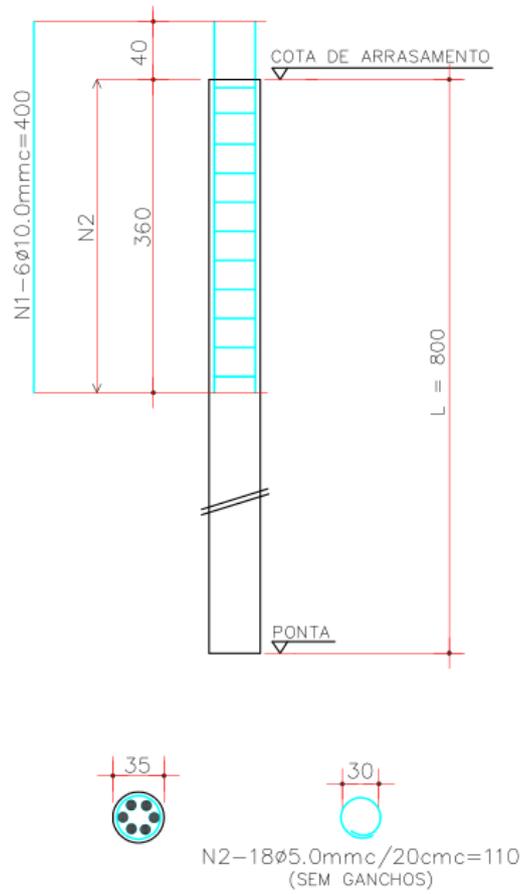


- 1 - PERFURAÇÃO DA ESTACA ATRAVÉS DE TRADO MECÂNICO.
- 2 - INJEÇÃO DE CONCRETO SECO NA PONTA DA ESTACA, ATRAVÉS DE APOIAMENTO, EM VOLUME A SER DETERMINADO NO LOCAL PELO ENGENHEIRO DA OBRA.
- 3 - INSTALAÇÃO DA ARMAÇÃO.
- 4 - CONCRETAGEM DA ESTACA ATÉ 10 cm ACIMA DA COTA DE ARRASAMENTO (C.A).

Fonte: Autor, 2015

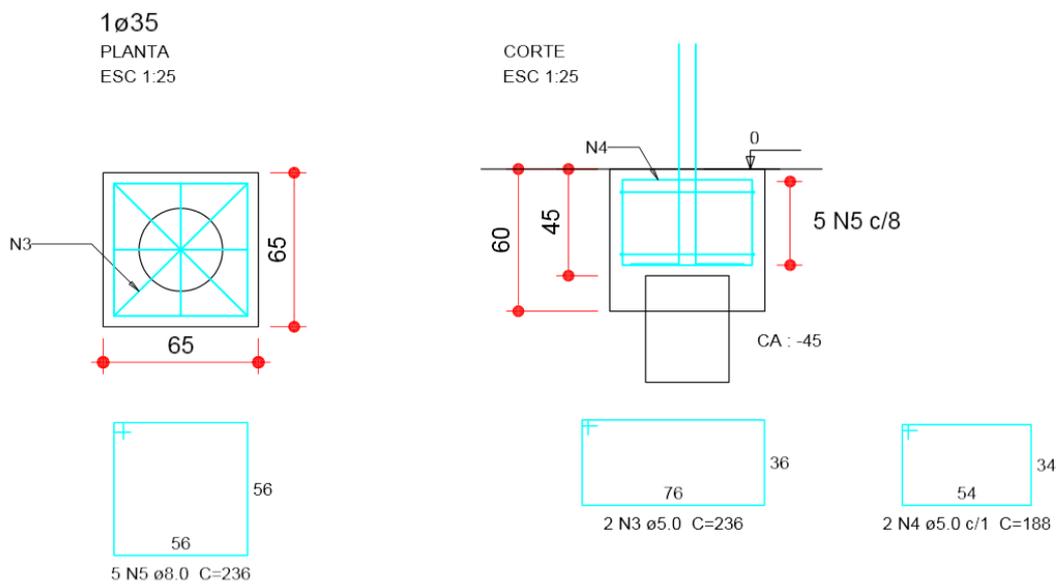
As estacas serão armadas apenas nos 3,60 metros iniciais com 6 barra de aço CA-50 com espessura de 10mm como mostra a figura 70. Na figura 71, podemos ver o detalhamento do bloco de coroamento. Todas estacas são coroadas conforme arquivo digital em anexo, os demais detalhamentos dos projetos estruturais da estrutura de concreto armado também estão no mesmo arquivo.

Figura 69 - Detalhe e armação das estacas



Fonte: Autor, 2015

Figura 70 - Detalhe dos blocos de coroamento



Fonte: Autor, 2015

3.2.2 Estrutura Analítica De Projeto

A definição da EAP do empreendimento garante a organização das atividades e a sequência de execução da obra. Para obter estas informações foram consultados os projetos, mostrados no ANEXO I.

O nível de detalhamento da EAP deve ser definido conforme a necessidade de controle de projeto ou da complexidade de suas atividades. A seguir, na Tabela 2, é apresentado como foi feita a divisão das atividades do empreendimento.

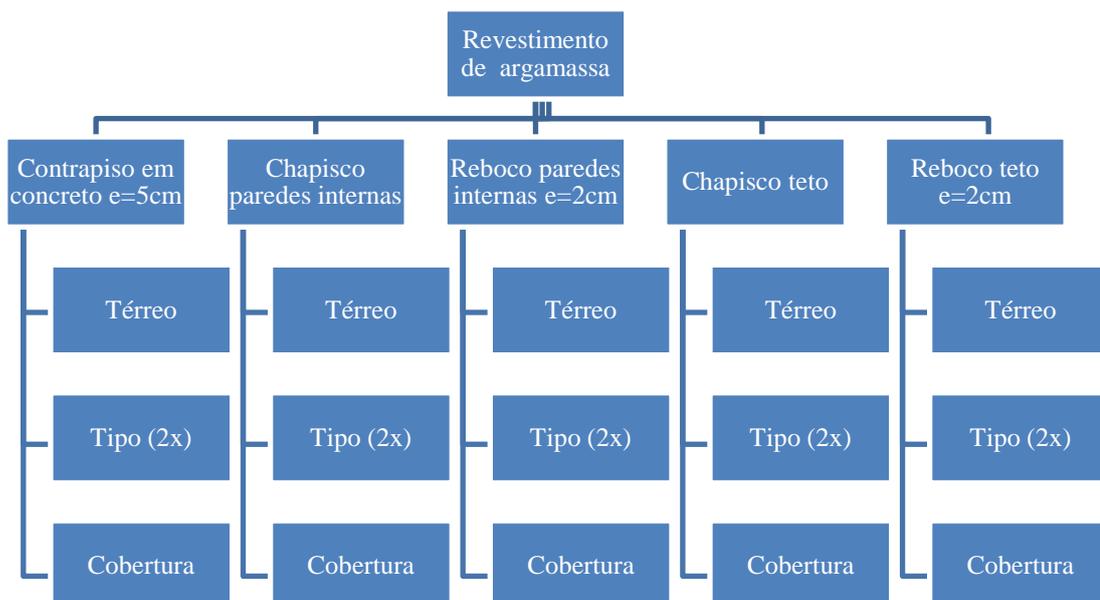
Tabela 2 - Estrutura Analítica do Projeto

1	Serviços preliminares
2	Trabalho em terra
3	Infraestrutura
4	Superestrutura
5	Paredes
6	Revestimento de argamassa interna
7	Revestimento de fachada

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

No organograma 01, é detalhado o item 6 da EAP, revestimentos de argamassa, constituído de contra piso, chapisco para parede, reboco para parede, chapisco para teto e reboco para teto. Todos os grupos da EAP serão detalhados e apresentados no APÊNDICE I.

Organograma 1 – EAP revestimento de argamassa



Fonte: Autor, 2015

As atividades serão repetidas por pavimento do empreendimento, exceto serviços preliminares, trabalhos em terra, infraestrutura e limpeza geral.

A seguir, apresenta-se as especificações das atividades:

a) Serviços preliminares e Trabalhos em terra:

Consiste nos primeiros serviços que permitem o início da obra (estes dão as condições necessárias para execução propriamente dita, neste estudo foram considerados os seguintes itens: gabarito e locação e movimentação de terra).

b) Infraestrutura:

O modelo de fundação adotado foi fundação estaca moldada no local com bloco de coroamento.

c) Superestrutura:

A estrutura é em concreto armado, composta por vigas, pilares e lajes. Nesta etapa são previstas todas as atividades necessárias para a finalização da laje do pavimento em questão. Engloba-se os serviços de fabricação, montagem e desforma das fôrmas, corte, dobra e montagem das armaduras, colocação dos espaçadores e transporte, lançamento e acabamento do concreto. Também inclui o complemento da fundação na estrutura do pavimento térreo. As fôrmas serão em madeira compensada resinada com espessura de 12mm e o concreto dosado em central com resistência característica de 25 Mpa (Megapascal).

d) Alvenaria:

A alvenaria de vedação externa e interna é de blocos cerâmicos de 9x19x19cm. Nesta etapa, está englobado o assentamento dos blocos com argamassa produzida in loco em betoneiras, atividades de nivelamento e alinhamento, marcação da primeira fiada de blocos, execução de vergas e contravergas e encunhamento executado com bloco cerâmico.

e) Revestimentos de argamassa (internos e fachada):

Está previsto o chapisco das áreas de teto, paredes e fachada que serão rebocadas e o reboco. A argamassa para chapisco e contra piso é produzida in loco em betoneira. Já para o reboco a argamassa é estabilizada. O reboco interno tem espessura de 2 cm e o externo de 3 cm. Onde houver forro de gesso dispensa chapisco e reboco. O contra piso é executado em todos os ambientes do projeto, com espessura de 5 cm.

f) Limpeza geral:

Compreende a limpeza final da obra para sua entrega.

3.2.3 Quantitativo Dos Serviços

Os quantitativos dos serviços foram feitos através de medidas com padrão pré-estabelecido. Estes quantitativos são imprescindíveis para a execução do orçamento, dimensionamento das equipes e conseqüentemente a duração das atividades. Os projetos para levantamentos seguem em anexo no arquivo digital.

A seguir detalhamento de como foram levantados os quantitativos dos serviços do empreendimento.

Serviços preliminares e Trabalhos em terra:

- a) Para o gabarito e locação da obra se considerou a área do terreno.
- b) Para o serviço de movimentação de terra foi considerado o volume de solo escavado para execução da fundação, em m³ (metro cúbico).

Infraestrutura:

As estacas moldadas em loco foram levantadas em m² (metro quadrado). O aço foi quantificado em Kg (quilograma) considerando um acréscimo de 10% (dez por cento) para eventuais perdas e o concreto em m³ (metro cúbico) considerando uma perda de 20% (vinte por cento).

Superestrutura:

Medição pelos comprimentos, áreas, volumes e pesos definidos nos projetos e nas especificações.

- a) fôrmas: Quantificadas em m². A figura 67 mostra a planta de forma do pavimento tipo.
- b) armaduras: O aço é quantificado pelo peso nominal (quilograma) acrescidos de 10% (dez por cento) a título de perda. Nas figuras 68, 69,70, podemos ver um exemplo do detalhamento de aço nos pilares, vigas e lajes
- c) concreto: É quantificado em m³ (metro cúbico), acrescido de 5% (cinco por cento) a título de perdas.

Alvenaria:

- a) o quantitativo foi feito através do projeto arquitetônico. Foi levantada a área (metro quadrado) das paredes descontando-se os vãos das esquadrias.

Revestimentos de argamassa (internos e fachada):

- a) chapisco, reboco e contra piso: Medição foi feita pela área (metro quadrado), descontando-se os vãos das esquadrias para os revestimentos de parede.

Limpeza geral:

- a) a medição pela área total construída.

A tabela 03 mostra o exemplo do levantamento da alvenaria de vedação, a tabela completa segue no APENDICE A.

Tabela 03 - Exemplo de levantamento quantitativo de serviço - Alvenaria de vedação

Nome da tarefa	Quantitativo	Unidade
Alvenaria de vedação		
Térreo	496,63	m ²
Tipo 1	498,67	m ²
Tipo 2	498,67	m ²
Cobertura	498,67	m ²
Vergas e contravergas		
Térreo	21,20	m
Tipo 1	20,25	m
Tipo 2	20,25	m
Cobertura	20,25	m
Encunhamento		
Térreo	189,50	m
Tipo 1	189,50	m
Tipo 2	189,50	m
Cobertura	189,50	m

Fonte: autor

3.2.4 Definição Das Durações Das Atividades

Para definição das durações das atividades devem ser levadas em conta três variáveis: quantidade de serviço, produtividade e quantidade de equipes.

Para definir a duração das atividades foi elaborada uma planilha no Microsoft Excel, onde foi inserida a quantidade de serviço a ser executado (obtida através do quantitativo de serviços), o índice de consumo dos trabalhadores (obtida na SINAPI 2015), determinou-se a quantidade de equipes e por fim obteve-se a duração da atividade. Para a realização do trabalho foi definida a relação prazo/equipe. É importante salientar que todas as durações estão fundamentadas em dias úteis. Para o caso de ter mais de um profissional envolvido na execução, determinava-se a duração com base na produtividade do oficial.

Algumas atividades podem não ter suas durações calculadas somente pelo índice de produtividade. Isso ocorre devido às limitações técnicas da atividade. Por exemplo, ao concretar uma laje, deve-se respeitar o tempo de escoramento e desfôrma regido por norma. Para a alvenaria, etapa subsequente à estrutura, possa ser executada é necessário que a laje esteja livre de escoras e a laje do pavimento superior esteja desformada. Desta forma a etapa

da alvenaria é limitada não só pelo tempo de execução da etapa anterior, mas também pela cadência implicada pela norma regulamentadora de estruturas em concreto armado, NBR 14931. A Tabela 4 mostra o exemplo de como foi calculada a duração da atividade de fôrma de um pavimento tipo.

**Tabela 4 - Exemplo de cálculo de duração de atividades para serviço –
Forma das vigas pavimento tipo.**

Quantitativo (m ²)	128,73
Índice de consumo do oficial (h/m ²)	1,11
Quantidade de oficiais por equipe	4,00
Duração para uma equipe (h)	35,72
Quantidade de equipes	4,00
Duração para quatro equipes (h)	8,93
Duração em horas por dia, adotado	8,00
Duração em dias	1,12

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

O quantitativo de serviços, índices de consumo, equipes e, como resultados, a duração das atividades, estão listados na tabela mostrada no APÊNDICE B.

3.2.5 Cronograma

A programação inicial da obra foi feita através do Microsoft Excel. Inicialmente criou uma tabela no programa e em seguida vinculou-se as atividades entre si, respeitando as relações de dependência entre as atividades. Depois de vinculadas, atribuiu-se as durações das atividades de cada etapa da EAP, determinadas através da produtividade dos oficiais.

Determinou-se como data de início da obra a data de 04/01/2016. De acordo com o cálculo de duração dos serviços, as precedências, e considerando o início da obra, foi criado o cronograma de execução da obra. Após o agendamento de todas as atividades, o empreendimento teve sua programação em 239 (duzentos e trinta e nove) dias úteis de execução, como mostra a tabela 5.

Tabela 5 - Cronograma estrutura convencional

Cronograma de Obra - Estrutura de concreto convencional				Data:	30/out/15
Obra:	TCC - PAREDES DE CONCRETO X ESTRUTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL				
Local:	ANÁPOLIS – GO				
No. Item	Tarefa	Data de início	Duração (dias)	Data de término	
1	Gabarito e locação	04/jan/16	2	06/01/2016	
2	Movimento de terra	06/jan/16	1	07/01/2016	
3	Armação – estacas	06/jan/16	7	13/01/2016	
4	Concreto – estacas	13/jan/16	1	14/01/2016	
5	Preparo cabeça estaca	18/jan/16	1	19/01/2016	
6	Escavação - Bloco coroamento	14/jan/16	2	16/01/2016	
7	Forma - Bloco coroamento	19/jan/16	2	21/01/2016	
8	Armação - Bloco coroamento	19/jan/16	3	22/01/2016	
9	Concreto	25/jan/16	1	26/01/2016	
10	Forma - Vigas baldrame	27/jan/16	3	30/01/2016	
11	Armação - Vigas baldrame	01/fev/16	2	03/02/2016	
12	Concretas - Vigas baldrame	04/fev/16	1	05/02/2016	
13	Superestrutura – Térreo	10/fev/16	27	08/03/2016	
14	Superestrutura - Tipo 1	09/mar/16	27	05/04/2016	
15	Superestrutura - Tipo 2	06/abr/16	28	04/05/2016	
16	Superestrutura - Cobertura	05/mai/16	29	03/06/2016	
17	Alvenaria de vedação - Térrea	11/abr/16	21	02/05/2016	
18	Alvenaria de vedação - Tipo 1	09/mai/16	21	30/05/2016	
19	Alvenaria de vedação - Tipo 2	06/jun/16	17	23/06/2016	
20	Alvenaria de vedação - Cobertura	04/jul/16	18	22/07/2016	
21	Vergas e contravergas - Térreo	28/abr/16	1	29/04/2016	
22	Vergas e contravergas - Tipo 1	23/mai/16	1	24/05/2016	
23	Vergas e contravergas - Tipo 2	16/jun/16	1	17/06/2016	
24	Vergas e contravergas - Cobertura	19/jul/16	1	20/07/2016	
25	Reboco interno - Térreo	25/jul/16	21	15/08/2016	
26	Reboco interno - Tipo 1	15/ago/16	22	06/09/2016	
27	Reboco interno - Tipo 2	08/set/16	21	29/09/2016	
28	Reboco interno - Cobertura	29/set/16	25	24/10/2016	
29	Contra piso - Térreo	16/ago/16	3	19/08/2016	
30	Contra piso - Tipo 1	08/set/16	3	11/09/2016	
31	Contra piso - Tipo 2	03/out/16	3	06/10/2016	
32	Contra piso - Cobertura	25/out/16	3	28/10/2016	
33	Reboco externo	31/out/16	30	30/11/2016	
34	Limpeza	01/dez/16	1	02/12/2016	

Fonte: Autor, 2015

O cronograma gráfico gerado através Microsoft Excel, tendo como objetivo demonstrar graficamente a duração das atividades em uma escala de tempo.

A ferramenta mostra o número previsto de dias para a conclusão da tarefa, bem como sua data de início e fim. Graficamente cada tarefa é representada por uma barra, que tem seu tamanho proporcional à sua duração.

O cronograma melhora a visualização da sequência das atividades e, também, o momento em que cada uma deve ser realizada. Essa ferramenta permite o monitoramento e o controle do projeto. O cronograma gráfico inicial completo está apresentado no APÊNDICE C.

3.2.6 ORÇAMENTO

O orçamento foi elaborado em sua totalidade usando o Microsoft Excel. O autor deu preferência para este software devido à sua facilidade de utilização e familiaridade que possui com o programa.

Para a elaboração de um orçamento, são necessários três itens:

- a) quantitativos de serviços;
- b) consumo de insumos;
- c) preços unitários dos insumos.

Alguns quantitativos de serviço foram levantados através dos projetos. E os preços unitários foram retirados da SINAPI (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, agosto de 2015).

O estudo trouxe ao custo final da parte estrutural da obra, que foi de R\$ R\$ 440.466,66, Como mostra o tabela 6.

Tabela 6 – Orçamento Resumido – Estrutura de Concreto convencional
(Continua)

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TOTAL
1	LOCAÇÃO	R\$ 479,68
2	FUNDAÇÃO	R\$ 23.030,20
3	BLOCO COROAMENTO	R\$ 10.177,08
4	VIGAS BALDRAME	R\$ 16.799,29
5	ESCADA	R\$ 5.232,58
6	VIGAS DA ESCADA	R\$ 941,89

**Tabela 6 – Orçamento Resumido – Estrutura de Concreto convencional
(Conclusão)**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TOTAL
7	PILARES	R\$ 43.136,30
8	VIGAS PAVIMENTO TIPO	R\$ 30.508,14
9	LAJE PAVIMENTO TERREO/TIPO	R\$ 55.415,65
10	LAJE PAVIMENTO COBERTURA	R\$ 23.200,43
11	VIGAS PAVIMENTO COBERTURA	R\$ 15.507,10
12	ALVENARIA	R\$ 101.596,87
13	REBOCO INTERNO	R\$ 79.674,77
14	REBOCO EXTERNO	R\$ 14.307,37
15	CONTRAPISO	R\$ 19.640,63
16	LIMPEZA DA OBRA	R\$ 818,68
	TOTAL GERAL	R\$ 440.466,66

Fonte: Autor, 2015

O orçamento detalhado encontra-se no APENDICE D.

3.3 PAREDES DE CONCRETO

Uma estrutura em paredes de concreto deve ser projetada e construída de modo que resista a todas as ações que sobre ela produzam efeitos significativos tanto na sua construção quanto durante a sua vida útil, de modo que sob as condições ambientais previstas na época de projeto e, quando utilizada conforme preconizado em projeto, conserve sua segurança estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente à sua vida útil; contemple detalhes construtivos que possibilitem manter a estabilidade pelo tempo necessário à evacuação quando da ocorrência de ações excepcionais localizadas, como explosões, incêndios e impactos. (CARVALHO, 2012)

Segundo a ABNT NBR 16055:2012, o projeto de uma estrutura em paredes de concreto deve ser elaborado adotando-se um sistema estrutural adequado à função desejada para a edificação, combinação de ações compatíveis e representativas, dimensionamento e verificação de todos os elementos estruturais presentes e a especificação de materiais apropriados de acordo com os dimensionamentos efetuados.

Segundo a ABNT NBR 16055:2012 o projeto estrutural deve ser constituído por desenhos, especificações e memorial descritivo. Esses documentos devem conter informações claras, corretas e consistentes entre si, tornando possível a execução da estrutura de acordo com os critérios adotados. O projeto deve apresentar desenhos contendo as plantas de formas

e elevações das paredes com a respectiva armação. Sempre que necessários, devem ser apresentados:

- a) localização de pontos de reforços,
- b) detalhes de amarração de paredes com paredes,
- c) paredes com laje
- d) posicionamento de juntas de controle ou construtivas.

O projeto deverá contemplar as etapas construtivas com as respectivas idades e resistências do concreto tendo em vista a capacidade resistente das lajes juntos às escoras e a fissuração oriunda do processo construtivo.

Para esse trabalho pegamos um projeto pronto visto que queremos mostrar a viabilidade econômica entre dois empreendimentos de mesmo porte, mostrando qual tempo necessário e valor para ambas as construções. Segue no anexo A o projeto e detalhamento da parede se concreto.

3.3.1 Orçamento

Para o projeto de paredes de concreto foi realizado dois orçamento um detalhado e um resumido.

Para execução do orçamento detalhado usando a tabela SINAPI de agosto de 2015, prosseguiu da seguinte forma:

Dividiu o projeto de acordo com a execução e de acordo com o serviço a ser executado montou-se uma tabela, onde tem o código do serviço na SINAPI, a quantidade a ser executada (m², m³, horas, kg, etc.) vezes o valor unitário da SINAPI. O orçamento detalhado esta no anexo B. Já o orçamento resumido mostra apenas o valor total de cada serviço como mostra a tabela 7.

Tabela 7 – Orçamento Resumido – Paredes de Concreto

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	Total
1	LOCAÇÃO	R\$ 947,00
2	FUNDAÇÃO	R\$27.849,60
3	BALDRAME	R\$ 34.841,41
4	ESTRUTURA	R\$176.194,48
5	FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDE DE CONCRETO	R\$64.703,34
6	CONTRA PISO	R\$17.850,25
7	ESTUCAMENTO	R\$ 8.876,36
Total Geral		R\$331.262,44

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

3.3.2 Cronograma

Para esse projeto foram feitos dois cronogramas, o mostrado na tabela 8, e o cronograma gráfico que segue no APENDICE IV.

Após o agendamento de todas as atividades, o empreendimento teve sua programação em 43 (quarenta e três) dias úteis de execução, como mostra a tabela 8.

Tabela 8 – Cronograma Parede de concreto

Cronograma de Obra - Paredes de Concreto		Data: 31/out/15		
Obra: TCC -PAREDES DE CONCRETO X ESTRUTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL				
Local: ANÁPOLIS - GO				
No. Item	Tarefa	Data de início	Duração (dias)	Data de término
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	11/jan/16	3	14/01/2016
2	GABARITO E LOCAÇÃO OBRA	13/jan/16	2	15/01/2016
5	FUNDAÇÕES	18/jan/16	8	26/01/2016
7	BALDRAMES	26/jan/16	8	03/02/2016
8	NIVELAMENTO E CONCRETEGEM DO PISO	04/fev/16	9	13/02/2016
19	MONTAGEM DAS TELAS E FERRAGENS DAS PAREDES 1º PAV.	15/fev/16	1	16/02/2016
21	MOTAGEM FORMA DE ALUNINIO 1º PAV.	16/fev/16	2	18/02/2016
33	CONCRETEGEM PAREDES E LAJES 1º PAV.	18/fev/16	1	19/02/2016
43	DESFORMA 1º PAV.	19/fev/16	2	21/02/2016
44	CONTRAPISO 1º PAV.	12/mar/16	4	16/03/2016
45	MONTAGEM DAS TELAS E FERRAGENS DAS PAREDES 2º PAV.	22/fev/16	2	24/02/2016
46	MOTAGEM FORMA DE ALUNINIO 2º PAV.	23/fev/16	2	25/02/2016
47	CONCRETEGEM PAREDES E LAJES 2º PAV.	23/fev/16	2	25/02/2016
48	DESFORMA 2º PAV.	24/fev/16	2	26/02/2016
49	CONTRAPISO 2º PAV.	11/mar/16	1	12/03/2016
50	MONTAGEM DAS TELAS E FERRAGENS DAS PAREDES 3º PAV.	29/fev/16	2	02/03/2016
51	MOTAGEM FORMA DE ALUNINIO 3º PAV.	01/mar/16	2	03/03/2016
52	CONCRETEGEM PAREDES E LAJES 3º PAV.	01/mar/16	2	03/03/2016
53	DESFORMA 3º PAV.	02/mar/16	2	04/03/2016
54	CONTRAPISO 3º PAV.	10/mar/16	1	11/03/2016
55	MONTAGEM DAS TELAS E FERRAGENS DAS PAREDES 4º PAV.	03/mar/16	2	05/03/2016
56	MOTAGEM FORMA DE ALUNINIO 4º PAV.	04/mar/16	2	06/03/2016
57	CONCRETEGEM PAREDES ELAJES 4º PAV.	04/mar/16	2	06/03/2016
58	DESFORMA 4º PAV.	07/mar/16	2	09/03/2016
58	ESTUQUE	09/mar/16	15	24/03/2016
58	CONTRAPISO 4º PAV.	09/mar/16	1	10/03/2016

Fonte: Elaborado pelo autor

4 ANÁLISE E DISCUÇÃO

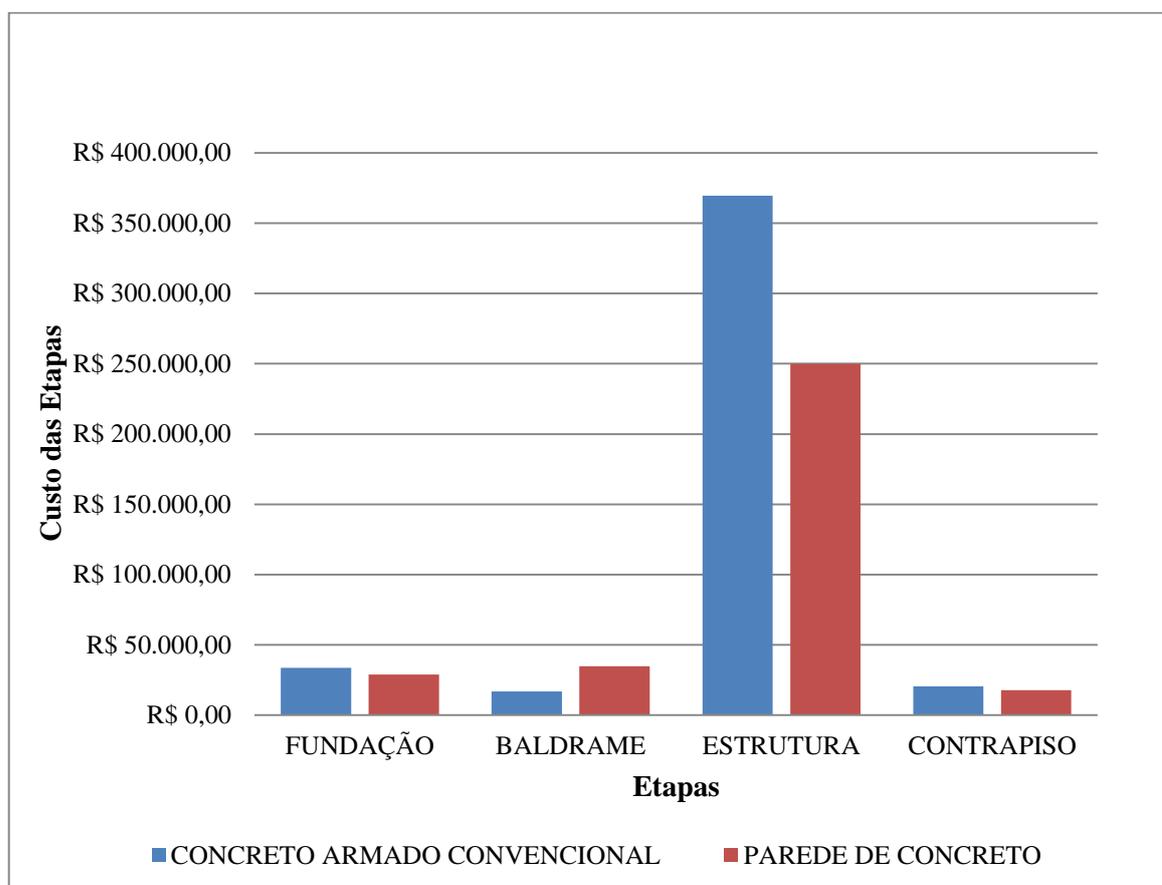
A análise do projeto residencial multifamiliar com as 16 unidades construídas em concreto armado convencional, verificou-se que houve um custo maior que na construção da obra quando construída no sistema construtivo de paredes de concreto armado moldados no local com fôrmas de alumínio. Este custo chegou a 24,79% uma diferença significativa de R\$ 109.204,22, sendo R\$ 6.825,26 por unidade, isto se deve principalmente pelo tempo de execução da obra que tem uma diferença significativa quando comparado às paredes de concreto. Na tabela 9, podemos ver a diferença de custo para os diferentes sistemas construtivos.

Tabela 9 – Custos para construção de um residencial multifamiliar

MÉTODO EXECUTIVO	PREÇO TOTAL	PREÇO POR UNIDADE HABITACIONAL
Paredes de Concreto	R\$ 331.262,44	R\$ 20.703,90
Concreto Armado Convencional	R\$ 440.466,66	R\$ 27.529,17
DIFERENÇA %	24,79%	24,79%

Fonte: Autor, 2015

No gráfico 01, é possível ver as diferenças de custo para as fases de execução dos dois sistemas construtivo. Com destaque no custo na etapa estrutural do sistema de concreto armado convencional em que a estrutura ficou 32,41% mais cara, que a estrutura da parede de concreto, sendo esta a etapa que é influenciada diretamente pela velocidade das formas de alumínio.

Figura 71 - Comparativo de custos das etapas de execução

Fonte: Autor, 2015.

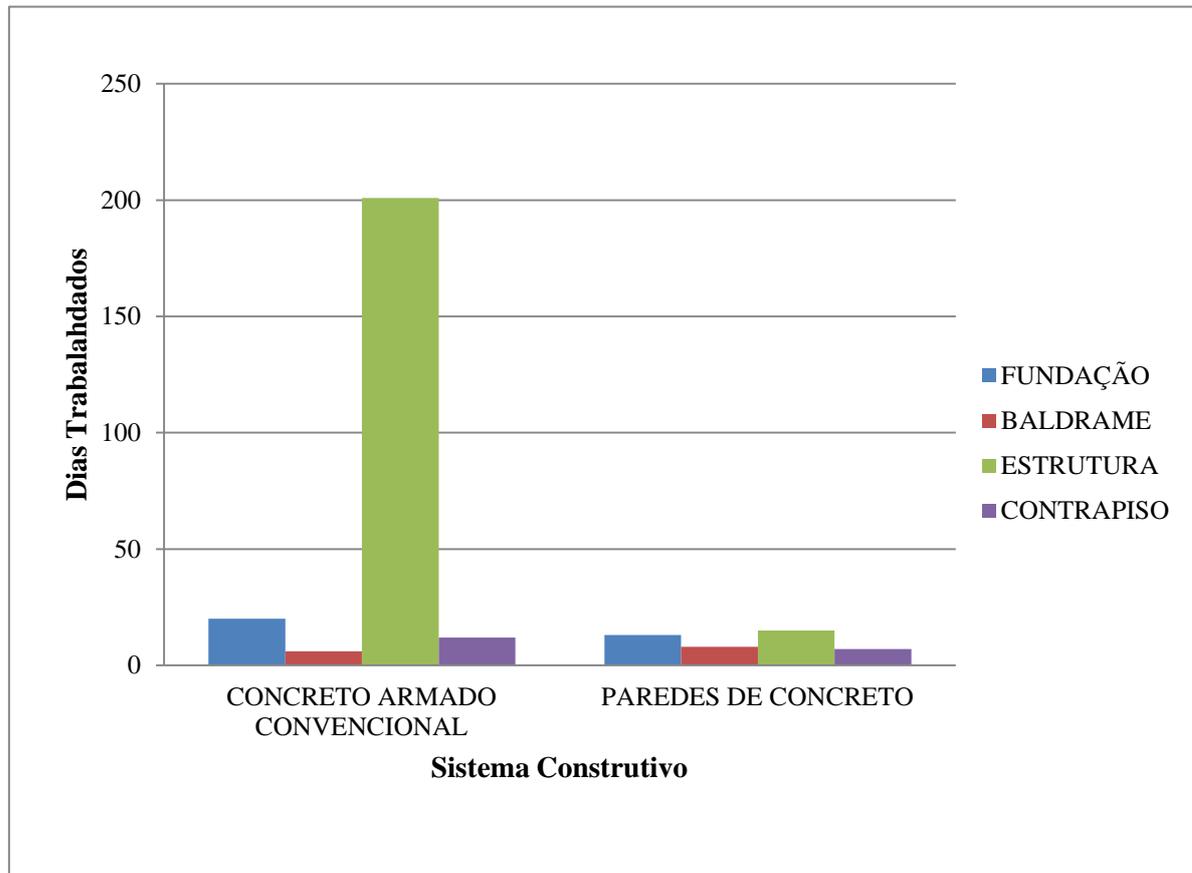
Na análise do residencial multifamiliar com as 16 unidades com paredes de concreto foi possível observar um menor custo quando comparado ao sistema Concreto Armado Convencional. Isso se deve pelo menor tempo de execução, pela diminuição dos processos e consequente diminuição do custo de mão de obra e menor custo de insumos utilizados.

O custo da fundação ficou maior no Concreto Armado Convencional porque no sistema Paredes de Concreto o projeto estrutural contém blocos de coroamento conforme projeto anexo no arquivo digital.

As vigas baldrame tem o custo mais alto que no sistema Paredes de Concreto porque após a concretagem das vigas baldrame é necessário executar uma laje não armada com de 10 cm de espessura para perfeito apoio das formas de alumínio.

A estrutura é a principal etapa responsável pela viabilidade do sistema Paredes de Concreto, a mão de obra é o fator que mais influencia na diferença de custo entre os dois sistemas construtivos, o menor número de processos torna o tempo de execução (Gráfico 02) muito menor quando comparado ao Concreto Armado Convencional, desta forma o custo se torna muito menor.

Figura 72 - Comparativo de tempo de execução



Fonte: Autor, 2015

A viabilidade da execução da parede de concreto depende diretamente do porte da obra, sendo que o custo de aquisição das formas de alumínio gira em torno de R\$ 850,00 m², tornando inviável para obras residenciais isoladas. O alto custo da aquisição é viável devido ao rateio do custo da forma, que se seguido à orientação do fabricante pode chegar de 500 a 800 usos.

Na fundação os blocos de coroamento é o fator que altera o tempo de execução das fundações da estrutura de Concreto Armado Convencional.

As vigas baldrame tem o tempo de execução um pouco maior devido a necessidade de execução da laje não armada com de 10 cm de espessura para melhor apoio das formas de alumínio.

O tempo de execução da estrutura é significativamente maior no Concreto Armado Convencional devido ao grande número de processos, conforme mostra o quadro 5.

**Quadro 6 - Processos de execução
Concreto armado Convencional x Paredes de Concreto**

Concreto Armado Convencional	Paredes de concreto
Fabricação de formas	Montagem das telas
Montagem de armaduras	Montagem dos eletrodutos e caixas elétricas
Montagem de formas	Montagem das formas de alumínio
Montagem dos eletrodutos e caixas elétricas	Concretagens
Concretagens	Estucamento
Alvenaria de vedação	
Chapisco interno	
Chapisco externo	
Reboco interno	
Reboco externo	
Requadro das aberturas	

Fonte: Elaborado pelo autor

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados das análises da comparação obtidas no trabalho demonstram que os objetivos definidos e pré-definidos para este estudo foram alcançados, destacando a idéia principal de fazer uma análise comparativa de estruturas de parede de concreto versus concreto armado convencional, comparando o custo, e conseqüentemente viabilidade construtiva de duas obras de mesmo porte, o concreto armado convencional e as paredes de concreto armado moldadas no local utilizando as fôrmas de Alumínio, comprovando que as estruturas de Paredes de Concreto Armado Moldadas no Local com Formas de Alumínio com grandes numero de repetições são mais viavel que a Estrutura de Concreto Armado Convencional.

A eliminação do chapisco, emboço, reboco e a eliminação do assentamento da alvenaria é o fator que mais chama atenção nesse sistema, dessa forma teria uma maior industrialização do processo construtivo. O estudo mostra os resultados dessa pesquisa, a partir de um orçamento do empreendimento nos dois métodos, viu-se uma economia de 24,79% no custo da execução de um edifício de 4 pavimentos, e uma grande diminuição no prazo da obra, sendo está uma das grandes características desse sistema.

Uma das desvantagens do sistema parede de concreto é que se torna viável a partir de um elevado número de repetições e com características arquitetônicas idênticas, pois as fôrmas metálicas são adaptadas a um projeto e possuem alto custo.

5.1 PROPOSTAS PARA ANÁLISES FUTURAS

A seguir se apresentam algumas propostas para análises futuras, bem como, traçar novos objetivos, a cerca do estudo desenvolvido neste trabalho.

- a) Realizar um estudo comparativo de custo entre Alvenaria Estrutural e Paredes de Concreto para residências multifamiliares, considerando a locação das fôrmas de alumínio, e então analisar o orçamento final demonstrando qual método apresentaria melhor viabilidade construtiva e econômica;
- b) Verificar a influência do vento no custo final de uma obra vertical, uma vez que o dimensionamento a cerca da estabilidade global da estrutura será diferente para cada método estrutural abordado neste trabalho.

REFERENCIAS

ABNT NBR 16055:2012. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos.

ABNT NBR 6118:2014. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto de Estrutura de Concreto – Procedimento

ABNT NBR 6120:1980. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Cargas para o cálculo de estruturas de edificações.

ABNT NBR 6122/96. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto e Execução de Fundações.

ABNT NBR 6123:1989. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Forças devidas ao vento em edificações.

ABNT NBR 8681:2003. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Ações e segurança nas estruturas – Procedimento

ALBUQUERQUE, Augusto Teixeira; PINHEIRO, Libânio Miranda. Viabilidade econômica de alternativas estruturais de concreto armado para edifícios. Disponível em: <http://www.set.eesc.usp.br/cadernos/nova_versao/pdf/cee19.pdf> Acesso em: 17/10/2015

ALVES, Cleber de Oliveira e PEIXOTO, Egleson José dos Santos . Estudo Comparativo de Custo Entre Alvenaria Estrutural e Paredes De Concreto Armado Moldadas no Local com Fôrmas de Alumínio. Cleber de Oliveira Alves, Egleson José dos Santos Peixoto – Belém, PA: 2011. 84 p.

ANDRADE, Emilson D. Materiais de construção e suas aplicações. Disponível em: <<http://www.profemilson.com.br/gotardo/modulo2d.html>> acesso em 31/10/2015.

ANDRADE, Emilson D. O concreto, seu preparo e transporte. Disponível em: <<http://www.profemilson.com.br/gotardo/modulo2d.html>> acesso em 31/10/2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM, Manual do Concreto Dosado em Central. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.abesc.org.br/pdf/manual.pdf>> Data de acesso: 17/08/2015

AZEVEDO, Hélio Alves de. O edifício até sua cobertura. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.125p.

BUTTLER, Alexandre Marques; SAAD, Eduardo Soares. Método construtivo de parede de concreto moldado in loco como forma de atender a demanda de construção atual no Brasil. Artigo Simpósio internacional de iniciação científica da USP.

CAMPOS, Iberê M. Procedimentos e cuidados no execução de alvenaria. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=7&Cod=119>> Acesso em: 20/10/2015.

CARVALHO, Leonardo Faria. Sistema construtivo em paredes de concreto para edifícios: dimensionamento da estrutura e aspectos construtivos. Tese, UFMG, 2012.

CASAS E PROJETOS. Paredes de concreto moldadas in loco aceleram obras. Disponível em: < <http://www.casaseprojetos.com/paredes-de-concreto-moldadas-inloco-aceleram-obras/> >. Acesso em: 17/05/2015.

CATALOGO_COMPOSICOES_ANALITICAS_AGOSTO_2015.

CICHINELLI, Gisele C. Sistemas de fôrmas. Revista Técnica. São Paulo, abril 2010.

Coletânea de artigos 2007/2008, comunidade da construção. Disponível em: <<http://www.comunidade-da-construcao.com.br/sistemas-construtivos/2/caracteristicas/o-sistema/18/caracteristicas.html>>, acesso em 18/02/2015

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

D2R ENGENHARIA. Vedações Verticais. Disponível em: <<http://www.d2rengenharia.com.br/vedacoes-verticais.php>>. Acesso em: 10/05/2015 de obras de concreto armado.

DUARTE, Ronaldo B. Recomendações para o projeto e execução de edifícios de alvenaria estrutural. Ronaldo Bastos Duarte. Porto Alegre, 1999, 79 p.

FARIA, R. “Paredes Maciças” Técnica. v. 143, n. 17, pp 34-38, 2009

FERNANDES, Bernardo. Como contratar Fôrmas de Alumínio para concreto. Disponível em: < <http://www.sh.com.br/blog/2010/como-contratar-forma-de-aluminiopara-concreto/>>. Acesso em : 10/05/2015

FIGUEROLA, Valentina. Paredes de concreto. Revista Técnica, São Paulo, Ed. 61, Julho 2013.

FK COMÉRCIO. Alvenaria Convencional. Disponível em: <http://www.fkcomercio.com.br/alvenaria_convencional.html>. Acesso em: 10/05/2015

FONSECA, Ary Junior; BARELLA, ROBERTO FILHO. Melhores práticas paredes de concreto. Revista Técnica, São Paulo, Ed. 140, novembro 2008.

FONSECA, Ary Junior; BARELLA, Roberto Filho. Paredes de concreto. Revista Técnica, São Paulo, Ed. 140, novembro 2008.

GANDRA, Alana. Minha Casa, Minha Vida foi o grande impulsionador da economia durante a crise. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2010-07-01/minha-casa-minha-vida-foigrande-impulsionador-da-economia-durante-crise-avalia-cofeci>>. Acesso em: 10/05/2015

GIONGO, José Samuel. Concreto Armado: Projeto Estrutural de Edifícios. São Carlos, 2007. 176 pg.

GRAZIANO, Francisco Paulo, et al. Parede de concreto. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/>>. Acessando em: 17/05/2015

INSTITUTO BRASILEIRO DE TELA SOLDADA. Rodobens investe no sistema construtivo Parede de Concreto. IBTS, São Paulo, v. 10, n. 28, julho. 2008. Disponível em: <<http://www.ibts.org.br/noticias01.asp>>. Acesso em: 10/05/2015

INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS, Telas soldadas, Informações técnicas, São Paulo. Disponível em: <http://www.ibts.org.br/telas_info.asp> Data de acesso: Junho de 2015.

LORDSLEEM JÚNIOR, Alberto C. Execução e inspeção de alvenaria racionalizada. 2.ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2002, 104p.

MARTINS, Isabela Maria. Planejamento De Edifício Residencial: Um Estudo De Caso. Trabalho De Conclusão De Curso. Florianópolis, 2014.

MATTOS, A. D., Como preparar orçamentos de obras. São Paulo: Pini 2006.

MAYOR, Arcindo Vaqueiro y. O concreto e o sistema parede de concreto. Disponível em: <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/artigos/o-concreto-e-osistema-paredes-de-concreto>>. Acesso em: 10/05/2015

MAYOR, et al. Parede de concreto. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/>>. Acessando em: 17/05/2015

MISURELLI, H.; MASSUDA, C. Paredes de concreto. Revista Técnica, São Paulo, v.147, n. 17, julho. 2009.

NAKAMURA, Juliana. Fichas de verificação de material. Revista Equipe de Obra, São Paulo, v. VII, n. 54, dez. 2012

NAKAMURA, Juliana. Fôrmas metálicas para paredes de concreto. Revista Equipe de obras, São Paulo, Ed. 63, setembro 2013.

PAREDES DE CONCRETO. Concreto Armado em Notícias. v. 28, n. 10, pp. 08, 2008.

Projeto_edital0438_09_08. Disponível em <http://www1.dnit.gov.br/anexo/Projetos/Projetos_edital0438_09-08_2.pdf> acesso em: 17/10/2015

QUEVEDO, Luiz augusto plens; JUNIOR, Paulo Roberto de Oliveira Universidade estadual de Ponta Grossa. Revisão dos itens de segurança do trabalho dentro dos procedimentos de execução controlados pelo PBQP-H implantados em uma empresa de construção civil item 01 ao 12, Luiz Augusto Plens de Quevedo, Paulo Roberto de Oliveira Junior, Ponta Grossa, Paraná: 2006. 50 p.

RAMALHO, Márcio A.; CORRÊA, Márcio R.S. Projetos de edifícios de alvenaria estrutural. São Paulo, SP: Pini, 2003. 174 p.

ROCK, Michael. Lumiform sh. Disponível em: <<http://www.sh.com.br/DesktopModules/Catalog/Files/manual/pt-BR/Lumiform%20SH%C2%AE.pdf>> Acesso em: 24/10/2015

SABBATINI, F. H. Paredes de Vedação em alvenaria. Disponível em: <http://tgp-mba.pcc.usp.br/TG-004/TG004-AULA%202B-Folhetos.pdf>>. Acessado em: 10/05/2015.

SABBATINI, Fernando H. O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcária. 1984. 298 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, Vinícius Farias. Paredes de concreto com fôrmas metálicas. Revista Técnica, São Paulo, Ed. 169, abril 2011.

SILVA, Fernando Benigno da. Paredes de concreto armado moldadas no local com fôrmas plásticas. Revista Técnica, São Paulo, Ed. 150, setembro 2009.

SILVA, Renato de Almeida. Vedações Verticais. Disponível em: <<http://www.d2rengenharia.com.br>>, acesso em 27/10/2015

SINAPI_CUSTO_ref_Composições_GO_082015_Desonerado. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2014-go/SINAPI_Custo_ref_Composicoes_GO_082015_Desonerado.pdf> acesso em: 17/10/2015

SINAPI_Precos_Ref_Insumos_GO_082015_Desonerado. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2014-go/SINAPI_Precos_Ref_Insumos_GO_082015_Desonerado.pdf> acesso em: 17/10/2015

THOMAZ, et al. Código de prática nº1: Alvenaria de Vedação em Blocos Cerâmicos. 1.ed. São Paulo, SP, 2009. 65P.

UEPG, Universidade Estadual de Ponta Grossa. Formas. Disponível em: <<http://www.uepg.br/denge/aulas/formas/Formas.doc>>. Acesso em: 17/05/2015

VENTURINI, Jamila. Casas com paredes de concreto. Revista Equipe de Obra, São Paulo, v. VII, n. 37, julho. 2011.

VIEIRA, F.. Orçamento E Estrutura Analítica De Projetos De Edifício Residencial Multifamiliar. Trabalho De Conclusão De Curso. Florianópolis, 2014.

APENDICE A – EAP

Tabela 10 - EAP e Quantitativos das Atividades – Estrutura de concreto convencional
(Continua)

	Nome da tarefa	Quantitativo	Unidade
1	Serviços preliminares		
1.1	Gabarito e locação	64,30	m
1.2	Movimento de terra	32,33	m ³
2	Fundação		
2.1	Estaca moldada em loco		
2.1.1	Armação	825,00	kg
2.1.2	Concreto	32,33	m ³
2.1.3	Preparo cabeça estaca	42,00	uni
2.2	Bloco de coroamento		
2.2.1	Escavação	10,65	m ³
2.2.2	Forma	168,31	m ²
2.2.3	Armação	275,66	kg
2.2.4	Concreto	10,65	m ³
2.3	Vigas baldrame		
2.3.1	Forma	168,31	m ²
2.3.2	Armação	631,70	kg
2.3.3	Concreto	10,03	m ³
3	Superestrutura		
3.1	Pilares		
3.1.1	Forma		
3.1.1.1	Térreo	112,07	m ²
3.1.1.2	Tipo 1	112,07	m ²
3.1.1.3	Tipo 2	112,07	m ²
3.1.1.4	Cobertura	112,07	m ²
3.1.2	Armação		
3.1.2.1	Térreo	925,93	kg
3.1.2.2	Tipo 1	925,93	kg
3.1.2.3	Tipo 2	925,93	kg
3.1.2.4	Cobertura	925,93	kg
3.1.3	Concreto		
3.1.3.1	Térreo	5,71	m ³
3.1.3.2	Tipo 1	5,71	m ³
3.1.3.3	Tipo 2	5,71	m ³
3.1.3.4	Cobertura	5,71	m ³
3.2	Vigas		
3.2.1	Forma		
3.2.1.1	Térreo	128,73	m ²

Tabela 10 - EAP e Quantitativos das Atividades – Estrutura de concreto convencional
(Continua)

	Nome da tarefa	Quantitativo	Unidade
3.2.1.2	Escoramento	128,73	m ²
3.2.1.3	Tipo 1	128,73	m ²
3.2.1.4	Escoramento	128,73	m ²
3.2.1.5	Tipo 2	128,73	m ²
3.2.1.6	Escoramento	128,73	m ²
3.2.1.7	Cobertura	188,59	m ²
3.2.1.8	Escoramento	188,59	m ²
3.2.2	Armação		
3.2.2.1	Térreo	593,50	kg
3.2.2.2	Tipo 1	593,50	kg
3.2.2.3	Tipo 2	593,50	kg
3.2.2.4	Cobertura	534,70	kg
3.2.3	Concreto		
3.2.3.1	Térreo	7,38	m ³
3.2.3.2	Tipo 1	7,38	m ³
3.2.3.3	Tipo 2	7,38	m ³
3.2.3.4	Cobertura	7,94	m ³
3.3	Lajes		
3.3.1	Forma		
3.3.1.1	Térreo	187,43	m ²
3.3.1.2	Escoramento	187,43	m ²
3.3.1.3	Tipo 1	187,43	m ²
3.3.1.4	Escoramento	187,43	m ²
3.3.1.5	Tipo 2	187,43	m ²
3.3.1.6	Escoramento	187,43	m ²
3.3.1.7	Cobertura	187,44	m ²
3.3.1.8	Escoramento	187,44	
3.3.2	Armação		
3.3.2.1	Térreo	1132,20	kg
3.3.2.2	Tipo 1	1132,20	kg
3.3.2.3	Tipo 2	1132,20	kg
3.3.2.4	Cobertura	1162,60	kg
3.3.3	Concreto		
3.3.3.1	Térreo	20,32	m ³
3.3.3.2	Tipo 1	20,32	m ³
3.3.3.3	Tipo 2	20,32	m ³
3.3.3.4	Cobertura	20,33	m ³
3.4	Escadas		
3.4.1	Forma		

**Tabela 10 - EAP e Quantitativos das Atividades – Estrutura de concreto convencional
(Continua)**

	Nome da tarefa	Quantitativo	Unidade
3.4.1.1	Térreo	20,77	m ²
3.4.1.2	Tipo 1	20,77	m ²
3.4.1.3	Tipo 2	20,77	m ²
3.4.1.4	Cobertura	20,77	m ²
3.4.2	Armação		
3.4.2.1	Térreo	190,73	kg
3.4.2.2	Tipo 1	190,73	kg
3.4.2.3	Tipo 2	190,73	kg
3.4.2.4	Cobertura	190,73	kg
3.4.3	Concreto		
3.4.3.1	Térreo	1,69	m ³
3.4.3.2	Tipo 1	1,69	m ³
3.4.3.3	Tipo 2	1,69	m ³
3.4.3.4	Cobertura	1,69	m ³
4	Paredes		
4.1	Alvenaria de vedação		
4.1.1	Térreo	496,63	m ²
4.1.2	Tipo 1	498,67	m ²
4.1.3	Tipo 2	498,67	m ²
4.1.4	Cobertura	498,67	m ²
4.2	Vergas e contravergas		
4.2.1	Térreo	21,20	m
4.2.2	Tipo 1	20,25	m
4.2.3	Tipo 2	20,25	m
4.2.4	Cobertura	20,25	m
4.3	Encunhamento		
4.3.1	Térreo	189,50	m
4.3.2	Tipo 1	189,50	m
4.3.3	Tipo 2	189,50	m
4.3.4	Cobertura	189,50	m
5	Revestimentos de argamassa		
5.1	Chapisco teto		
5.1.1	Térreo	44,05	m ²
5.1.2	Tipo 1	44,05	m ²
5.1.3	Tipo 2	44,05	m ²
5.1.4	Cobertura	44,05	m ²
5.2	Reboco teto e=2cm		
5.2.1	Térreo	44,05	m ²
5.2.2	Tipo 1	44,05	m ²

Tabela 10 - EAP e Quantitativos das Atividades – Estrutura de concreto convencional (Conclusão)

	Nome da tarefa	Quantitativo	Unidade
5.2.3	Tipo 2	44,05	m ²
5.2.4	Cobertura	44,05	m ²
5.3	Contra piso em concreto e=3cm		
5.3.1	Térreo	191,28	m ²
5.3.2	Tipo 1	191,28	m ²
5.3.3	Tipo 2	191,28	m ²
5.3.4	Cobertura	191,28	m ²
5.4	Chapisco paredes internas		
5.4.1	Térreo	781,67	m ²
5.4.2	Tipo 1	783,72	m ²
5.4.3	Tipo 2	783,72	m ²
5.4.4	Cobertura	836,50	m ²
5.5	Reboco paredes internas e=3cm		
5.5.1	Térreo	781,67	m ²
5.5.2	Tipo 1	783,72	m ²
5.5.3	Tipo 2	783,72	m ²
5.5.4	Cobertura	836,50	m ²
6	Revestimento em fachada		
6.1	Chapisco paredes externas		
6.1.1	Frente/Fundos	299,51	m ²
6.1.2	Lat. Direita/Esquerda	408,08	m ²
6.2	Reboco paredes externas		
6.2.1	Frente/Fundos	299,51	m ²
6.2.2	Lat. Direita/Esquerda	408,08	m ²
7	Limpeza		
7.1	Térreo	191,28	m ²
7.2	Tipo 1	191,28	m ²
7.3	Tipo 2	191,28	m ²
7.4	Cobertura	191,28	m ²

APENDICE B – DURAÇÕES DAS ATIVIDADES

Tabela 11 - Duração das atividades

(continua)

Serviços	Quantitativo	Uni	Código SINAPI	Índice de consumo do oficial	Índice de consumo do ajudante	Quantidade de oficiais por equipe	Nº de equipes	Duração (H)	Duração (dias)	Duração adotada (dias)
Serviços preliminares										
Gabarito e locação	64,30	m	74077/1	0,10	0,10	1	1	6,43	0,80	2
Movimento de terra	32,33	m ³	88316	0,14	0,14	2	1	2,26	0,28	1
Fundação										
Estaca moldada em loco										
Armação	825,00	kg	74254/2	0,10	0,10	1	3	82,50	3,44	4
Concreto	32,33	m ³	74138/002	0,60	1,60	1	3	19,40	0,81	1
Preparo cabeça estaca	42,00	uni	72820	0,25	2,50	1	3	10,50	0,44	1
Bloco de coroamento										
Escavação	10,65	m ³	79478	0,00	2,93	2	1	15,60	1,95	2
Forma	168,31	m ²	74007/1	0,75	0,19	2	5	63,12	1,58	2
Armação	275,66	kg	73942/2	0,10	0,10	1	3	27,57	1,15	2
Concreto	10,65	m ³	74138/003	0,60	1,60	1	3	6,39	0,27	1
Vigas baldrame										
Forma	168,31	m ²	84214	1,11	0,28	2	5	93,41	2,34	3
Armação	631,70	kg	74254/2	0,07	0,07	2	2	22,11	1,38	2
Concreto	10,03	m ³	74138/3	0,60	1,60	3	1	2,01	0,25	1
Superestrutura										
Pilares										
Forma										

Tabela 11 - Duração das atividades

(continua)

Serviços	Quantitativo	Uni	Código SINAPI	Índice de consumo do oficial	Índice de consumo do ajudante	Quantidade de oficiais por equipe	Nº de equipes	Duração (H)	Duração (dias)	Duração adotada (dias)
Térreo	112,07	m ²	84214	1,11	0,28	2	5	62,20	1,55	2
Tipo 1	112,07	m ²	84214	1,11	0,28	2	5	62,20	1,55	2
Tipo 2	112,07	m ²	84214	1,11	0,28	2	5	62,20	1,55	2
Cobertura	112,07	m ²	84214	1,11	0,28	2	5	62,20	1,55	2
Armação										
Térreo	925,93	kg	74254/2	0,07	0,07	2	3	32,41	1,35	2
Tipo 1	925,93	kg	74254/2	0,07	0,07	2	3	32,41	1,35	2
Tipo 2	925,93	kg	74254/2	0,07	0,07	2	3	32,41	1,35	2
Cobertura	925,93	kg	74254/2	0,07	0,07	2	3	32,41	1,35	2
Concreto										
Térreo	5,71	m ³	74138/3	0,60	1,60	5	1	0,69	0,09	1
Tipo 1	5,71	m ³	74138/3	0,60	1,60	5	1	0,69	0,09	1
Tipo 2	5,71	m ³	74138/3	0,60	1,60	5	1	0,69	0,09	1
Cobertura	5,71	m ³	74138/3	0,60	1,60	5	1	0,69	0,09	1
Vigas										
Forma										
Térreo	128,73	m ²	84214	1,11	0,28	2	5	71,45	1,79	2
Escoramento	128,73	m ²	83515	0,19	0,19	2	5	11,92	0,30	1
Tipo 1	128,73	m ²	84214	1,11	0,28	2	5	71,45	1,79	2
Escoramento	128,73	m ²	83515	0,19	0,19	2	5	11,92	0,30	1

Tabela 11 - Duração das atividades

(continua)

Serviços	Quantitativo	Uni	Código SINAPI	Índice de consumo do oficial	Índice de consumo do ajudante	Quantidade de oficiais por equipe	Nº de equipes	Duração (H)	Duração (dias)	Duração adotada (dias)
Tipo 2	128,73	m ²	84214	1,11	0,28	2	5	71,45	1,79	2
Escoramento	128,73	m ²	83515	0,19	0,19	2	5	17,47	0,44	1
Cobertura	188,59	m ²	84214	1,11	0,28	2	5	104,67	2,62	3
Escoramento	188,59	m ²	83515	0,19	0,19	2	5	17,47	0,44	1
Armação										
Térreo	593,50	kg	74254/2	0,07	0,07	2	3	20,77	0,87	1
Tipo 1	593,50	kg	74254/2	0,07	0,07	2	3	20,77	0,87	1
Tipo 2	593,50	kg	74254/2	0,07	0,07	2	3	20,77	0,87	1
Cobertura	534,70	kg	74254/2	0,07	0,07	2	3	18,71	0,78	1
Concreto										
Térreo	7,38	m ³	74138/3	0,60	1,60	3	1	1,48	0,18	1
Tipo 1	7,38	m ³	74138/3	0,60	1,60	3	1	1,48	0,18	1
Tipo 2	7,38	m ³	74138/3	0,60	1,60	3	1	1,48	0,18	1
Cobertura	7,94	m ³	74138/3	0,60	1,60	3	1	1,59	0,20	1
Lajes										
Forma										
Térreo	187,43	m ²	84220	1,11	0,28	2	5	104,02	2,60	3
Escoramento	187,43	m ²	83515	0,19	0,19	2	5	17,36	0,43	1
Tipo 1	187,43	m ²	84220	1,11	0,28	2	5	104,02	2,60	3
Escoramento	187,43	m ²	83515	0,19	0,19	2	5	17,36	0,43	1

Tabela 11 - Duração das atividades

(continua)

Serviços	Quantitativo	Uni	Código SINAPI	Índice de consumo do oficial	Índice de consumo do ajudante	Quantidade de oficiais por equipe	Nº de equipes	Duração (H)	Duração (dias)	Duração adotada (dias)
Tipo 2	187,43	m²	84220	1,11	0,28	2	5	104,02	2,60	3
Escoramento	187,43	m²	83515	0,19	0,19	2	5	17,36	0,43	1
Cobertura	187,44	m²	84220	1,11	0,28	2	5	104,03	2,60	3
Escoramento	187,44		83515	0,19	0,19	2	5	17,36	0,43	1
Armação										
Térreo	1132,20	kg	74254/2	0,07	0,07	2	3	39,63	1,65	2
Tipo 1	1132,20	kg	74254/2	0,07	0,07	2	3	39,63	1,65	2
Tipo 2	1132,20	kg	74254/2	0,07	0,07	2	3	39,63	1,65	2
Cobertura	1162,60	kg	74254/2	0,07	0,07	2	3	40,69	1,70	2
Concreto										
Térreo	20,32	m³	74138/3	0,60	1,60	3	1	4,06	0,51	1
Tipo 1	20,32	m³	74138/3	0,60	1,60	3	1	4,06	0,51	1
Tipo 2	20,32	m³	74138/3	0,60	1,60	3	1	4,06	0,51	1
Cobertura	20,33	m³	74138/3	0,60	1,60	3	1	4,07	0,51	1
Escadas										
Forma										
Térreo	20,77	m²	74007/2	1,45	0,36	2	1	15,06	1,88	2
Tipo 1	20,77	m²	74007/2	1,45	0,36	2	1	15,06	1,88	2
Tipo 2	20,77	m²	74007/2	1,45	0,36	2	1	15,06	1,88	2
Cobertura	20,77	m²	74007/2	1,45	0,36	2	1	15,06	1,88	2

Tabela 11 - Duração das atividades

(continua)

Serviços	Quantitativo	Uni	Código SINAPI	Índice de consumo do oficial	Índice de consumo do ajudante	Quantidade de oficiais por equipe	Nº de equipes	Duração (H)	Duração (dias)	Duração adotada (dias)
Armação										
Térreo	190,73	kg	74254/2	0,07	0,07	2	1	6,68	0,83	1
Tipo 1	190,73	kg	74254/2	0,07	0,07	2	1	6,68	0,83	2
Tipo 2	190,73	kg	74254/2	0,07	0,07	2	1	6,68	0,83	2
Cobertura	190,73	kg	74254/2	0,07	0,07	2	1	6,68	0,83	2
Concreto										
Térreo	1,69	m³	74138/3	0,60	1,60	3	1	0,34	0,04	1
Tipo 1	1,69	m³	74138/3	0,60	1,60	3	1	0,34	0,04	1
Tipo 2	1,69	m³	74138/3	0,60	1,60	3	1	0,34	0,04	1
Cobertura	1,69	m³	74138/3	0,60	1,60	3	1	0,34	0,04	1
Paredes										
Alvenaria de vedação										
Térreo	496,63	m²	87473	0,86	0,43	4	1	106,78	13,35	14
Tipo 1	498,67	m²	87473	0,86	0,43	4	1	107,22	13,40	14
Tipo 2	498,67	m²	87473	0,86	0,43	4	1	107,22	13,40	14
Cobertura	498,67	m²	87473	0,86	0,43	4	1	107,22	13,40	14
Vergas e contravergas										
Térreo	21,20	m	74200/1	0,02	0,06	1	1	0,42	0,05	1
Tipo 1	20,25	m	74200/1	0,02	0,06	1	1	0,41	0,05	1
Tipo 2	20,25	m	74200/1	0,02	0,06	1	1	0,41	0,05	1

Tabela 11 - Duração das atividades

(continua)

Serviços	Quantitativo	Uni	Código SINAPI	Índice de consumo do oficial	Índice de consumo do ajudante	Quantidade de oficiais por equipe	Nº de equipes	Duração (H)	Duração (dias)	Duração adotada (dias)
Cobertura	20,25	m	74200/1	0,02	0,06	1	1	0,41	0,05	1
Encunhamento										
Térreo	189,50	m	73988/2	0,20	0,10	2	2	18,95	1,18	2
Tipo 1	189,50	m	73988/2	0,20	0,10	2	2	18,95	1,18	2
Tipo 2	189,50	m	73988/2	0,20	0,10	2	2	18,95	1,18	2
Cobertura	189,50	m	73988/2	0,20	0,10	2	2	18,95	1,18	2
Revestimentos de argamassa										
Chapisco teto										
Térreo	44,05	m ²	87873	0,04	0,00	1	1	1,85	0,23	1
Tipo 1	44,05	m ²	87873	0,04	0,00	1	1	1,85	0,23	1
Tipo 2	44,05	m ²	87873	0,04	0,00	1	1	1,85	0,23	1
Cobertura	44,05	m ²	87873	0,04	0,00	1	1	1,85	0,23	1
Reboco teto e=2cm										
Térreo	44,05	m ²	74001/1	0,50	0,50	2	2	11,01	0,69	1
Tipo 1	44,05	m ²	74001/1	0,50	0,50	2	2	11,01	0,69	1
Tipo 2	44,05	m ²	74001/1	0,50	0,50	2	2	11,01	0,69	1
Cobertura	44,05	m ²	74001/1	0,50	0,50	2	2	11,01	0,69	1
Contra piso em concreto e=3cm										
Térreo	191,28	m ²	87625	0,35	0,18	2	2	33,47	2,09	3

Tabela 11 - Duração das atividades

(continua)

Serviços	Quantitativo	Uni	Código SINAPI	Índice de consumo do oficial	Índice de consumo do ajudante	Quantidade de oficiais por equipe	Nº de equipes	Duração (H)	Duração (dias)	Duração adotada (dias)
Tipo 1	191,28	m ²	87625	0,35	0,18	2	2	33,47	2,09	3
Tipo 2	191,28	m ²	87625	0,35	0,18	2	2	33,47	2,09	3
Cobertura	191,28	m ²	87625	0,35	0,18	2	2	33,47	2,09	3
Chapisco paredes internas										
Térreo	781,67	m ²	87873	0,04	0,00	3	2	10,94	0,68	1
Tipo 1	783,72	m ²	87873	0,04	0,00	3	2	10,97	0,69	1
Tipo 2	783,72	m ²	87873	0,04	0,00	3	2	10,97	0,69	1
Cobertura	836,50	m ²	87873	0,04	0,00	3	2	11,71	0,73	1
Reboco paredes internas e=3cm										
Térreo	781,67	m ²	84074	2,00	2,10	4	4	390,83	12,21	13
Tipo 1	783,72	m ²	84074	2,00	2,10	4	4	391,86	12,25	13
Tipo 2	783,72	m ²	84074	2,00	2,10	4	4	391,86	12,25	13
Cobertura	836,50	m ²	84074	2,00	2,10	4	4	418,25	13,07	14
Revestimento em fachada										
Chapisco paredes externas										
Frente/Fundos	299,51	m ²	87894	0,12	0,06	2	2	18,57	1,16	2
Lat. Direita/Esquerda	408,08	m ²	87894	0,12	0,06	2	2	25,30	1,58	2
Reboco paredes externas										
Frente/Fundos	299,51	m ²	84074	2,00	2,10	4	2	149,76	9,36	10
Lat. Direita/Esquerda	408,08	m ²	84074	2,00	2,10	4	2	204,04	12,75	13

Tabela 11 - Duração das atividades

(conclusão)

Serviços	Quantitativo	Uni	Código SINAPI	Índice de consumo do oficial	Índice de consumo do ajudante	Quantidade de oficiais por equipe	Nº de equipes	Duração (H)	Duração (dias)	Duração adotada (dias)
Limpeza										
Térreo	191,28	m ²	73806/1		0,10	4	1	4,78	0,60	1
Tipo 1	191,28	m ²	73806/1		0,10	4	1	4,78	0,60	1
Tipo 2	191,28	m ²	73806/1		0,10	4	1	4,78	0,60	1
Cobertura	191,28	m ²	73806/1		0,10	4	1	4,78	0,60	1

APENDICE C - CRONOGRAMAS

Tabela 12 - Cronograma Gráfico Estrutura de concreto convencional

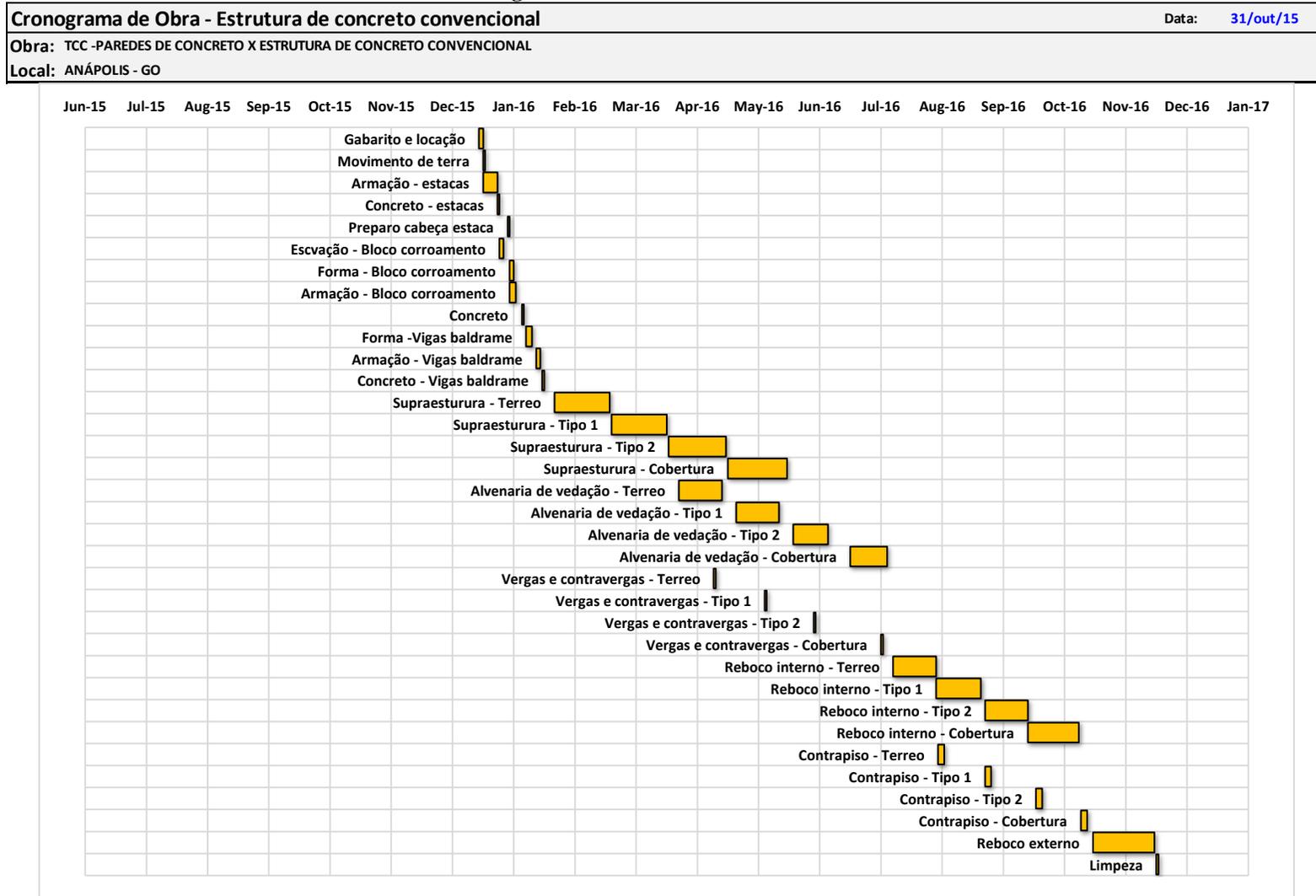
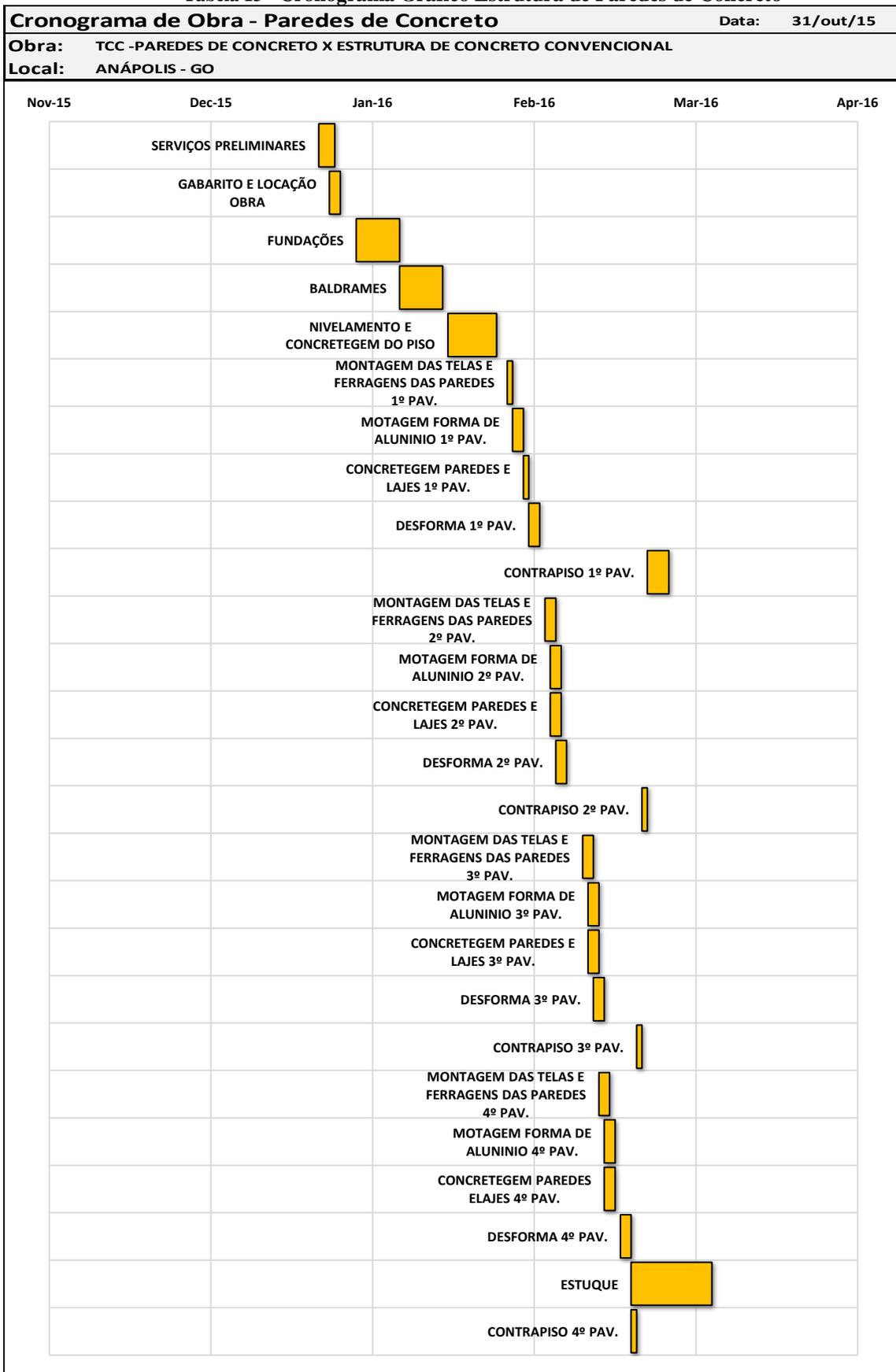


Tabela 13 - Cronograma Gráfico Estrutura de Paredes de Concreto



APENDICE D – Orçamentos

Tabela 14 – Orçamentos Estrutura de Concreto Convencional

(Continua)

<i>Data: 09/10/2015</i>	
TCC - PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA CONVENCIONAL	
Orçamento Analítico	
OBRA: PREDIO DE 4 PAVIMENTOS	-NÃO HÁ TAXAS-
ORÇAMENTO: ESTRUTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL	
LOCAL: ANÁPOLIS	

ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT	MATERIAL	
					Unitário	Total
1		LOCAÇÃO				
1.1	74077/001	LOCACAO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS, SEM REAPROVEITAMENTO.	m	64,30	R\$ 7,46	R\$ 479,68
Total do Item						R\$ 479,68
2		FUNDAÇÃO				
2.1	72858	TRANSPORTE LOCAL COM CAMINHAO BASCULANTE 6 M3, RODOVIA COM REVESTIMENT O PRIMARIO, DMT 200 A 400 M	m³	32,33	R\$ 2,80	R\$ 90,52
2.2	74010/001	CARGA E DESCARGA MECANICA DE SOLO UTILIZANDO CAMINHAO BASCULANTE 6,0M3 /16T E PA CARREGADEIRA SOBRE PNEUS 128 HP, CAPACIDADE DA CAÇAMBA 1,7 A 2,8 M3, PESO OPERACIONAL 11632 KG	m³	32,33	R\$ 1,61	R\$ 52,05

Tabela 13 – Orçamentos Estrutura de Concreto Convencional

(Continua)

		<i>Data: 09/10/2015</i>
TCC - PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA CONVENCIONAL		
Orçamento Analítico		
OBRA: PREDIO DE 4 PAVIMENTOS		-NÃO HÁ TAXAS-
ORÇAMENTO: ESTRUTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL		
LOCAL: ANÁPOLIS		

ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT	MATERIAL	
2.3	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,58	R\$ 10,34	R\$ 6,00
2.4	90680	PERFURATRIZ HIDRÁULICA SOBRE CAMINHÃO COM TRADO CURTO ACOPLADO, PROFUNDIDADE MÁXIMA DE 20 M, DIÂMETRO MÁXIMO DE 1500 MM, POTÊNCIA INSTALADA DE 137 HP, MESA ROTATIVA COM TORQUE MÁXIMO DE 30 KNM - CHP DIURNO. AF_06/2015	chi	11,53	R\$ 233,22	R\$ 2.689,03
2.5	90681	PERFURATRIZ HIDRÁULICA SOBRE CAMINHÃO COM TRADO CURTO ACOPLADO, PROFUNDIDADE MÁXIMA DE 20 M, DIÂMETRO MÁXIMO DE 1500 MM, POTÊNCIA INSTALADA DE 137 HP, MESA ROTATIVA COM TORQUE MÁXIMO DE 30 KNM - CHI DIURNO. AF_06/2015	chi	11,53	R\$ 108,70	R\$ 1.253,31
2.6	73942/2	ARMAÇAO DE ACO CA-60 DIAM. 3,4 A 6,0MM - FORNECIMENTO / CORTE (C/ PERDA DE 10%) / DOBRA/COLOCAÇÃO	kg	140,87	R\$ 7,73	R\$ 1.088,93

Tabela 14 – Orçamentos Estrutura de Concreto Convencional

(Continua)

						<i>Data: 09/10/2015</i>	
TCC - PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA CONVENCIONAL							
Orçamento Analítico							
OBRA: PREDIO DE 4 PAVIMENTOS						-NÃO HÁ TAXAS-	
ORÇAMENTO: ESTRUTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL							
LOCAL: ANÁPOLIS							

ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT	MATERIAL		
2.7	74254/2	ARMACAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) - FORNECIMENTO/ CORTE (PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	kg	684,13	R\$ 8,05	R\$ 5.507,25	
2.8	74138/002	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=20MPA, INCLUSIVE LANCAMENTO E ADENSAMENTO.	m³	32,33	R\$ 343,28	R\$ 11.098,24	
2.9	72820	CORTE E PREPARO EM CABECA DE ESTACA	unid.	42,00	R\$ 29,64	R\$ 1.244,88	
Total do Item						R\$ 23.030,20	
3		BLOCO COROAMENTO					
3.1	79478	ESCAVACAO MANUAL CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE	m³	10,65	R\$ 30,31	R\$ 322,80	
3.2	73942/2	ARMACAO DE ACO CA-60 DIAM.3,4 A 6,0MM - FORNECIMENTO / CORTE (C/ PERDA DE 10%) /DOBRA/COLOCAÇÃO	kg	60,33	R\$ 7,73	R\$ 466,35	
3.3	74254/2	ARMACAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) - FORNECIMENTO/ CORTE (PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	kg	215,33	R\$ 8,05	R\$ 1.733,41	
3.4	74007/1	FORMA TABUA P/ CONCRETO EM FUNDACAO C/ REAPROVEITAMENTO 10 X.	m²	168,31	R\$ 22,96	R\$ 3.864,40	

Tabela 14 – Orçamentos Estrutura de Concreto Convencional

(Continua)

		<i>Data: 09/10/2015</i>
TCC - PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA CONVENCIONAL		
Orçamento Analítico		
OBRA: PREDIO DE 4 PAVIMENTOS		-NÃO HÁ TAXAS-
ORÇAMENTO: ESTRUTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL		
LOCAL: ANÁPOLIS		

ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT	MATERIAL	
3.5	74138/3	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=25MPA, INCLUSIVE LANCAMENTO E ADENSAMENTO.	m ³	10,65	R\$ 355,88	R\$ 3.790,12
Total do Item						R\$ 10.177,08
4		VIGAS BALDRAME				
4.1	84214	FORMA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO (PILAR, VIGA E LAJE) EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, DE 110X220, ESPESSURA =12MM, 2 UTILIZAÇÕES.(FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM)	m ²	168,31	R\$ 48,63	R\$ 8.184,92
4.2	73942/2	ARMAÇAO DE ACO CA-60 DIAM. 3,4 A 6,0MM - FORNECIMENTO / CORTE (C/ PERDA DE 10%) /DOBRA/COLOCAÇÃO	kg	125,90	R\$ 7,73	R\$ 973,21
4.3	74254/2	ARMAÇAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) - FORNECIMENTO/ CORTE (PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	kg	505,80	R\$ 8,05	R\$ 4.071,69
4.4	74138/3	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=25MPA, INCLUSIVE LANCAMENTO E ADENSAMENTO.	m ³	10,03	R\$ 355,88	R\$ 3.569,48
Total do Item						R\$ 16.799,29

Tabela 14 – Orçamentos Estrutura de Concreto Convencional

(Continua)

		<i>Data: 09/10/2015</i>
TCC - PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA CONVENCIONAL		
Orçamento Analítico		
OBRA: PREDIO DE 4 PAVIMENTOS		-NÃO HÁ TAXAS-
ORÇAMENTO: ESTRUTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL		
LOCAL: ANÁPOLIS		

ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT	MATERIAL	
5		ESCADA				
5.1	74007/002	FORMA TABUAS MADEIRA 3A P/ PECAS CONCRETO ARM, REAPR 2X, INCL MONTAGEM E DESMONTAGEM.	m ²	19,61	R\$ 52,75	R\$ 1.034,43
5.2	73942/2	ARMACAO DE ACO CA-60 DIAM. 3,4 A 6,0MM.- FORNECIMENTO / CORTE (C/ PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO	kg	15,30	R\$ 15,11	R\$ 231,18
5.3	74254/2	ARMACAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) - FORNECIMENTO/ CORTE (PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	kg	150,90	R\$ 15,11	R\$ 2.280,10
5.4	74138/3	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=25MPA, INCLUSIVE LANCAMENTO E ADENSAMENTO.	m ³	4,74	R\$ 355,88	R\$ 1.686,87
Total do Item						R\$ 5.232,58
6		VIGAS DA ESCADA				
6.1	84214	FORMA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO (PILAR, VIGA E LAJE) EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, DE 110X220, ESPESSURA =12MM, 2 UTILIZAÇÕES.(FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM)	m ²	5,01	R\$ 48,63	R\$ 243,64

Tabela 14 – Orçamentos Estrutura de Concreto Convencional

(Continua)

						<i>Data: 09/10/2015</i>	
TCC - PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA CONVENCIONAL							
Orçamento Analítico							
OBRA: PREDIO DE 4 PAVIMENTOS						-NÃO HÁ TAXAS-	
ORÇAMENTO: ESTRUTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL							
LOCAL: ANÁPOLIS							

ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT	MATERIAL	
6.2	73942/2	ARMAÇAO DE AÇO CA-60 DIAM. 3,4 A 6,0MM. - FORNECIMENTO / CORTE (C/ PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO	kg	18,78	R\$ 7,73	R\$ 145,17
6.3	74254/2	ARMAÇAO AÇO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) - FORNECIMENTO/ CORTE (PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	kg	54,78	R\$ 8,05	R\$ 440,98
6.4	74138/3	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=25MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO E ADENSAMENTO.	m³	0,32	R\$ 355,88	R\$ 112,10
Total do Item						R\$ 941,89
7	PILARES					
7.1	84214	FORMA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO (PILAR, VIGA E LAJE) EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, DE 110X220, ESPESSURA =12MM, 2 UTILIZAÇÕES.(FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM)	m²	112,07	R\$ 48,63	R\$ 5.449,72
7.2	73942/2	ARMAÇAO DE AÇO CA-60 DIAM. 3,4 A 6,0MM.- FORNECIMENTO / CORTE (C/ PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO	kg	672,10	R\$ 7,73	R\$ 5.195,33

Tabela 14 – Orçamentos Estrutura de Concreto Convencional

(Continua)

						<i>Data: 09/10/2015</i>	
TCC - PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA CONVENCIONAL							
Orçamento Analítico							
OBRA: PREDIO DE 4 PAVIMENTOS						-NÃO HÁ TAXAS-	
ORÇAMENTO: ESTRUTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL							
LOCAL: ANÁPOLIS							

ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT	MATERIAL		
7.3	74254/2	ARMACAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) - FORNECIMENTO/ CORTE (PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	kg	2999,00	R\$ 8,05	R\$ 24.141,95	
7.4	74254/1	ARMACAO ACO CA-50 DIAM.16,0 (5/8) À 25,0MM (1) - FORNECIMENTO/ CORTE (PERDA DE 10%)/ DOBRA /COLOCAÇÃO	kg	32,60	R\$ 6,67	R\$ 217,44	
7.5	74138/3	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=25MPA, INCLUSIVE LANCAMENTO E ADENSAMENTO.	m³	22,85	R\$ 355,88	R\$ 8.131,86	
Total do Item						R\$ 43.136,30	
8		VIGAS PAVIMENTO TIPO					
8.1	84214	FORMA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO (PILAR, VIGA E LAJE) EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, DE 110X220, ESPESSURA =12MM, 2 UTILIZAÇÕES.(FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM)	m²	128,73	R\$ 48,63	R\$ 6.260,14	
9.2	83515	ESCORAMENTO FORMAS DE H=3,30 A 3,50 M, COM MADEIRA 3A QUALIDADE, NAO APARELHADA, APROVEITAMENTO TABUAS 3X E PRUMOS 4X	m³	128,73	R\$ 11,53	R\$ 2.161,07	
8.2	73942/2	ARMACAO DE ACO CA-60 DIAM. 3,4 A 6,0MM.- FORNECIMENTO / CORTE (C/ PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO	kg	391,50	R\$ 7,73	R\$ 3.026,30	

Tabela 14 – Orçamentos Estrutura de Concreto Convencional

(Continua)

						<i>Data: 09/10/2015</i>	
TCC - PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA CONVENCIONAL							
Orçamento Analítico							
OBRA: PREDIO DE 4 PAVIMENTOS						-NÃO HÁ TAXAS-	
ORÇAMENTO: ESTRUTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL							
LOCAL: ANÁPOLIS							

ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT	MATERIAL	
8.3	74254/2	ARMAÇAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) - FORNECIMENTO/ CORTE (PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	kg	1389,00	R\$ 8,05	R\$ 11.181,45
8.4	74138/3	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=25MPA, INCLUSIVE LANCAMENTO E ADENSAMENTO	m³	22,14	R\$ 355,88	R\$ 7.879,18
Total do Item						R\$ 30.508,14
9	LAJE PAVIMENTO TERREO/TIPO					
9.1	84220	FORMA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO (PILAR, VIGA E LAJE) EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, DE 1,10 X 2,20, ESPESSURA = 12 MM, 08 UTILIZACOES. (FABRICACAO, MONTAGEM E DESMONTAGEM - EXCLUSIVE ESCORAMENTO)	m²	187,43	R\$ 24,38	R\$ 4.569,54
9.2	83515	ESCORAMENTO FORMAS DE H=3,30 A 3,50 M, COM MADEIRA 3A QUALIDADE, NAO APARELHADA, APROVEITAMENTO TABUAS 3X E PRUMOS 4X	m³	187,43	R\$ 11,53	R\$ 2.161,07
9.3	73942/2	ARMAÇAO DE ACO CA-60 DIAM. 3,4 A 6,0MM.- FORNECIMENTO / CORTE (C/ PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO	kg	1100,10	R\$ 7,73	R\$ 8.503,77

Tabela 14 – Orçamentos Estrutura de Concreto Convencional

(Continua)

						<i>Data: 09/10/2015</i>	
TCC - PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA CONVENCIONAL							
Orçamento Analítico							
OBRA: PREDIO DE 4 PAVIMENTOS						-NÃO HÁ TAXAS-	
ORÇAMENTO: ESTRUTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL							
LOCAL: ANÁPOLIS							

ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT	MATERIAL		
9.4	74254/2	ARMAÇAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) - FORNECIMENTO/ CORTE (PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	kg	2296,50	R\$ 8,05	R\$ 18.486,83	
9.5	74138/3	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=25MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO E ADENSAMENTO.	m³	60,96	R\$ 355,88	R\$ 21.694,44	
Total do Item						R\$ 55.415,65	
10		LAJE PAVIMENTO COBERTURA					
10.1	84220	FORMA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO (PILAR, VIGA E LAJE) EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, DE 1,10 X 2,20, ESPESSURA = 12 MM, 08 UTILIZACOES. (FABRICACAO, MONTAGEM E DESMONTAGEM - EXCLUSIVE ESCORAMENTO)	M²	187,44	R\$ 24,38	R\$ 4.569,79	
10.2	83515	ESCORAMENTO FORMAS DE H=3,30 A 3,50 M, COM MADEIRA 3A QUALIDADE, NAO APARELHADA, APROVEITAMENTO TABUAS 3X E PRUMOS 4X	m³	187,44	R\$ 11,53	R\$ 2.161,18	
10.3	73942/2	ARMAÇAO DE ACO CA-60 DIAM. 3,4 A 6,0MM.- FORNECIMENTO / CORTE (C/ PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO	kg	389,10	R\$ 7,73	R\$ 3.007,74	

Tabela 14 – Orçamentos Estrutura de Concreto Convencional

(Continua)

						<i>Data: 09/10/2015</i>	
TCC - PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA CONVENCIONAL							
Orçamento Analítico							
OBRA: PREDIO DE 4 PAVIMENTOS						-NÃO HÁ TAXAS-	
ORÇAMENTO: ESTRUTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL							
LOCAL: ANÁPOLIS							

ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT	MATERIAL		
10.4	74254/2	ARMAÇAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) - FORNECIMENTO/ CORTE (PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	kg	773,50	R\$ 8,05	R\$ 6.226,68	
10.5	74138/3	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=25MPA, INCLUSIVE LANCAMENTO E ADENSAMENTO.	m³	20,33	R\$ 355,88	R\$ 7.235,04	
Total do Item						R\$ 23.200,43	
11		VIGAS PAVIMENTO COBERTURA					
11.1	84214	FORMA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO (PILAR, VIGA E LAJE) EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, DE 110X220, ESPESSURA =12MM, 2 UTILIZAÇÕES.(FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM)	m²	138,59	R\$ 48,63	R\$ 6.260,14	
9.2	83515	ESCORAMENTO FORMAS DE H=3,30 A 3,50 M, COM MADEIRA 3A QUALIDADE, NAO APARELHADA, APROVEITAMENTO TABUAS 3X E PRUMOS 4X	m³	138,59	R\$ 11,53	R\$ 2.161,07	
11.2	73942/2	ARMAÇAO DE ACO CA-60 DIAM. 3,4 A 6,0MM.- FORNECIMENTO / CORTE (C/ PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO	kg	137,90	R\$ 7,73	R\$ 1.065,97	

Tabela 14 – Orçamentos Estrutura de Concreto Convencional

(Continua)

						<i>Data: 09/10/2015</i>	
TCC - PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA CONVENCIONAL							
Orçamento Analítico							
OBRA: PREDIO DE 4 PAVIMENTOS						-NÃO HÁ TAXAS-	
ORÇAMENTO: ESTRUTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL							
LOCAL: ANÁPOLIS							

ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT	MATERIAL		
11.3	74254/2	ARMAÇAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) - FORNECIMENTO/ CORTE (PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	kg	396,80	R\$ 8,05	R\$ 3.194,24	
11.4	74138/3	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=25MPA, INCLUSIVE LANCAMENTO E ADENSAMENTO.	m³	7,94	R\$ 355,88	R\$ 2.825,69	
Total do Item						R\$ 15.507,10	
12		ALVENARIA					
12.1	87473	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X39CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREAS LÍQUIDA MENOR QUE 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	m²	1992,65	R\$ 47,62	R\$ 94.890,15	
12.2	74200/1	VERGA 10X10CM EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO FCK=20MPA (PREPARO COM BETONEIRA) AÇO CA60, BITOLA FINA, INCLUSIVE FORMAS TABUA 3A.	m	81,95	R\$ 14,41	R\$ 1.180,90	
12.3	73988/2	ENCUNHAMENTO (APERTO DE ALVENARIA) EM TIJOLOS CERAMICOS MACICO 5,7X9X19CM 1/2 VEZ (ESPESSURA 9CM) COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA)	m	758,00	R\$ 7,29	R\$ 5.525,82	
Total do Item						R\$ 101.596,87	

Tabela 4 – Orçamentos Estrutura de Concreto Convencional

(Continua)

						<i>Data: 09/10/2015</i>
TCC - PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA CONVENCIONAL						
Orçamento Analítico						
OBRA: PREDIO DE 4 PAVIMENTOS						-NÃO HÁ TAXAS-
ORÇAMENTO: ESTRUTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL						
LOCAL: ANÁPOLIS						

ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT	MATERIAL	
13		REBOCO INTERNO				
13.1	87873	CHAPISCO APLICADO TANTO EM PILARES E VIGAS DE CONCRETO COMO EM ALVENARIAS DE PAREDES INTERNAS, COM ROLO PARA TEXTURA ACRÍLICA. ARGAMASSA TRAÇO 1:4 E EMULSÃO POLIMÉRICA (ADESIVO) COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m ²	3361,81	R\$ 3,50	R\$ 11.766,34
13.2	84074	REBOCO COM ARGAMASSA PRÉ-FABRICADA, ACABAMENTO CAMURCADO, ESPESSURA 0,3CM, PREPARO MANUAL	m ²	3361,80	R\$ 20,20	R\$ 67.908,43
Total do Item						R\$ 79.674,77
14		REBOCO EXTERNO				
14.1	87894	CHAPISCO APLICADO TANTO EM PILARES E VIGAS DE CONCRETO COMO EM ALVENARIA DE FACHADA SEM PRESENÇA DE VÃOS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_06/2014	m ²	707,59	R\$ 3,67	R\$ 2.596,84
14.2	84074	REBOCO COM ARGAMASSA PRÉ-FABRICADA, ACABAMENTO CAMURCADO, ESPESSURA 0,3CM, PREPARO MANUAL.	m ²	707,59	R\$ 16,55	R\$ 11.710,53

Tabela 14 – Orçamentos Estrutura de Concreto Convencional

(Conclusão)

	<i>Data: 09/10/2015</i>
TCC - PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA CONVENCIONAL	
Orçamento Analítico	
OBRA: PREDIO DE 4 PAVIMENTOS	-NÃO HÁ TAXAS-
ORÇAMENTO: ESTRUTURA DE CONCRETO CONVENCIONAL	
LOCAL: ANÁPOLIS	

ITEM	CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT	MATERIAL	
------	--------	---------------	-------	-------	----------	--

Total do Item						R\$ 14.307,37
15	CONTRAPISO					
15.1	87625	CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADO EM ÁREAS SECAS MENORES QUE 10M2 SOBRE LAJE, ADERIDO, ESPESSURA 3CM, ACABAMENTO REFORÇADO. AF_06/2014	m ²	765,12	R\$ 25,67	R\$ 19.640,63
Total do Item						R\$ 19.640,63
16	LIMPEZA DA OBRA					
16.1	73806/1	LIMPEZA DE SUPERFICIES COM JATO DE ALTA PRESSAO DE AR E AGUA	m ²	765,12	R\$ 1,07	R\$ 818,68
Total do Item						R\$ 818,68
Total Geral						R\$ 440.466,66

Tabela 15 - Orçamento Paredes de Concreto

(Continua)

TCC - PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA CONVENCIONAL					
Orçamento Analítico					
OBRA: PRÉDIO DE 4 PAVIMENTOS ORÇAMENTO: ESTRUTURA EM PAREDE DE CONCRETO LOCAL: ANÁPOLIS-GO					-NÃO HÁ TAXAS-
ITEM	CÓDIGO	DESCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO(R\$)
1					
LOCAÇÃO					
1.1.	74077/003	LOCACAO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS, COM REAPROVEITAMENTO DE 3 VEZES.	m²	217,70	R\$ 4,35
Total do Item					
2					
FUNDAÇÃO					
1.1	90883	ESTACA ESCAVADA MECANICAMENTE, SEM FLUIDO ESTABILIZANTE, COM 40 CM DE DIÂMETRO, ATÉ 9 M DE COMPRIMENTO, CONCRETO LANÇADO POR CAMINHÃO BETONEIRA. AF_02/2015.	m	88	R\$ 56,31
1.2	74254/2	ARMACAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) -FORNECIMENTO/ CORTE (PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	kg	2.520	R\$ 8,05
1.3	72820	CORTE E PREPARO EM CABECA DE ESTACA.	unid	88	R\$ 29,64
Total do Item					
2					
VIGAS BALDRAME					
2.1	84214	FORMA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO (PILAR, VIGA E LAJE) EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, DE 110X220, ESPESSURA =12MM, 2 UTILIZAÇÕES.(FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM).	m²	140,84	R\$ 48,63
2.2	74254/2	ARMACAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) -FORNECIMENTO/ CORTE (PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	kg	1424,26	R\$ 8,05

Tabela 15 - Orçamento Paredes de Concreto

(Continua)

TCC - PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA CONVENCIONAL		
Orçamento Analítico		
OBRA:	PRÉDIO DE 4 PAVIMENTOS	-NÃO HÁ TAXAS-
ORÇAMENTO:	ESTRUTURA EM PAREDE DE CONCRETO	
LOCAL:	ANÁPOLIS-GO	

ITEM	CÓDIGO	DESCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)
2.3	74138/3	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=25MPA, INCLUSIVE LANCAMENTO E ADENSAMENTO.	m³	46,44	R\$ 355,88
Total do Item					
3		ESTRUTURA			
3.1	73994/001	ARMACAO EM TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA Q-138, ACO CA-60, 4,2MM, MALHA A 10X10CM.	kg	2.360,82	R\$ 3,78
3.2		ARMACAO EM TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA Q-92, ACO CA-60, 4,2MM, MALHA A 15X15CM.	kg	5.047,39	R\$ 3,87
3.3	74254/2	ARMACAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) -FORNECIMENTO/ CORTE (PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	kg	4.342,00	R\$ 8,05
3.4	-	ESPAÇADORES S40.	und	1.001,00	R\$ 0,14
3.5	-	PROTETOR DE PRESILHA TUBO EPE DN 3mmx110mm.	und	12.000,00	R\$ 0,10
3.6	90854	CONCRETAGEM DE PAREDES EM EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES FEITAS COM SISTEMA DE FÔRMAS MANUSEÁVEIS COM CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, FCK 20 MPA, LANÇADO COM BOMBA LANÇA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2015.	m³	313,00	R\$ 355,88
Total do Item					

Tabela 15 - Orçamento Paredes de Concreto

(Continua)

TCC - PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA CONVENCIONAL		
Orçamento Analítico		
OBRA:	PRÉDIO DE 4 PAVIMENTOS	-NÃO HÁ TAXAS-
ORÇAMENTO:	ESTRUTURA EM PAREDE DE CONCRETO	
LOCAL:	ANÁPOLIS-GO	

ITEM	CÓDIGO	DESCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)
4		FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO			
4.1	-	AQUISIÇÃO DE SISTEMA DE SEGURANÇA PARA FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, PARA EDIFICAÇÕES DE MULTIPLOS PAVIMENTOS, RATEADO PARA 288 UNIDADES.	m ²	125,22	R\$ 39,25
4.2	-	AQUISIÇÃO DE FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, PARA EDIFICAÇÕES DE MULTIPLOS PAVIMENTOS, RATEADO PARA 288 UNIDADES.	m ²	735,15	R\$ 43,50
4.3	91003	FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, DE EDIFICAÇÕES DE MULTIPLOS PAVIMENTOS, EM PANOS DE FACHADA COM VARANDAS.	m ²	1353	R\$ 11,18
4.4	90998	FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, DE EDIFICAÇÕES DE MULTIPLOS PAVIMENTOS, EM LAJES	m ²	736,08	R\$ 13,92
4.5	90997	FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, DE EDIFICAÇÕES DE MULTIPLOS PAVIMENTOS, EM FACES INTERNAS DE PAREDES.	m ²	3.412,92	R\$ 11,41
4.6	90996	FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, DE EDIFICAÇÕES DE MULTIPLOS PAVIMENTO, EM PLATIBANDA.	m ²	47,40	R\$ 8,21

Tabela 15 - Orçamento Paredes de Concreto

(Conclusão)

TCC - PAREDE DE CONCRETO X ALVENARIA CONVENCIONAL					
Orçamento Analítico					
OBRA: PRÉDIO DE 4 PAVIMENTOS ORÇAMENTO: ESTRUTURA EM PAREDE DE CONCRETO LOCAL: ANÁPOLIS-GO					-NÃO HÁ TAXAS-
ITEM	CÓDIGO	DESCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO (R\$)
Total do Item					
4		ESTUCAMENTO			
4.1	91520	ESTUCAMENTO DE DENSIDADE BAIXA NAS FACES INTERNAS DE PAREDES DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO. AF_06/201	m²	2591,52	R\$ 1,44
4.2	91515	ESTUCAMENTO DE PANOS DE FACHADA COM VÃOS DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO EM EDIFICAÇÕES DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS.	m²	995,0816	R\$ 5,17
Total do Item					
5		CONTRA PISO			
5.1	88481	CONTRAPISO AUTONIVELANTE, APLICADO SOBRE LAJE EM ÁREAS MAIORES QUE 10M M2 ADERIDO, ESPESSURA 4CM.	M²	765,12	R\$ 23,33
Total do Item					
TOTAL GERAL					

