

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

PEDRO INÁCIO SIMÕES VIEIRA

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE EXECUÇÕES DE ALVENARIA EM PAREDE
DE CONCRETO E ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCO CERÂMICO –
ESTUDO DE CASO**

São Luís

2018

PEDRO INÁCIO SIMÕES VIEIRA

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE EXECUÇÕES DE ALVENARIA EM PAREDE
DE CONCRETO E ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCO CERÂMICO –
ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me Airton Egydio Petinelli

São Luís

2018

Vieira, Pedro Inácio Simões.

Análise comparativa entre execuções de alvenaria em parede de concreto e alvenaria estrutural de bloco cerâmico: estudo de caso / Pedro Inácio Simões Vieira. – São Luís, 2018.

76 folhas.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

Orientador: Prof. Me. Airton Egydio Petinelli.

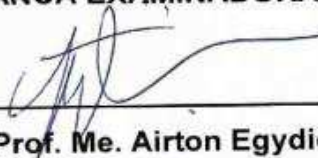
PEDRO INÁCIO SIMÕES VIEIRA

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE EXECUÇÕES DE ALVENARIA EM PAREDE
DE CONCRETO E ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCO CERÂMICO –
ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

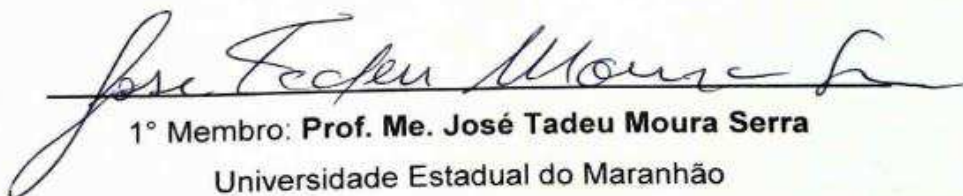
Aprovada em: 05/12/2018

BANCA EXAMINADORA




Orientador: **Prof. Me. Airton Egidio Petinelli**

Universidade Estadual do Maranhão



1º Membro: **Prof. Me. José Tadeu Moura Serra**

Universidade Estadual do Maranhão



2º Membro: **Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim Demétrio**

Universidade Estadual do Maranhão

Aos meus pais, irmãos, família e amigos por todo amor, educação, e incentivo que tornaram possível a minha evolução como ser humano, e sem eles eu não estaria onde estou e nem seria quem sou.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força o suficiente para superar qualquer dificuldade.

Aos meus pais, por todo amor, incentivo e apoio incondicional. Tenho certeza que sem a presença deles eu não chegaria onde cheguei.

Ao meu orientador Airton Egydio Petinelli, por todo o suporte, atenção e paciência nos seus ensinamentos, pelas suas correções e cobranças, e por me direcionar sempre que estivesse seguindo um caminho errado.

Aos meus amigos e companheiros de trabalho que me ajudaram sempre que possível.

A Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, seu corpo docente, direção, administração.

E a todos, mesmo que direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

*“O Senhor é o meu Pastor, nada me
faltará.”*

Salmo 23.1

RESUMO

Esse trabalho apresenta-se como um estudo comparativo entre os sistemas construtivos de Alvenaria em Parede de Concreto e Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico, onde os métodos serão comparadas a partir de um projeto de edifício multifamiliar, no qual serão montados as respectivas composições para cada sistema construtivo, levantado o quantitativo de material e as composições precificadas para que seja possível alcançar um custo comparativo entre eles.

Serão apresentadas as características de cada método executivo como também suas vantagens e desvantagens. O estudo se baseou em comparar os métodos e fazer uma análise do quanto um método pode ser melhor que o outro em relação a pontos específicos, sejam eles financeiros, de execução, ou de características próprias.

Palavras-chave: Parede de Concreto; Bloco Cerâmico Estrutural; Análise Comparativa;

ABSTRACT

This work is presented as a comparative study between the construction systems of Masonry in Concrete Wall and Ceramic Block Structural Masonry, where the methods will be compared from a multifamily building project, in which the respective compositions will be assembled for each system constructive, raised the quantitative of material and the compositions priced so that it is possible to achieve a comparative cost between them.

The characteristics of each executive method will be presented as well as its advantages and disadvantages. The study was based on comparing the methods and making an analysis of how much one method may be better than the other in relation to specific points, be they financial, execution, or own characteristics.

Keywords: Masonry in Concrete Wall; Ceramic Block Structural Masonry; Comparative Analysis;

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Pirâmides de Quéops, Quéfren e Miquerinos | 17 |
| Figura 2 – Casa de Pau a Pique | 18 |
| Figura 3 – Sistema Construtivo em Parede de Concreto | 19 |
| Figura 4 – Sistema Construtivo Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico | 20 |
| Figura 5 – Casas em Parede de Concreto | 21 |
| Figura 6 – Planta Baixa Simétrica | 23 |
| Figura 7 – Fundação em Radier | 24 |
| Figura 8 – Tipos de Fôrmas mais usuais | 25 |
| Figura 9 – Etapas de Marcação de Linhas das Paredes, Montagem de Armaduras e Instalações, Posicionamento dos Painéis de Fôrma | 26 |
| Figura 10 – Concretagem para Laje | 28 |
| Figura 11 – Lançamento de Concreto na Alvenaria | 30 |
| Figura 12 – Instalações Hidráulicas | 32 |
| Figura 13 – Kit Hidráulico | 32 |
| Figura 14 – Instalações Elétricas | 32 |
| Figura 15 – Instalações Elétricas | 33 |
| Figura 16 – Aplicação de Desmoldante | 35 |
| Figura 17 – Fôrmas das Lajes | 36 |
| Figura 18 – Bloco Cerâmico Estrutural (14x19x29 cm) | 40 |
| Figura 19 – Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico | 41 |
| Figura 20 – Tipos mais usuais de Bloco Cerâmico Estrutural | 44 |
| Figura 21 – Versões do Bloco Cerâmico Estrutural e Compensadores | 44 |
| Figura 22 – Tipos de Amarrações mais Usuais para Blocos Cerâmico Estruturais .. | 45 |
| Figura 23 – Representação dos Pontos de Graute | 45 |
| Figura 24 – Armadura da Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico | 47 |
| Figura 25 – Representação de um Shaft Hidráulico | 47 |
| Figura 26 – Esquema representativo das Instalações Elétricas | 49 |
| Figura 27 – Paletização De Blocos Cerâmicos Estruturais | 50 |
| Figura 28 – Primeira Fiada | 51 |
| Figura 29 – Grauteamento | 51 |
| Figura 30 – Planta Baixa de um Apartamento | 56 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 01 – Composições e Precificação do Sistema Construtivo em Parede de Concreto..... | 59 |
| Quadro 02 – Composições e Precificação do Sistema Construtivo em Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico..... | 60 |
| Quadro 03 – Pontos Comparativos de Execução entre os Sistemas Construtivos .. | 61 |

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|--|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| NBR | Norma Brasileira |
| SINAPI | Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil |
| ABESC | Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem |
| ARCO | Assessoria em Racionalização Construtiva |
| FGV | Fundação Getúlio Vargas |
| USP | Universidade de São Paulo |
| CEF | Caixa Econômica Federal |
| AC | Argamassa Colante |
| BWG | Birmingham Wire Gauge |
| UH | Unidade Habitacional |
| KIT | Conjunto de Peças |
| PAV | Pavimento |
| REF | Referência |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|----------------|---|
| % | Porcentagem |
| mm | Milímetro |
| cm | Centímetro |
| m | Metro |
| m ² | Metro Quadrado |
| m ³ | Metro Cúbico |
| φ | Diâmetro |
| MPa | Megapascal |
| fck | Resistência Característica à compressão do concreto |
| R\$ | Real (moeda corrente oficial da República Federativa do Brasil) |
| kg | Quilograma |
| l | Litro |
| h | Hora |
| unid | Unidade |
| chp | Custo Horário Produtivo |
| chi | Custo Horário Improdutivo |
| cv | Cavalo-vapor |
| hp | Horsepower |
| kn | Kilonewton |
| kgf | Quilograma-força |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.1 | Objetivos | 16 |
| | Objetivo Geral | 16 |
| | Objetivos Específicos | 16 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 17 |
| 2.1 | Desenvolvimento Histórico dos Sistemas Construtivos | 17 |
| 2.2 | Sistema Construtivo: Alvenaria em Parede de Concreto | 21 |
| | 2.2.1 Introdução | 21 |
| | 2.2.2 Fundação | 23 |
| | 2.2.3 Fôrma | 24 |
| | 2.2.4 Armação | 27 |
| | 2.2.5 Concreto | 27 |
| | 2.2.6 Instalações | 30 |
| | 2.2.7 Instalações Hidráulicas | 31 |
| | 2.2.8 Instalações Elétricas | 33 |
| | 2.2.9 Acabamento | 33 |
| | 2.2.10 Execução | 35 |
| | 2.2.11 Vantagens | 37 |
| | 2.2.12 Desvantagens | 38 |
| 2.3 | Sistema Construtivo: Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico | 40 |
| | 2.3.1 Introdução | 40 |
| | 2.3.2 Bloco | 42 |
| | 2.3.3 Argamassa | 45 |
| | 2.3.4 Graute | 45 |
| | 2.3.5 Armadura | 46 |
| | 2.3.6 Instalações Hidrossanitárias | 47 |
| | 2.3.7 Instalações Elétricas | 48 |
| | 2.3.8 Execução | 49 |
| | 2.3.9 Vantagens | 53 |
| | 2.3.10 Desvantagens | 53 |
| 3 | METODOLOGIA | 55 |
| 4 | APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS | 56 |

| | |
|---|-----------|
| 5 CONCLUSÃO..... | 62 |
| 5.1 Síntese dos Principais Resultados..... | 62 |
| 5.2 Contribuições do Trabalho..... | 62 |
| 5.3 Sugestões para Pesquisas Futuras..... | 63 |
| 5.4 Considerações Finais | 63 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 64 |
| APÊNDICES | 66 |
| APÊNDICE A - COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS DO SISTEMA CONSTRUTIVO DE ALVENARIA EM PAREDE DE CONCRETO..... | 67 |
| APÊNDICE B - COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS DO SISTEMA CONSTRUTIVO DE ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCO CERÂMICO..... | 72 |

1 INTRODUÇÃO

A construção civil, ao longo da última década, vinha sendo bastante impulsionada no Brasil, porém houve um esfriamento inesperado. “A desaceleração do mercado imobiliário começou antes mesmo da crise econômica do país. No final de 2013, algumas grandes cidades, como Brasília e Curitiba, apresentavam os primeiros sinais de retração, o que se generalizou no ano seguinte”, afirma a economista Ana Maria Castelo, coordenadora de Projetos na área da construção na FGV (Fundação Getúlio Vargas).

A estagnação se tornou tão clara que causou preocupação com o atual estado da construção civil, e até desespero para quem depende dela. De acordo com uma pesquisa da Geoimovel – VivaReal “Com a crise econômica no país, vem ocorrendo uma desaceleração nas vendas, tornando a oferta maior do que a procura em determinadas áreas. No período de janeiro de 2016 a janeiro de 2017, inclusive, foram lançados 22.431 apartamentos na capital paulista, em 494 novos empreendimentos. Deste total, 11.602 unidades foram vendidas, ou 52% do total. Assim, o estoque corresponde a 48% de tudo que foi lançado no período.”

Com o atual cenário em que se encontra a construção civil é possível tirar algumas conclusões. Como exemplo podemos afirmar que apenas as melhores ofertas estão alcançando os compradores. O que torna o trabalho dos engenheiros civis ainda mais árduo, pois agora eles contam com orçamentos ainda menores, e devem entregar um serviço de maior qualidade ainda, para que aja um lucro satisfatório.

E para chegar nos requisitos acima citados há a necessidade de otimização de tempo, mão-de-obra, material, etc. A utilização de métodos construtivos diferentes do usual é uma alternativa que pode trazer benefícios em relação a todos os itens citados acima.

Como exemplo temos o sistema construtivo em parede de concreto que vem ganhando cada vez mais espaço no mercado brasileiro da construção civil. De acordo com a TECNOSIL (2018) “O uso desse sistema no Brasil começou ainda na década de 1970, para atender a necessidade de entrega rápida dos empreendimentos incentivados pelo governo brasileiro. Mas, o uso de paredes de concreto teve certa queda com o passar dos anos, sendo retomado com força por meio do programa Minha Casa, Minha Vida, em 2009.”

Por outro lado, há o sistema construtivo de alvenaria estrutural com bloco cerâmico que está em pé de igualdade com o método anterior e vem sendo disseminado pelo país. O mesmo, além de ter melhoras significativas na qualidade técnica da mão-de-obra, também evoluiu no sentido de resistência própria dos blocos, o que viabilizou o uso dos mesmos.

“Esse sistema construtivo evoluiu muito no Brasil. É um processo que consegue aliar velocidade de produção, custo baixo e qualidade alta. Nenhum País do mundo chegou a esse estágio de desenvolvimento na alvenaria estrutural”, avalia Luiz Sérgio Franco, professor do Departamento de Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) e diretor técnico da Arco – Assessoria em Racionalização Construtiva.

Nesse sentido o trabalho tem por objetivo comparar a execução dos métodos acima mencionados e verificar qual deles é o mais viável. Para análise serão utilizados como referência duas obras residenciais semelhantes e ambas estão incluídas no projeto Minha Casa, Minha Vida. Os dados serão disponibilizados pelo banco de dados da empresa que fez os empreendimentos e a partir da análise dos mesmos será possível concluir o objetivo do estudo. Além disso pode ser que este trabalho sirva de base e fonte para estudantes, profissionais e empresas atuantes no ramo das habitações populares.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Fazer uma análise comparativa entre a execução dos sistemas construtivos em parede de concreto e alvenaria estrutural de bloco cerâmico.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Apresentar os métodos construtivos;
- Comparar os custos de cada sistema construtivo, levando em consideração que a comparação será de um bloco multifamiliar com 4 pavimentos e 32 apartamentos ao todo;
- Indicar quais as vantagens e desvantagens de um em relação ao outro;
- Determinar através dos dados obtidos qual o método mais viável.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste tópico serão abordados conteúdo e características fundamentais para o embasamento teórico a respeito do tema.

2.1 Desenvolvimento Histórico dos Sistemas Construtivos

Desde o início da existência humana, tanto conhecimento como habilidade de engenharia tem sido necessária para evolução do padrão de vida. A partir do momento em que tribos deixaram de ser nômades, surgiram assentamentos que necessitavam de estrutura necessária para abrigo e proteção que, ao longo do tempo, cresceram em complexidade.

“O emprego das alvenarias pelo homem deriva num primeiro momento do empilhamento de rochas fragmentadas e, num segundo momento, dos muros de pedras. Muitas construções milenares, dos egípcios e dos romanos particularmente, permanecem até hoje como testemunhos vivos da história da humanidade e da própria história das alvenarias, como as pirâmides do Egito.” (João Carlos de Campos, 2017). Na figura 1 temos a representação das pirâmides.

Figura 1 - Pirâmides de Quéops, Quéfren e Miquerinos



Fonte: Só História (2009)

Ao decorrer dos séculos, a grande demanda por estruturas cada vez maiores e mais eficientes impulsionava o surgimento de novas técnicas e a formação de

profissionais habilitados para assumir tal responsabilidade. Entretanto, a profissão de engenheiro civil só foi reconhecida oficialmente a partir da Revolução Industrial. “O saber empírico acumulado ao longo dos tempos e o fato de muitas construções, datadas de muitos séculos, existirem, mostra o valor da experiência em engenharia, embora apenas no século XX a engenharia tenha sido cientificamente teorizada.” (NÁPOLES NETO, 1998)

Sobre a história das construções especificamente no Brasil, durante a época colonial, haviam três grupos principais de construções: obras relacionadas com a indústria do açúcar e instalações portuárias; fortalezas militares, quartéis, edifícios públicos e cadeias, e, ainda, obras civis (casas de moradia, casas de comércio, igrejas, armazéns e moinhos). “Nestes edifícios dominavam as técnicas locais de taipas tanto de pau-a-pique, como de pilão” (VARGAS, 1998). Na figura 2 temos a representação de uma casa feita de pau a pique.

Figura 2 – Casa de Pau a Pique



Fonte: Meio Século de Aprendizagens (2014)

Nos dias mais atuais, fica claro que houveram evoluções substanciais nos métodos construtivos, além de serem criados outros métodos mais rentáveis e práticos. Dentre eles, podemos citar os mais usados no mundo, que são os sistemas construtivos de Alvenaria de Vedação (Convencional), Alvenaria Estrutural, Parede de Concreto, “Steel Frame” e “Wood Frame”. Para o Brasil os mais utilizados são os três primeiros.

De acordo com Caio Pereira (2018) “Com a chegada de novas tecnologias, a construção civil caminha rumo a industrialização e a melhoria dos sistemas construtivos. Métodos tradicionais já se mostram menos produtivos e com menor qualidade quando comparados aos sistemas industrializados.”

Por isso os sistemas parede de concreto e alvenaria estrutural tomam a frente nesta disputa. Onde a primeira está bastante difundida, no exterior principalmente. “Hoje, seu uso em países mais desenvolvidos – Japão, Estados Unidos, Alemanha – já é uma prática bastante consolidada, com inúmeros benefícios para a melhoria do desempenho das estruturas de concreto.” (Ary Fonseca Jr, 2015)

No Brasil, vem ganhando seu espaço nos últimos anos e de acordo com Arnaldo Wendler (2018) “Durante o período entre 2012 e 2015 foram construídas mais de 700.000 unidades em Parede de Concreto, nos diversos segmentos de mercado, em todas as regiões do Brasil e por várias construtoras, com perfis e características diferentes. Um número muito expressivo para um tempo tão curto de operação. Na figura 3 temos a representação de uma casa residencial que usa o método construtivo Alvenaria em Parede de Concreto.

Figura 3 – Sistema Construtivo em Parede de Concreto



Fonte: Matcon Supply (2018)

Para o sistema de alvenaria estrutural, temos a possibilidade de usar diversos blocos estruturais. “Esse sistema tem conquistado, recentemente, mais espaço nas construções do Brasil, apesar de ser a forma mais antiga usada pela humanidade, como na construção da Muralha da China, entre os anos de 1300 e 1600.” (Vanessa Bordin, 2010).

Dentre os tipos de alvenaria estrutural temos o que usa o bloco cerâmico estrutural que está ganhando bastante espaço nas construções residenciais brasileiras. De acordo com Vanessa Bordin (2010) “A alvenaria estrutural vem sendo

utilizada pelo meio técnico brasileiro, atraída pela redução de custos proporcionada pelo sistema. A possibilidade de construir edifícios altos tem enterrado alguns velhos preconceitos, como o de usar a alvenaria somente em construções baixas. E as obras que envolvem prédios, sejam residenciais ou comerciais, se tornaram apenas um dos exemplos em que esse sistema pode ser empregado com sucesso.” Na figura 4 temos a representação de uma casa residencial que usa o método construtivo Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico.

Figura 4 – Sistema Construtivo Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico



Fonte: Arqitetando - Oficina de Projetos (2010)

2.2 Sistema Construtivo: Alvenaria em Parede de Concreto

2.2.1 Introdução

Parede de concreto é um sistema construtivo onde a estrutura e vedação são formadas por um único elemento, a própria parede de concreto. Ela é moldada in loco, ou seja, é fabricada no local onde será utilizada. Por mais que suas fôrmas tenham um custo elevado, de acordo com Marina Pita (2011) “Apesar de o concreto e sua respectiva armação serem, em geral, mais caros do que os componentes da alvenaria tradicional, a produção em série pode reduzir o custo de construção”. Seu uso é recomendado para empreendimentos onde há uma repetitividade alta, como condomínios e edifícios residenciais.

Este sistema construtivo permite que aja um planejamento completo e detalhado da obra, pois reduz atividades artesanais e improvisações, além de diminuir o número de operários significativamente. “Não há espaço para improvisos durante a construção, que poderiam afetar a produtividade dos trabalhadores e impactar os custos da obra. (Marina Pita, 2011).

Apesar de necessitar de uma mão-de-obra mais qualificada, a sua produção é bem maior em relação a outros métodos construtivos, o que acaba compensando e favorecendo tanto a produtividade quanto os custos extras que surgiriam com o desenvolver da obra, como tempo de execução, retrabalho, quantidade de mão-de-obra, etc. Na figura 5 temos a representação de várias casas residenciais feitas em parede de concreto que estão no meio do seu processo construtivo.

Figura 5 – Casas em Parede de Concreto



Fonte: Infraestrutura Urbana (2011)

Arnoldo Wendler (2018), afirma que “Podemos constatar as principais vantagens do sistema:

- Velocidade – Ciclos de execução reduzidos
- Redução de prazos – Prazos de construção reduzidos em até 40%
- Etapas construtivas – Eliminação de etapas no processo: vedação, chapisco, revestimentos interno e externo, instalações
- Retrabalho/Terminalidade – Drástica redução
- Mão de obra direta – Otimização das equipes de produção
- Mão de obra indireta – Redução considerável durante a execução
- Materiais – Disponibilidade de materiais e serviços voltados exclusivamente ao sistema”

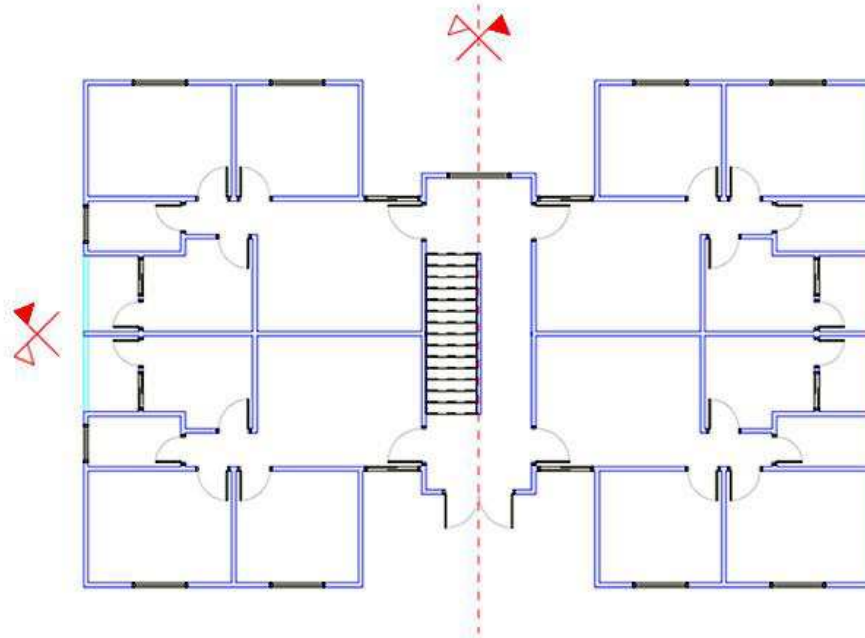
Como já mencionado, a tecnologia do sistema de paredes de concreto oferece condições desejáveis de escala e velocidade para a construção de grandes e médios conjuntos habitacionais, no entanto há os fatores pontuais que refletem esse máximo desempenho com relação a menor prazo de execução, menor custo, minimização de imprevistos e maior qualidade no produto final. Na etapa do projeto arquitetônico não é diferente, pois existem fatores que influenciam o desempenho e a competitividade.

Dentre eles podemos citar a modulação, há inclusive a norma NBR 15873 que fala a respeito da coordenação modular para edificações. A mesma recomenda que sejam utilizadas 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).

A simetria é um fator que torna a obra bem mais produtiva, pois há um ganho de tempo considerável com relação a etapa de montagem de fôrmas, concretagem. É geralmente empregada na construção de edifícios e facilita o ciclo dos serviços. Outro fator é a padronização vertical, que diz respeito a utilizar a mesma disposição de paredes dos pavimentos térreos e subsolos para os pavimentos de cobertura e platibanda. O termo “parede sobre parede” define bem este conceito. Intimamente ligado ao fator anterior está o alinhamento de paredes no sentido de diminuir os eixos a serem lançados, o que facilita o posicionamento e alinhamento dos painéis

utilizados nas paredes de concreto. Na figura 6 temos a representação de um projeto simétrico de um andar de um edifício.

Figura 6 – Planta Baixa Simétrica



Fonte: Arquitetura do Sagrado (2011)

No quesito instalações, para a parte elétrica é interessante reduzir o número de eletrodutos nas lajes para que não aja atraso com relação as etapas de montagem e evitar o cruzamento dos mesmos, pois é possível que eles sejam amassados durante o processo de concretagem. No âmbito hidrossanitário é recomendado agrupar as áreas molhadas com o intuito de diminuir a quantidade de paredes hidráulicas, além de diminuir também a quantidade de tubulações que necessitam de shaft para descida.

Para os vãos é interessante evitar trechos de paredes de pequenas dimensões, pois os mesmos precisam de vários painéis de forma, que resulta numa redução da velocidade de montagem. Se por acaso utilizar de “bonecas”, que sejam de pelo menos 10cm.

2.2.2 Fundação

A escolha do tipo de fundação depende das condições locais do empreendimento, especialmente da resistência mecânica do solo, e para o sistema de parede de concreto não é diferente. A fundação, em geral, deve contemplar

aspectos de segurança, estabilidade, e durabilidade, todavia para as paredes de concreto é necessário atender as exigências específicas referentes a questão de alinhamento e nivelamento. Com relação a escolha não há nenhuma limitação ao tipo de fundação a ser utilizado. Podem ser empregados sistemas de fundação em sapata corrida, radier, blocos de travamento para estacas ou até mesmo tubulões. No entanto Hugo Misurelli e Clovis Massuda (2009) recomendam que “O tipo de fundação mais utilizado em casas é o radier, que deve ser construído com espaço excedente em relação à espessura dos painéis externos das fôrmas, permitindo o apoio e facilitando a sua montagem.” Na figura 7 temos a representação de uma fundação em radier.

Figura 7 – Fundação em Radier



Fonte: Portal AECweb (2013)

Independente da escolha do tipo de fundação, esta deve ser executada com nivelamento rigoroso, permitindo e facilitando a montagem do sistema de formas, além de evitar problemas futuros. É recomendado que um piso seja executado na cota do terreno para apoiar e facilitar a montagem das formas e o piso deverá ter espessura maior que as espessuras dos painéis externos. Além disso é importante, principalmente para fundações diretas, tomar precauções com relação a migração da umidade do solo em direção as paredes da edificação.

2.2.3 Fôrma

As formas são estruturas provisórias, cujo objetivo é moldar o concreto fresco. As principais exigências em relação as formas é que as mesmas resistam as pressões ocasionadas no lançamento do concreto, sejam estanques e mantenham, rigorosamente, a geometria das peças que estão sendo moldadas. A determinação da fôrma adequada para cada situação pode potencializar os ganhos do sistema construtivo. Além de haver características benéficas em relação ao manuseio, durabilidade e economia.

Os tipos mais utilizados são: fôrmas metálicas onde geralmente são compostas de quadros e chapas de alumínio ou aço e são utilizadas tanto para estruturação de seus painéis quanto para dar acabamento à peça concretada. Há também as fôrmas metálicas e compensado onde os quadros são em peças metálicas e as chapas em madeira compensada ou material sintético, ou seja, o contato do concreto é apenas com as chapas. E por fim temos as fôrmas plásticas que utilizam quadros e chapas feitas em plástico reciclável e são contraventadas por estruturas metálicas. Na figura 8 temos a representação dos tipos de fôrmas mais usuais no sistema construtivo em parede de concreto que foram mencionadas logo acima.

Figura 8 – Tipos de Fôrmas mais usuais



Fonte: Brasil Engenharia (2015)

Para edifícios de múltiplos pavimentos, pode-se utilizar fôrmas trepantes. Nesta modalidade a produtividade da mão-de-obra é aumentada, pois as fôrmas, estruturas com painéis de grandes dimensões e andaimes de serviço, já são transportadas de uma só vez, resultando na diminuição de etapas de montagem, porém traz a necessidade de um transporte vertical, como a grua.

No momento de escolha das fôrmas é interessante atentar a alguns fatores e aspectos que podem tornar a escolha a mais viável possível. Dentre os fatores podemos levar em consideração a produtividade da mão-de-obra na operação do conjunto, peso por m² dos painéis, número de peças do sistema, durabilidade da chapa e número de reutilizações, durabilidade da estrutura, flexibilidade diante das opções de projetos, adequação à fixação de embutidos, análise econômica e comercialização (locação financeira, venda), suporte técnico do fornecedor.

Como o sistema precisa de uma organização e atenção maior, é essencial que o projeto de fôrmas aborde um detalhamento com relação ao posicionamento dos painéis, a sequência executiva de montagem e desmontagem, ao escoramento, aos equipamentos auxiliares, as peças de travamento e aprumo, etc.

A etapas executivas do sistema de fôrmas, pode variar dependendo da escolha do tipo de fôrma, porem a sequência padrão é nivelamento do piso da fundação que evita diferenças de níveis de topo entre painéis, marcação das linhas de paredes nas fundações para melhor orientação no posicionamento dos painéis, montagem das armaduras, montagem da rede hidráulica, montagem da rede elétrica, posicionamento de fôrmas de paredes onde geralmente são colocados primeiramente os painéis de canto (formando um “L”) e posteriormente os painéis de face interna, posicionamento das escoras prumadoras para auxiliar na montagem além de permitir o ajuste milimétrico do prumo das paredes, colocação das ancoragens que são os “elementos de costura” responsáveis pela absorção das pressões que o concreto exerce sobre as fôrmas, fechamento das fôrmas de paredes onde é necessário que os painéis tenham dimensões e pesos coerentes para fácil manuseio e transporte dos operários, até chegar na desforma. Na figura 9 temos as etapas mencionadas anteriormente.

Figura 9 – Etapas de Marcação de Linhas das Paredes, Montagem de Armaduras e Instalações, Posicionamento dos Painéis de Fôrma



Fonte: Núcleo Parede de Concreto (2017)

É importante salientar que após a desmontagem os painéis devem ser posicionados ao lado da próxima habitação a ser executada, devem passar por uma limpeza completa e a utilização de desmoldante, para remover a camada de argamassa impregnada na superfície do painel. Lembrando que deve haver um cuidado para que seja garantida o prolongamento da vida útil das formas.

2.2.4 Armação

A armação, no sistema parede de concreto, tem as funções de resistir aos esforços resultantes nas paredes, controlar a retração do concreto, além de estruturar e fixar as tubulações elétricas, hidráulicas e gás. Geralmente, a armação adotada no sistema é a tela soldada posicionada no eixo vertical da parede. Há também reforços de telas ou barras de armadura convencional nas bordas, e vãos de portas e janelas (vergas e contravergas). De acordo com as cargas demandadas pode ser necessário implantar duas camadas de telas soldadas, além de reforços nas extremidades das paredes.

As recomendações para as armações são relacionadas ao seu armazenamento no sentido de cuidados na estocagem e transporte para não danificar o material, além de necessitar também de uma identificação com relação ao tipo, posição, local de aplicação, etc.

No sentido de execução é necessário seguir as especificações do projeto, mas usualmente a primeira etapa é a montagem da armadura principal, ou seja, as telas soldadas. Em seguida, acrescentamos as armaduras de reforços, ancoragens de canto e cintas. Por fim, são colocados os espaçadores plásticos, que servem para garantir o posicionamento das telas e a geometria dos painéis.

2.2.5 Concreto

“O concreto a ser usado no sistema parede de concreto (processo normalizado pela ABNT NBR 16055) é de extrema importância, já que é ele que responde pela qualidade e durabilidade estrutural do sistema, resistindo aos esforços da estrutura e passivando as armaduras.” (Arcindo Vaquero y Mayor,

2017). Para o sistema parede de concreto é essencial que o concreto adotado tenha boa trabalhabilidade, pois essa propriedade é importante para o preenchimento das fôrmas, resultando em um bom acabamento superficial.

Existem 4 tipos de concreto considerados os mais recomendados para este sistema construtivo, todos eles são produtos conhecidos, normalizados e de fácil aquisição. São eles: concreto celular (Tipo L1), concreto com elevado teor de ar incorporado – até 9% (Tipo M), concreto com agregados leves ou com baixa massa específica (Tipo L2), concreto convencional ou concreto auto adensável (Tipo N).

O concreto celular (Tipo L1) tem como características principais baixa massa específica, bom desempenho térmico e acústico. Como sua resistência mecânica é baixa, é indicado para compor paredes de casas de até dois pavimentos., ou pode ser usado no último andar de edifícios sem laje na cobertura.

O concreto com elevado teor de ar incorporado – até 9% (Tipo M) por sua vez é semelhante ao concreto celular, devidos as características térmicas e acústicas e por ser indicado apenas para edificações de até 2 pavimentos.

Preparado com agregados leves, o concreto com agregados leves ou com baixa massa específica (Tipo L2), por mais que não tenha um desempenho tão bom térmico e acústico quando comparado com os anteriores, ainda assim é interessante utiliza-lo pelo fato de que suporta cargas de até 25 MPa. Lembrando que é de suma importância que o agregado leve utilizado seja a argila expandida, já que as outras opções não atingem a resistência necessária.

Por fim temos o concreto convencional ou concreto auto adensável (Tipo N). Este tem aplicação muito rápida, e feita por bombeamento, além da mistura ser extremamente plástica dispensando o uso de vibradores. Apenas por esses fatores é possível concluir que ele seja uma ótima alternativa para o sistema parede de concreto. Na figura 10 temos a concretagem de uma laje de uma residência em parede de concreto.

Figura 10 – Concretagem para Laje



Fonte: Tudo Construção (2016)

Visto os tipos de concreto é interessante abordar alguns detalhes que devem ser levados em consideração para o sistema de parede de concreto. Dentre eles está o dever do engenheiro da obra em especificar a trabalhabilidade do concreto que será aplicado e qual será o diâmetro máximo do agregado graúdo, levando em consideração a espessura das paredes e a densidade da armadura. Além disso, é possível definir o tipo de cimento especificado a partir do ritmo da obra e das condições climáticas.

Há também alguns detalhes mais específicos e particulares que estão relacionados diretamente com a rápida desforma, uma das características predominantes do sistema em questão e devem ser levados em consideração. São eles a resistência da desforma, resistência característica aos 28 dias (f_{ck}), classe de agressividade a que as estruturas estarão sujeitas, massa específica no estado fresco para os concretos tipos L1, L2, M, e o teor de ar incorporado para o concreto tipo M. Na figura 11 temos o lançamento de concreto para as paredes de concreto.

Figura 11 – Lançamento de Concreto na Alvenaria



Fonte: Téchne (2014)

No lançamento do concreto, é importante que anteriormente já tenha sido feito um plano de concretagem em que foi levado em consideração as características do concreto, a geometria das fôrmas, o layout do canteiro e o plano de ataque do empreendimento. Para o lançamento existe um critério de escolha de pontos para que a massa fluida do concreto preencha todos os vazios. Geralmente é escolhido um dos cantos da edificação até que uma significativa parcela das paredes próximas ao ponto esteja totalmente cheia. Em seguida, muda-se a posição em direção ao canto oposto, até completar todos os cantos e por fim finaliza-se a concretagem com o lançamento na linha mais elevada das fôrmas.

Após esta etapa começa o adensamento onde o concreto será vibrado para que a mistura preencha todos os espaços vazios. Por fim chega a cura do concreto e enquanto o mesmo não atingir o endurecimento satisfatório deve ser protegido contra agentes que lhe são prejudiciais como: mudança brusca de temperatura, secagem, vento, chuva forte, água torrencial, agentes químicos, etc.

É importante salientar que o concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição final, para evitar incrustações de argamassa nas paredes das fôrmas. Para peças estreitas e altas, o concreto deve ser lançado por janelas abertas na parte lateral, ou por meio de funis ou trombas. No adensamento é importante que o vibrador não entre em contato com a armadura para que não sejam criados vazios ao seu redor.

2.2.6 Instalações

Uma das características mais importantes do sistema parede de concreto é permitir que, após a desforma, as paredes contenham, embutidos em seu interior, tais como: caixilhos de portas e janelas, tubulações elétricas e hidráulicas, fixação de cobertura, ou elementos insertos como ganchos de rede.

Na questão dos caixilhos, o mais usual é embutir estes elementos nos painéis de forma, reduzindo o uso de mão-de-obra no futuro, logicamente todos os elementos de esquadrias devem ter espessura igual ou inferior a espessura das paredes. Quando inferiores, deve-se ajustar a largura das paredes e fixa-las em um marco (de madeira, aço ou outro material), cuja finalidade é determinar o lugar das peças pelo projeto.

2.2.7 Instalações Hidráulicas

Para a rede hidráulica, os pontos de conexões devem ser marcados em painéis de fôrmas de paredes inicialmente na primeira montagem, e sempre indicando as mesmas posições nas várias operações futuras de execução, sejam casas ou edifícios. Os furos por sua vez, sejam eles joelhos, cotovelos, tês ou registros devem ser feitos com o auxílio da serra de copo para que não sejam danificados.

“Os eletrodutos e caixas das instalações elétricas são posicionados nas fôrmas antes da concretagem. Deve-se garantir que fiquem na posição vertical para que não interfiram nem sejam danificados na passagem do concreto. As caixas dos interruptores devem ser impermeáveis.” (Marina Pita, 2011). Já para as fôrmas que utilizam chapas metálicas, devemos evitar furações para a fixação das peças hidráulicas. Neste caso, além da amarração nas armaduras, é necessário colocar espaçadores entre a rede de tubos hidráulicos e as faces dos painéis para garantir o recobrimento e o posicionamento das peças. Na figura 12 temos a representação das instalações hidráulicas.

Figura 12 – Instalações Hidráulicas



Fonte: J Ferreira Engenharia (2015)

Inclusive, é possível trabalhar com kits hidráulicos, onde serão montados tubos e conexões previamente, para que aumente a produtividade dos serviços e a qualidade das instalações. No entanto, antes de posicionar fôrmas, os kits deverão ser testados, e prevenindo eventuais vazamentos e falhas. Na figura 13 temos o “kit hidráulico”.

Figura 13 – Kit Hidráulico



Fonte: ComunidadeDaConstrucao (2015)

2.2.8 Instalações Elétricas

A instalações elétricas seguem a mesma ideologia das hidráulicas onde elementos como, caixas de interruptores, tomadas, luzes, etc. São fixadas nos próprios painéis e suas posições já definidas pelo projeto. Caso aja entradas ou orifícios que possam permitir a passagem do concreto, os mesmos devem ser preenchidos com papel ou pó de serra para impedir possíveis vazamentos. Os eletrodutos são fixados a armaduras, e os espaçadores colocados entre a rede de dutos e os moldes das paredes, garantindo assim recobrimento e posicionamento. Na figura 14 temos a representação das Instalações Elétricas.

Figura 14 – Instalações Elétricas



Fonte: Núcleo Parede de Concreto (2017)

Existem facilitadores para a utilização de parede de concreto no quesito elétrico. Eles são caixas de passagem próprias para este sistema, possuindo tampas removíveis e reaproveitáveis, que eliminam a possibilidade de entrada do concreto nas caixas.

2.2.9 Acabamento

A grande redução da espessura das camadas de revestimento é outra das características importantes deste sistema. Não existem restrições quanto ao uso de qualquer que seja o revestimento. A única recomendação é atender as especificações do material e iniciar o acabamento após a cura úmida da parede.

Após a desforma, as paredes mesmo que exibindo uma textura regular, apresentam alguns sinais superficiais relacionados as junções dos painéis e furos de

ancoragem. O primeiro pode ser resolvido com o auxílio de uma espátula. Já o segundo deve ser preenchido com argamassa de cimento e areia. Se por acaso houver necessidade, pode ser utilizado o processo de feltragem para eliminar toda e qualquer imperfeição. O material utilizado é uma camada de nata de cimento Portland por meio de desempenadeiras de madeira revestida com espuma.

Após retiradas as imperfeições, os materiais mais usuais para o acabamento, são: massa corrida, revestimentos cerâmicos, texturas e argamassas, industrializadas, etc. Segundo Marina Pita (2011) “É possível aplicar a pintura diretamente sobre a parede, dispensando chapisco e revestimento. A eliminação de etapas proporcionada pelo sistema construtivo reduz o tempo e o número de trabalhadores necessários para executar as unidades. Na figura 15 temos a representação do acabamento pós desforma e regularização.

Figura 15 – Instalações Elétricas



Fonte: Hometeka (2016)

2.2.10 Execução

Primeiramente é interessante destinar a atenção ao nivelamento preciso da fundação, assegurando uma montagem correta do sistema de fôrmas. Os pontos de instalações hidráulicas e elétricas são determinados a partir dos eixos de projeto – previamente marcados na fundação. Assim como é preciso montar as telas soldadas da armadura e posicionar, além dos espaçadores, os conduítes e as caixas de passagem das instalações elétricas. Esses elementos são amarrados à armadura com arames para evitar que se desloquem.

Já na etapa de montagem de fôrmas, as faces que ficarem em contato com o concreto devem receber desmoldante, para facilitar a retirada das fôrmas depois do endurecimento do material, minimizando o esforço e, conseqüentemente,

aumentando a vida útil das mesmas. Na figura 16 temos a representação da aplicação de desmoldante nas fôrmas.

Figura 16 – Aplicação de Desmoldante



Fonte: Comunidade da Construção (2015)

Primeiro, são montadas as fôrmas das faces internas da edificação, conforme as orientações do fabricante dos painéis. As gravatas de travamento, que fazem a ligação entre as faces das fôrmas, devem ser posicionadas nas fôrmas já montadas. O travamento lateral é finalizado com a inserção de cunhas em todos os pinos. Quando há muitas unidades iguais a serem construídas, os painéis são sempre montados na mesma posição e ordem. Assim, numerá-los pode agilizar a montagem. Seguindo as orientações de projeto, os painéis de alumínio devem ser posicionados lado a lado, sucessivamente, até que todas as faces estejam concluídas.

As fôrmas de laje são montadas após a conclusão das fôrmas para parede. A fixação desses elementos também se dá com o uso de pinos de travamento e cunhas. Nesta etapa são posicionadas as escoras para sustentação da laje superior durante o lançamento e a cura do concreto. A armação da laje também é feita com uso de telas soldadas. Outro elemento que se repete é o espaçador, que mantém a armadura no lugar e garante o cobrimento mínimo pelo concreto, evitando problemas de corrosão por exposição. Posicionadas conforme orientação de projeto, as instalações elétricas e hidráulicas são amarradas com arame recozido. Na figura 17 está a representação das fôrmas das lajes.

Figura 17 – Fôrmas das Lajes



Fonte: Comunidade da Construção (2015)

Depois disso, o concreto auto adensável é lançado no interior das paredes. O uso de concreto auto adensável – ou, ao menos, com elevada fluidez – se deve ao espaço restrito e à presença de armaduras, que dificultam o uso de vibradores. A especificação do concreto deve ser feita pelo projetista. A concretagem da laje é contínua à das paredes.

A regularização do concreto é feita com uso de régua metálica. Após a cura, as fôrmas são retiradas. Para remover as cunhas pode ser necessário utilizar o martelo, com muito cuidado para não danificar as fôrmas. O escoramento residual é retirado após o ganho de resistência do concreto ao longo dos primeiros dias.

2.2.11 Vantagens – Alvenaria em Parede de Concreto

Suas principais vantagens são: velocidade de execução, praticidade, garantia do cumprimento de prazos, industrialização do processo, maior controle de qualidade, qualificação da mão-de-obra. Porém há também vantagens que surgem com o andamento da obra e no resultado do mesmo.

De acordo com o eng. Nelson Favarsani Jr. (Gerente coordenador de obras da Inpar) "Quando se usa a parede de concreto, é possível fazer a vedação, o revestimento interno, o revestimento externo e a colocação do contramarco. Cada

ciclo de paredes leva 3 dias para ser feito, em comparação com o sistema de alvenaria convencional, em que somando alvenaria, revestimento interno, fachada e contramarco, perde-se mais de 15 dias. Além disso, a construção é terminal, ou seja, de uma só vez se tem uma parede acabada, pronta para receber a pintura".

A concretagem é muito mais rápida que em outros métodos. Podendo ser utilizado até o concreto de pega rápida e tornar este processo muito mais rápido e prático, pois após a locação das fôrmas, o mesmo já pode ser lançado e posteriormente vibrado.

A equipe de mão-de-obra utilizada é bem menor, em relação aos outros métodos, pois o maior trabalho encontrado é na montagem e desmontagem das fôrmas assim como na alocação. Outro fator é a segurança em todos os níveis, por ser racionalizado, o próprio sistema conta com equipamentos que privilegiam a segurança dos operários, pois há a integração de andaimes e guarda-corpos aos seus painéis de fôrma, além de garantia no cumprimento do cronograma físico-financeiro que acaba trazendo segurança comercial ao empreendedor.

A gestão de processo também é uma vantagem e é facilmente detectado no sistema, principalmente na industrialização de materiais, equipamentos, na mecanização e modulação do sistema, no controle tecnológico, multifuncionalidade e qualificação da mão-de-obra, além de atividades mais objetivas e planejadas e não artesanais. Este atributo é o grande responsável pelos ganhos na qualidade final, produtividade e prazo da realização. "A utilização de fôrmas reaproveitáveis, que não geram entulho, e de recursos industrializados resultam em um maior controle do impacto ambiental da obra". (Hugo Misurelli e Clovis Massuda, 2009)

Como tudo é locado antecipadamente, as instalações elétricas, hidráulicas, portas, janelas que poderiam tomar um tempo razoável acabam deixando o método mais rápido ainda, além de haver diminuição de trabalho com relação a passar a fiação, pias, torneiras, louças, e conseqüentemente evitando retrabalho posteriormente.

Como resultado de um processo metódico e monitorado que está sujeito a poucas improvisações o acabamento acaba sendo um dos fatores, pois através do sistema de fôrmas e concreto empregados, as paredes não necessitam de revestimento de argamassa, apenas de pintura ou textura diretamente sobre o concreto acabado. Segundo Hugo Misurelli e Clovis Massuda (2009) "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: tubulações elétricas e hidráulicas, elementos de fixação, caixilhos de portas e janelas etc.”

E por fim, mas não menos importante há também um ganho de espaço com relação as paredes que são geralmente menos espessas quando comparadas a alvenaria convencional, então é possível obter um ganho de área útil para a mesma área total da unidade.

2.2.12 Desvantagens – Alvenaria em Parede de Concreto

Como já citado anteriormente a principal característica que torna o método inviável para determinadas ocasiões é o fato da fôrma ter um elevado custo de aquisição.

É um sistema construtivo muito bom para obras, onde as casas ou apartamentos sejam idênticos e tenham uma quantidade elevada de unidades habitacionais, porém quando falamos de projetos diferentes ou um empreendimento de apenas uma casa o sistema não é viável de maneira nenhuma.

Além deste fator, também há algumas preocupações que podem comprometer a viabilidade deste sistema. Um deles está presente nos passos iniciais do sistema, as fôrmas devem estar bem locadas, pois caso contrário, o próprio peso do concreto pode fazer a fôrma recalcar e desregular o assentamento de esquadrias e a manobra que geralmente é utilizada é cortar um pouco do concreto para colocar a esquadria.

Outro ponto a ser mencionado é o treinamento da equipe, pois se não houver uma especialização da mesma, problemas como o citado anteriormente e muitos outros surgirão.

Outro fator que é geralmente questionado é com relação a permissão, do sistema construtivo em parede de concreto, a grandes mudanças na estrutura depois de concretado, pois que aja mudanças em paredes, que são as mais habituais, é necessário de uma vistoria e análise estrutural de um engenheiro qualificado onde será verificado a viabilidade e possibilidade desta mudança.

2.3 Sistema Construtivo: Alvenaria Estrutural com Bloco Cerâmico

2.3.1 Introdução

Atualmente, na construção civil, a evolução do conhecimento técnico-científico sobre o comportamento global das construções e do elemento parede proporcionou um progresso efetivo na fabricação dos materiais, do comportamento da interação entre os componentes e equipamentos para a sua execução, surgindo unidades que tornam a alvenaria estrutural eficiente em termos de rapidez de produção e capacidade de suporte a cargas. (Gihad Mohamada, 2015). Na figura 18 está a representação de um tipo de bloco cerâmico estrutural.

Figura 18 – Bloco Cerâmico Estrutural (14x19x29 cm)



Fonte: Cerâmica Salema (2013)

A utilização do bloco cerâmico estrutural é cada vez maior no mercado da construção civil brasileira. Este tipo de bloco é muito utilizado em residências e edifícios de poucos pavimentos, pois a partir do desenvolvimento tecnológico que foi proporcionado nos últimos anos este tipo de material alcançou uma ótima resistência. Alguns blocos cerâmicos chegam a ter resistência de até 10 Mpa, mas há também aquelas empresas especializadas que oferecem blocos que alcançam cerca de 18 Mpa, aqui no Brasil.

Além do desenvolvimento tecnológico do material, as técnicas construtivas também foram adequadas para aproveitar melhor as características do material, afim de evitar quebras e improvisações. Conforme Gihad Mohamada (2015) “A falta de tolerância e precisão dimensional no serviço de execução da alvenaria, quando os revestimentos argamassados, usados como recurso para corrigir a falta de prumo, esquadro, planicidade e alinhamento das edificações, foi outro paradigma quebrado com a implantação do processo construtivo em alvenaria estrutural modulada com blocos vazados.”

Na alvenaria estrutural com blocos cerâmicos, os conjuntos de paredes têm funções tanto de vedação como estrutural, onde primeiramente serve como divisória dos espaços e vedação, e secundamente resiste a cargas verticais e horizontais. Conforme Tauil e Nese (2010), trata-se de um sistema construtivo inovador onde não é necessário o uso de vigas nem de pilares, pois as próprias paredes têm

função estrutural na edificação, e distribuem as cargas uniformemente direto para as fundações.

A produção de uma obra moderna exige a integração de diversos subsistemas diferenciados: arquitetônico, estrutural, elétrico, hidráulico, esgoto, gás, telefonia, proteção contra incêndio, ar condicionado, transporte vertical, automação predial, controle de acesso, circuito fechado de televisão, revestimento, esquadrias, entre outros. Porém quando todos estes não estão de acordo dentro de um único projeto, diversos problemas aparecerão, até porque no sistema de bloco cerâmico estrutural as paredes são a estrutura da edificação, impossibilitando a sua remoção. Na figura 19 está a representação do levantamento da alvenaria estrutural de bloco cerâmico.

Figura 19 – Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico



Fonte: Tetracon Ind (2015)

A modulação é uma ferramenta que vem sendo cada vez mais utilizada. Geralmente as dimensões múltiplas de 15 cm são as mais adequadas no uso deste sistema, facilitando a modulação da alvenaria de modo a evitar cortes ou ajustes na execução das paredes. Assim há uma obra racionalizada, sem desperdícios ou improvisações, resultando em grande redução de custos. Apresenta a possibilidade de incorporar facilmente os conceitos de racionalização, produtividade e qualidade, produzindo, ainda, construções com bom desempenho tecnológico aliado a baixos custos.” (SANTOS, Araújo, 1998, p.3).

Segundo Gihad Mohamada (2015) “A capacitação de equipes de produção é uma das mais importantes ferramentas para o desenvolvimento da indústria da

construção civil, considerada uma das que menos evoluiu em tecnologia de serviços e processo. Construir uma alvenaria com bloco cerâmico estrutural utilizando as mesmas técnicas de uma construção convencional pode não produzir o ganho de produtividade esperado, por isso é necessário um treinamento adequado da equipe para trabalhar com este sistema construtivo.

A amarração efetiva das paredes é um ponto determinante na execução da alvenaria. Com a utilização dos blocos adequados, garante-se o intertravamento das unidades de alvenaria de forma simples e lógica, em todas as situações.

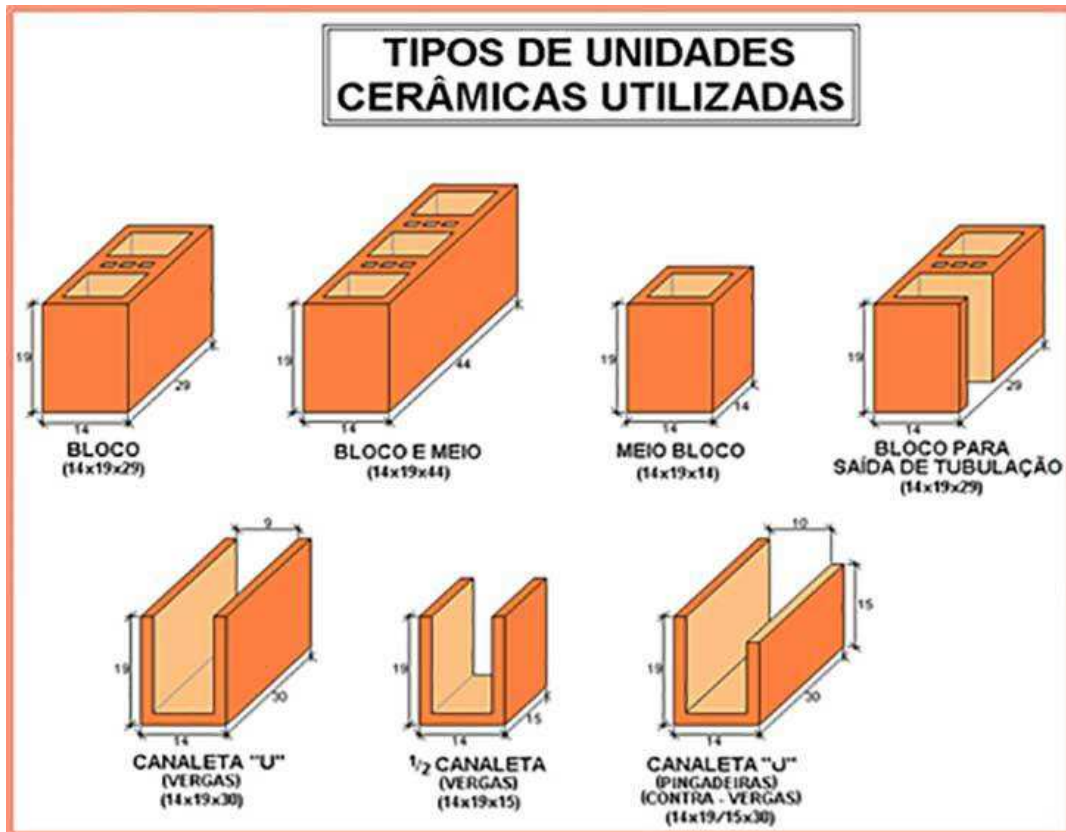
2.3.2 Bloco

O bloco estrutural cerâmico é um componente básico da alvenaria, que deve atender as especificações da ABNT NBR 15270-2 e as resistências especificadas pelo projeto estrutural. As opções de dimensões dos blocos podem variar conforme o seu fornecedor. A variação convencional é na espessura, sendo que a altura e o comprimento dos blocos são padronizados. É possível encontrar blocos com espessura de 9, 11.5, 14 e 19 centímetros de espessura. O bloco estrutural possui furos na vertical que possibilitam a passagem de instalações.

Em termos de classificação existem três tipos de blocos que são os mais utilizados na execução de uma parede de alvenaria estrutural. Primeiramente o bloco de amarração onde é empregado especificamente para o encontro de alvenarias. Em seguida temos as canaletas onde são adotadas para a execução de vergas e contravergas. Elas também são utilizadas para a execução da cinta superior da parede, que receberá a laje (a canaleta em forma de J é específica para estes casos).

E por fim o bloco compensador que é utilizado em alvenarias que não tenham dimensões adequadas para a utilização dos blocos principais. Também é possível encontrar outras opções do bloco cerâmico estrutural, são os blocos especiais. Estes blocos já possuem a abertura para receber as tubulações e caixas necessárias para as instalações elétricas e hidráulicas. Na figura 20 está a representação dos tipos mais usuais de bloco cerâmico estrutural.

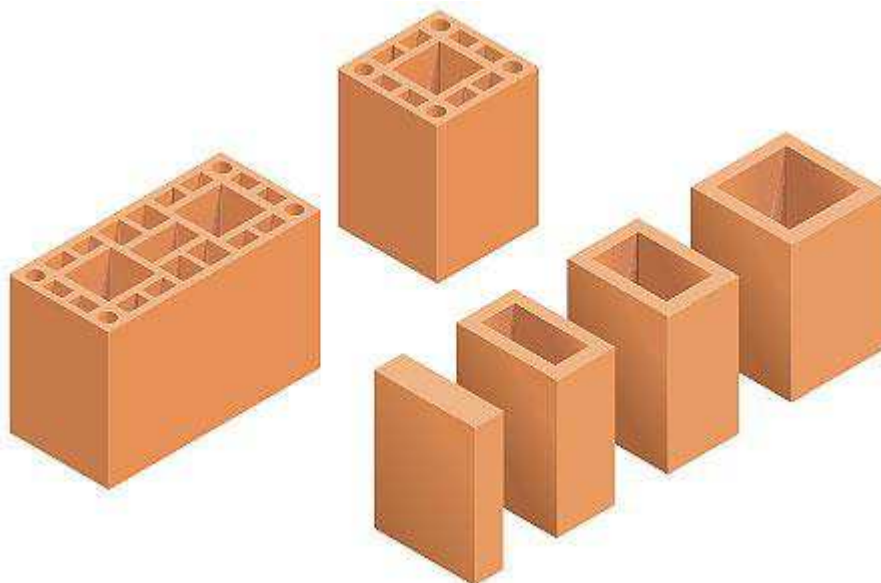
Figura 20 – Tipos mais usuais de Bloco Cerâmico Estrutural



Fonte: Fórum da Construção (2017)

Na figura 21 está complementação dos tipos mais usuais de bloco cerâmico estrutural e compensadores.

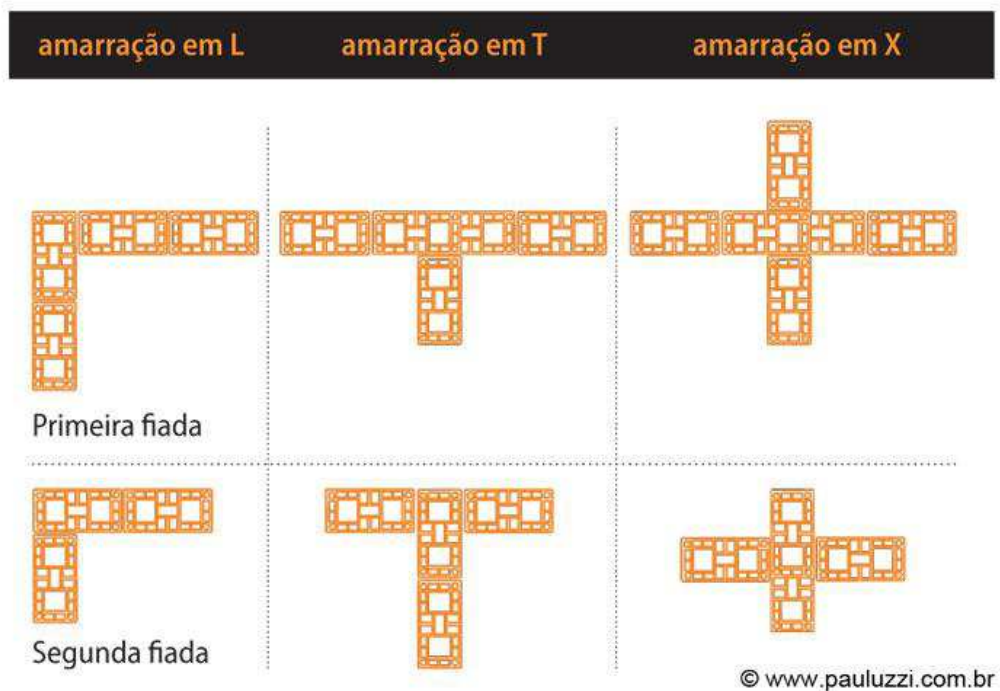
Figura 21 – Versões do Bloco Cerâmico Estrutural e Compensadores



Fonte: Equipedeobra17 (2011)

Na figura 22 está representado os tipos de amarrações mais usuais para os blocos cerâmicos estruturais.

Figura 22 – Tipos de Amarrações mais Usuais para Blocos Cerâmico Estruturais



Fonte: Pauluzzi Blocos Cerâmicos (2015)

2.3.3 Argamassa

Sua função é de ligação entre os blocos. Assim como os blocos devem ser realizados ensaios e testes em laboratório, onde devem atender as especificações e requisitos mínimos da norma para sua utilização. Os blocos são assentados, usualmente, com a argamassa, em questão, mista de cimento, cal e areia, de resistência e consistência adequadas ao projeto e à técnica de argamassamento empregada.

2.3.4 Graute

É utilizado para preenchimento de espaços vazios de blocos e sua finalidade é enrijecer armaduras à alvenaria, e aumentar sua capacidade resistente. O graute

deve ter resistência à compressão e deve atingir a resistência especificada pelo projetista.

Lembrando que os pontos de lançamento devem estar previstos desde a elaboração do projeto. Além disso, deve ter características no estado fresco que garantam o completo preenchimento dos furos e não apresentar retração que provoque o descolamento do graute das paredes dos blocos. O graute serve também para suprir as deficiências locais da argamassa, ajudando a distribuir melhor os esforços na alvenaria. Na figura 23 está representado os pontos de graute.

Figura 23 – Representação dos Pontos de Graute



Fonte: Cerâmica Salema (2013)

2.3.5 Armadura

A armadura tem como função básica resistir aos esforços de tração. Para o sistema de bloco cerâmico estrutural elas devem ser colocadas de tal forma que se mantenham na posição especificada durante o grauteamento e para tal finalidade podem ser utilizados arames, espaçadores, estribos, tarugos de aço e tarugos de massa. Na figura 24 está representado a armadura deste sistema construtivo.

Figura 24 – Representação da armadura da Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico



Fonte: EVEN Engenharia (2015)

Em nenhum caso o cobrimento de materiais sujeitos à corrosão pode ser inferior ao especificado em projeto. Não é permitido o contato de metais de naturezas diferentes. Os fios, barras e telas de reforço imersos em juntas de argamassa deverão ser de aço galvanizado ou de metal resistente à corrosão.

A altura máxima de lançamento do graute deverá ser de 1,6 m. Recomenda-se a concretagem em duas etapas para os pés direito convencionais de 2,80 m, sendo a altura da primeira etapa definida pela altura das contravergas das janelas. Se o graute for devidamente aditivado, garantida a coesão sem segregação, a altura de lançamento máximo permitido é de 2,80 m.

2.3.6 Instalações Hidrossanitárias

Como foi dito anteriormente devem estar compatibilizadas com o projeto estrutural e arquitetônico. Existem algumas recomendações com relação as

instalações. Dentre elas temos que os trechos passar sobre o forro ou sob o piso. É proibido o recorte horizontal de paredes estruturais. E que deve haver um embutimento de pequenos trechos verticais nos vazados dos blocos, desde que estes tubos tenham diâmetro máximo de 50 mm. Em casos onde há grande número de instalações indica-se projetar paredes hidráulicas não estruturais.

No caso dos shafts (espaços destinados à concentração de prumadas hidrossanitárias, elétricas e de telefonia, retirando parte significativa de instalações previstas nas paredes) é interessante que sejam próximos aos banheiros e da cozinha, para diminuir o número de prumadas e de shafts. O box do banheiro e até mesmo a lavanderia são boas localizações para shafts hidráulicos. Na figura 25 está a representação de um shaft hidráulico.

Figura 25 – Representação de um Shaft Hidráulico



Fonte: Construção Mercado (2016)

2.3.7 Instalações Elétricas

Já para as instalações elétricas é necessário ter atenção no posicionamento dos eletrodutos, prever nas elevações a dimensão de quadros de instalações (luz, telefone, TV a cabo, etc.), evitando falhas, e antecipadamente definir a localização e dimensão do centro de distribuição. Se por acaso as prumadas elétricas não

puderem ser embutidas nas paredes de alvenaria estrutural, os shafts, assim como nas instalações sanitárias, podem ser utilizados.

As tubulações devem caminhar sempre na vertical, utilizando os vazados dos blocos para as passagens das mangueiras e os eletrodutos horizontais devem ser embutidos nas lajes ou nos pisos. As caixas de tomadas e interruptores podem ser previamente fixadas nos blocos, que, por sua vez, serão assentadas em posições predeterminadas, conforme indicado nas plantas de elevação das paredes. Após a elevação da alvenaria deve ser feita a passagem das mangueiras pelo fundo da canaleta e introduzindo a mangueira. Na figura 26 está a representação das instalações elétricas no sistema de alvenaria estrutural.

Figura 26 – Esquema representativo das Instalações Elétricas



Fonte: Cerâmica Santa Izabel (2017)

2.3.8 Execução

Para maior eficiência no uso do sistema de bloco cerâmico estrutural é elaborado um projeto executivo no qual leva em consideração aspectos da compatibilização dos projetos de arquitetura, estrutura, instalações e técnicas construtiva. Reúne as informações que contemplem todos os serviços que serão executados simultaneamente à elevação da alvenaria. Sempre que possível, é interessante ser apresentados: as localizações dos pontos grauteados e armaduras, detalhes de amarração das paredes e posicionamento das juntas de controle e de dilatação. Além disso, as especificações de projeto devem conter também as resistências características dos grautes, as classes das argamassas, assim como a categoria, classe e bitola dos aços a serem adotados.

No que se refere a recebimento do material deve haver uma inspeção imediatamente antes do uso, de forma a detectar não-conformidades. Os materiais devem ser armazenados na ordem do recebimento, e de forma que permitam inspeção geral e sejam identificados conforme o controle a ser realizado. Recomenda-se um local de no mínimo 3m x 9 m ou o equivalente a 14 pallets de 1,2m x 1,2 m cada, onde os blocos serão armazenados em um local plano para evitar quebras e evitando também o contato com o solo. As pilhas de blocos devem ter altura máxima de 1 pallet ou 8 fiadas. Na figura 27 está a representação paletização dos blocos cerâmicos.

Figura 27 – Paletização De Blocos Cerâmicos Estruturais



Fonte: Projeção Estratégica (2016)

Para o transporte horizontal, utilizar equipamentos específicos como a paleteira, carriola para pallets e evitar a utilização de carrinho-de-mão. Já para o transporte vertical, utilizar equipamentos como a grua, guindaste, elevador de carga. As ferramentas geralmente utilizadas são: a régua de nível, esquadro metálico, colher de pedreiro, canaleta, andaime, escantilhão, paleteira hidráulica, caixa para argamassa, etc.

Antes da execução propriamente dita são necessários cuidados especiais, como: verificar a compatibilização dos projetos, o posicionamento dos reforços metálicos e tubulações, a locação, nivelamento da base de assentamento da alvenaria, a limpeza do pavimento onde a alvenaria será executada para evitar

possíveis falhas de aderência da argamassa entre o bloco e o pavimento, os blocos devem ser umedecidos, principalmente em dias muito quentes, as paredes de alvenaria devem ser executadas apenas com blocos inteiros e seus complementos.

A primeira etapa para o início da execução da Alvenaria Estrutural é denominada: marcação da primeira fiada. Trata-se da primeira fiada de todas as paredes que serão executadas. Ela serviu de base para o assentamento do resto do serviço e portanto, foi realizada com muito cuidado por um profissional habilitado para que não houvesse nenhum erro, pois um erro poderia comprometer totalmente a estabilidade do empreendimento. (Rennan Silva, 2017). É fundamental a precisão dimensional da estrutura como um todo. Na figura 28 está a representação da marcação da primeira fiada.

Figura 28 – Primeira Fiada



Fonte: UFRGS (2015)

A argamassa recomendada para assentamento dos blocos é a argamassa mista de cimento e cal. Na primeira fiada o valor mínimo da espessura da junta horizontal de argamassa de assentamento dos blocos da primeira fiada é de 5 mm e o valor máximo não deve ultrapassar 20 mm. A alvenaria deve partir nivelada da primeira fiada. Não sendo indicado deixar para corrigir possíveis desníveis no decorrer das demais fiadas.

“Então foi realizada a execução do grauteamento, e utilizada novamente um vibrador mecânico para fazer o adensamento do graute e eliminar os vazios. E,

enfim, depois de grauteada a alvenaria, foi realizada a construção laje superior.” (Rennan Silva, 2017). A alvenaria deve ser executada até a altura do peitoril, não devendo avançar esta altura antes que se “grauteiem” as contravergas e no decorrer da elevação verificar tolerâncias quanto ao prumo, nível, planicidade, alinhamento e espessuras das juntas horizontais da alvenaria.

Devem ser posicionadas as armaduras e executar grauteamento vertical e horizontal. O lançamento do graute, efetuado após a limpeza do furo, deve ser feito no mínimo após 24 horas do assentamento dos blocos. Deve-se assentar as canaletas da última fiada, com a opção de uso de canaleta jota e canaleta ‘U’ e por elas passarão ferros corridos (conforme projeto), fazendo-se o transpasse para garantir amarração das paredes. Jamais esquecer de passar conduítes elétricos antes de concretar a cinta de amarração. Após isso é colocado as armaduras nas cintas de amarração, observando que nos cantos devem ser respeitados os devidos transpasses. Na figura 29 está a representação do grauteamento.

Figura 29 – Grauteamento



Fonte: Comunidade da Construção (2015)

2.3.9 Vantagens – Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico

O método apresenta grandes vantagens em relação ao método de alvenaria convencional, como redução do consumo de fôrmas, custo reduzido em relação ao sistema convencional de vigas, pilares, lajes, maior rapidez na construção, maior organização no canteiro de obras, menos desperdício, etc. Porém quando comparada com o sistema parede de concreto são poucos os quesitos em que este se sobressai.

Podemos citar que, assim como no sistema paredes de concreto há uma racionalização do processo no sistema alvenaria estrutural de bloco cerâmico, onde trará uma maior produtividade, qualidade e menor custo.

Há um bom desempenho e segurança estrutural, além de facilidade na construção, pois há uma simplificação no detalhamento do projeto e dos materiais que o compõem. De acordo com Renan Silva (2017) “A rapidez na execução, a eficiência e a segurança que a alvenaria estrutural proporciona despertou o interesse de empreendedores que buscam soluções mais viáveis economicamente para suas construções.

2.3.10 Desvantagens – Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico

Podemos citar como desvantagem a própria arquitetura e design da edificação, pois são restringidos pelo tamanho e forma dos blocos estruturais. Assim como também há a restrição quanto as instalações elétricas que devem ficar acessíveis e nunca chumbadas dentro das paredes.

É necessário ter um cuidado especial na primeira fiada, pois é a parte mais importante do método, onde uma prumada irregular que seja pode fazer com que as paredes fiquem desalinhadas, e não aja fechamento nos cantos.

Assim como no sistema construtivo anterior a equipe deve ser especializada e ter um treinamento adequado.

Por mais que este método também use da modulação, ainda assim está propenso a um trabalho extra, devido a falhas de acabamento, pois mesmo que pensado anteriormente os vãos de portas e janelas, geralmente, acabam precisando de ajustes no termino da obra.

Se por acaso desejar alterar uma parede, vai ser necessário solicitar a avaliação de um engenheiro, pois apenas ele pode determinar se a estrutura pode ser retirada sem os devidos cuidados.

Além destes fatores, há também alguns fatores normativos, como por exemplo:

- Não é permitido corte individual horizontal de comprimento superior a 40cm em paredes estruturais;

- Não são permitidos cortes horizontais em uma mesma parede cujos comprimentos somados ultrapassem 1/6 do comprimento total da parede em planta. (ABNT NBR 15812-1:2010);
- Não são permitidos condutores de fluidos embutidos em paredes estruturais, exceto quando a instalação e a manutenção não exigirem cortes. (ABNT NBR 15812-1:2010).

3 METODOLOGIA

A metodologia para pesquisa baseia-se em levantamentos bibliográficos, com a utilização de referências de artigos publicados, livros pesquisados e, também, a análise dos projetos e orçamentos dos sistemas construtivos.

Para a análise comparativa entre os métodos foi utilizado como base um projeto de uma edificação residencial multifamiliar composta de 32 apartamentos e partir do mesmo foi elaborado um levantamento do quantitativo de material e o orçamento do mesmo para posterior comparação entre os dois sistemas construtivos.

Com o projeto já determinado foram levantadas as informações referentes a edificação e o que seria levado em consideração. Assim como as características da própria edificação: área útil, área dos cômodos, quantidade de blocos, quantidade de pavimentos, quantidade de apartamentos por pavimento, etc.

Após a caracterização foi necessário definir as composições que seriam utilizadas e através do SINAPI, ou mais especificamente, do Caderno Técnico de Composições foi possível identificar as composições a serem utilizadas, além de, a partir delas, identificar o que precisaria ser levantado.

Portanto deu-se início ao levantamento do quantitativo de material necessário, como: área das alvenarias, das platibandas, superfícies internas, superfícies externas e lajes. Com o quantitativo em mãos e as composições montadas foi iniciado a precificação das composições, onde foi utilizado o próprio bando de Dados do SINAPI, mais especificamente, os Preços e Custos de Referência que eles disponibilizam no site.

Após somar todas as composições e chegar em um valor total, para cada sistema construtivo, onde o valor é referente a um bloco residencial multifamiliar de 32 apartamentos foi possível comparar os dois sistemas construtivos e verificar a viabilidade de um em relação ao outro e posteriormente chegar a uma conclusão.

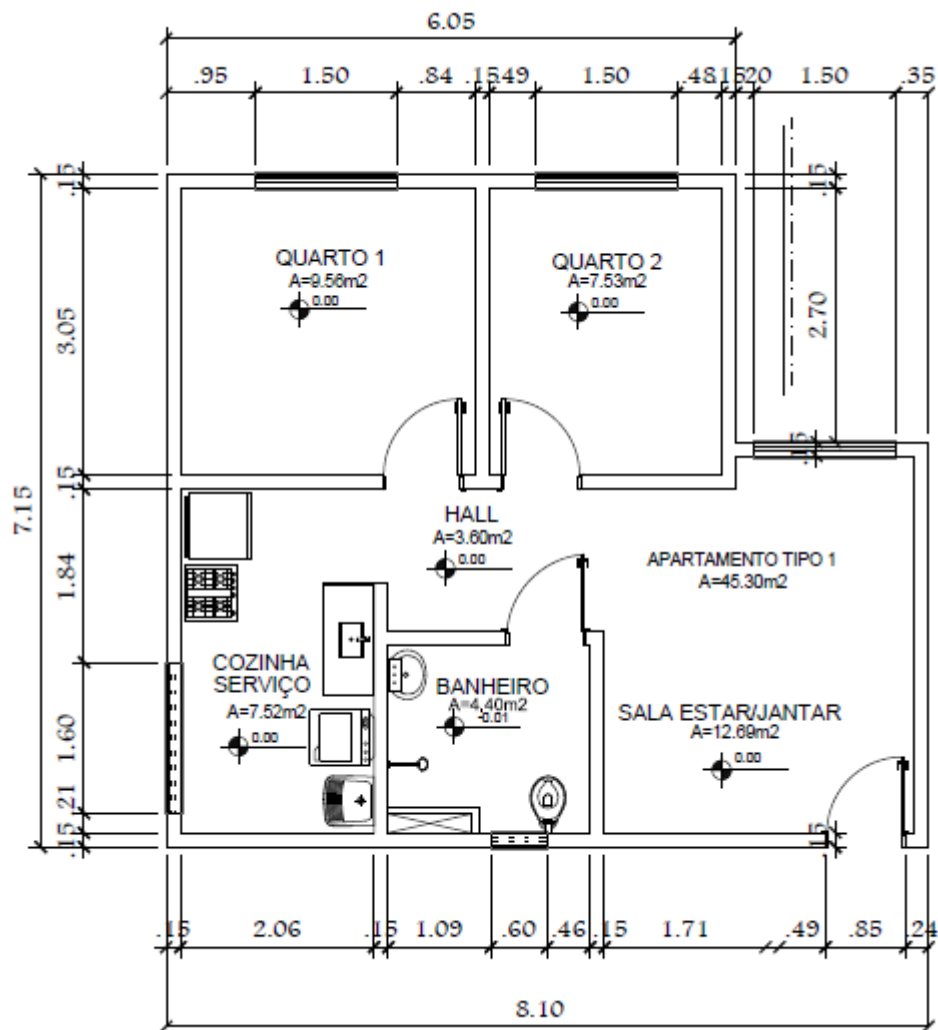
Os resultados deste estudo de caso servirão de base ou referência para futuros interessados no assunto em questão, ou até mesmo para quem desejar dar continuidade ao trabalho e comparar outros métodos relacionados com o tema.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

A seguir serão mostrados os resultados referentes ao estudo de caso, assim como as características do empreendimento e a origem dos dados utilizados.

Primeiramente foi determinado qual o projeto que será utilizado para comparação entre os sistemas construtivos. O projeto escolhido foi um edifício multifamiliar, no qual o mesmo teria 4 pavimentos e em cada pavimento haveria 8 apartamentos, totalizando 32 apartamentos por bloco. Lembrando que todos os apartamentos são iguais e tem área de 45,30 m². A seguir temos a figura 30 que representa a planta baixa de um apartamento.

Figura 30 – Planta Baixa de um Apartamento



Fonte: Elaboração do Autor (2018)

A próxima etapa do estudo foi elaborar um levantamento quantitativo do que seria levado em consideração, visto que o foco deste estudo de caso é apenas em relação alvenaria do sistema construtivo. No levantamento foram levados em consideração as áreas de alvenaria, platibanda, superfície externa, superfície interna

e laje. Onde todas foram medidas em m² para posteriormente serem utilizadas nas composições e dependendo da situação transformados para chegar na unidade referente a composição utilizada.

Para tal era necessário verificar as composições que seriam utilizadas para cada método. Então com o auxílio dos cadernos técnicos de composições do SINAPI foi possível identificar cada composição para cada sistema construtivo e o que cada um levava em consideração.

No entanto, o método construtivo de Parede de Concreto levava em consideração as lajes e o outro sistema construtivo não, então para que o estudo tivesse os mesmos itens de comparação, foi elaborado uma composição para as lajes no sistema construtivo de Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico pelos próprios cadernos técnicos de composições do SINAPI. A laje a ser considerada no projeto foi a laje maciça e a mesma foi levantada em projeto e montada a sua composição.

Após a compatibilização entre os sistemas construtivos foram montadas as composições. O sistema construtivo em Parede de Concreto levou em consideração para paredes e lajes a Fôrma, Armação, Concretagem e Estucagem. Nas fôrmas foi considerado apenas o sistema de fôrmas para bloco residencial de até 4 pavimentos, com dois quartos e até 48 m², desmoldante e mão-de-obra. Na armação foi levado em consideração as telas de aço Q-92, Q-138, Q-196, os espaçadores em plástico, arames recozidos (18BWG) e mão-de-obra. Na concretagem apenas o concreto auto adensável (fck=20 Mpa) e mão-de-obra. E por fim a estucagem que foi apenas argamassa colante AC-II e mão-de-obra.

Por sua vez, o sistema construtivo em Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico levou em consideração na parte de paredes a Alvenaria, Armação, Grauteamento e na parte de lajes a Fôrma, Armação e Concretagem. Para as paredes, a alvenaria foi considerada os blocos, meios blocos, e canaletas estruturais cerâmicas, além da argamassa no traço 1:1:6 de cal, cimento e areia média, telas de aço soldada e mão-de-obra. Na armação os vergalhões de 10,0 mm de aço CA-50 e mão-de-obra. No grauteamento apenas o graute (fck=20 Mpa) e a mão-de-obra. Para as lajes foi considerado nas fôrmas as chapas de madeira compensada plastificada (E=18mm), escoras metálicas, vigas de escoramento de madeira, desmoldante, as serras circulares de bancada e mão-de-obra. Para armação corte e dobra dos vergalhões, arames recozidos, espaçadores e mão-de-obra. E por fim para a concretagem das

lajes, foi considerado o concreto usinado bombeável ($f_{ck}=20\text{Mpa}$), os vibradores de imersão e a mão-de-obra. As composições completas estão nos Apêndices A e B, respectivamente.

Após a elaboração das composições, foi possível levantar quantitativos e precificar cada insumo e para realizar a comparação. Foi utilizado o SINAPI como banco de dados, sendo os valores obtidos do próprio site, na aba de Preços e Custos de Referência. A versão utilizada foi referente ao mês de agosto de 2018.

Após a precificação, obteve-se as composições de cada item, multiplicando as quantidades pelos respectivos preços e somando as composições para encontrar o preço final. Lembrando que o total será referente a um bloco multifamiliar de 32 apartamentos, sendo 8 apartamentos por pavimento. O quadro 01 apresenta as composições do sistema construtivo de Alvenaria em Parede de Concreto.

Quadro 01 – Composições e Precificação do Sistema Construtivo em Parede de Concreto

| Serviço |
|---------|
|---------|

| Descrição | Unidade | Preço Unitário (R\$) | Quantidade | Total (R\$) |
|---|---------|----------------------|------------|----------------|
| ARMAÇÃO DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO, EXECUTADA EM PAREDES DE EDIFICAÇÕES TÉRREAS OU DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, TELA Q-92. AF_06/2015 | kg | R\$ 6,96 | 4.691,35 | R\$ 32.675,02 |
| ARMAÇÃO DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO, EXECUTADA COMO ARMADURA POSITIVA DE LAJES, TELA Q-138. AF_06/2015 | kg | R\$ 6,74 | 4.628,71 | R\$ 31.192,68 |
| ARMAÇÃO DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO, EXECUTADA COMO ARMADURA NEGATIVA DE LAJES, TELA T-196. AF_06/2015 | kg | R\$ 4,71 | 4.439,36 | R\$ 20.888,70 |
| ARMAÇÃO DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO, EXECUTADA EM PLATIBANDAS, TELA Q-92. AF_06/2015 | kg | R\$ 7,56 | 181,93 | R\$ 1.375,13 |
| CONCRETAGEM DE PLATIBANDA EM EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES FEITAS COM SISTEMA DE FÔRMAS MANUSEÁVEIS COM CONCRETO USINADO AUTOADENSÁVEL, FCK 20 MPA, LANÇADO COM BOMBA LANÇA - LANÇAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2015 | m³ | R\$ 306,57 | 18,44 | R\$ 5.652,88 |
| CONCRETAGEM DE EDIFICAÇÕES (PAREDES E LAJES) FEITAS COM SISTEMA DE FÔRMAS MANUSEÁVEIS COM CONCRETO USINADO AUTOADENSÁVEL, FCK 20 MPA, LANÇADO COM BOMBA LANÇA - LANÇAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2015 | m³ | R\$ 284,02 | 475,47 | R\$ 135.042,93 |
| ESTUCAMENTO DE PANOS DE FACHADA COM VÃOS DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO EM EDIFICAÇÕES DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS. AF_06/2015 | m² | R\$ 5,75 | 1.540,43 | R\$ 8.851,26 |
| ESTUCAMENTO, PARA QUALQUER REVESTIMENTO, EM TETO DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO. AF_06/2015 | m² | R\$ 1,90 | 2.103,96 | R\$ 4.007,56 |
| ESTUCAMENTO DE DENSIDADE ALTA, NAS FACES INTERNAS DE PAREDES DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO. AF_06/2015 | m² | R\$ 3,55 | 4.726,69 | R\$ 16.767,55 |
| FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, DE EDIFICAÇÕES DE MÚLTIPLOS PAVIMENTO, EM PLATIBANDA. AF_06/2015 | m² | R\$ 10,69 | 122,93 | R\$ 1.314,63 |
| FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, DE EDIFICAÇÕES DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, EM FACES INTERNAS DE PAREDES. AF_06/2015 | m² | R\$ 14,30 | 4.726,69 | R\$ 67.578,89 |
| FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, DE EDIFICAÇÕES DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, EM LAJES. AF_06/2015 | m² | R\$ 17,13 | 2.103,96 | R\$ 36.030,94 |
| FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, DE EDIFICAÇÕES DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, EM PANOS DE FACHADA COM VÃOS. AF_06/2015 | m² | R\$ 13,23 | 1.417,50 | R\$ 18.749,25 |
| | | | | R\$ 380.127,41 |

Fonte: Elaboração do Autor (2018)

O Quadro 02 apresenta as composições do sistema construtivo em Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico.

Quadro 02 – Composições e Precificação do Sistema Construtivo em Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico

| Serviço | | | | |
|--|----------------|----------------|------------|----------------|
| Descrição | Unidade | Preço Unitário | Quantidade | Total (R\$) |
| ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M2, COM VÃOS, UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2014 | m ² | R\$ 60,16 | 3.292,75 | R\$ 198.078,61 |
| ARMAÇÃO VERTICAL DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_01/2015 | kg | R\$ 5,75 | 1.034,34 | R\$ 5.948,28 |
| GRAUTEAMENTO VERTICAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_01/2015 | m ³ | R\$ 561,30 | 40,30 | R\$ 22.620,34 |
| FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, E = 18 MM. AF_12/2015 | m ² | R\$ 41,98 | 2.103,96 | R\$ 88.315,15 |
| MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA COM ÁREA MÉDIA MAIOR QUE 20 M ² , PÉDIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015 | m ² | R\$ 24,39 | 2.103,96 | R\$ 51.321,92 |
| ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015 | kg | R\$ 7,57 | 186,00 | R\$ 1.408,87 |
| ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015 | kg | R\$ 6,93 | 1.387,60 | R\$ 9.615,66 |
| CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M ² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015 | m ³ | R\$ 298,00 | 210,40 | R\$ 62.697,33 |
| | | | | R\$ 440.006,16 |

Fonte: Elaboração do Autor (2018)

Comparando os resultados dos dois métodos obtém-se uma diferença de R\$ 59.878,75 por bloco com 32 apartamentos, sendo que a consideração é apenas da alvenaria das paredes e lajes de ambos os sistemas construtivos. Quanto maior a quantidade de blocos habitacionais idênticos maior seria o lucro de um sistema construtivo em relação ao outro.

Para aumentar ainda mais essa diferença de um método em relação ao outro, se as paredes de 15 cm de espessura se tornassem 10 cm para o sistema construtivo em parede de concreto, além de ganhar um espaço extra com relação a área útil, a diferença de um método em relação ao outro seria de R\$ 106.777,35. E muito provavelmente isto não afetaria o desempenho estrutural da edificação visto

que ele foi superdimensionado para ser comparado com os 15 cm do sistema construtivo em alvenaria estrutural de bloco cerâmico.

O sistema construtivo de parede de concreto além da diminuição de custos na construção do empreendimento, traz várias vantagens executivas. O quadro 03 apresenta os pontos em que um método se sobressai em relação ao outro.

Quadro 03 – Pontos Comparativos de Execução entre os Sistemas Construtivos

| Pontos Analisados | Comparação | |
|--------------------------------|---------------------------------|--|
| | Alvenaria em Parede de Concreto | Alvenaria Estrutural de Bloco Cerâmico |
| Velocidade de Execução | x | |
| Controle de Qualidade | x | |
| Desempenho Estrutural | | x |
| Facilidade na Concretagem | x | |
| Melhor Acabamento | x | |
| Ganho de Área Útil Extra | x | |
| Quantidade de Mão-de-Obra | x | |
| Custo com relação a Retrabalho | x | |

Fonte: Elaboração do Autor (2018)

Há pontos em que ambos tem características semelhantes, dentre eles podemos citar: a qualificação da mão-de-obra que deve estar presente em ambas, as instalações que devem ser previamente posicionadas e estabelecidas e a modulação do processo que é uma característica que está intimamente ligada aos dois sistemas construtivos, ou seja, nesses pontos nenhuma se sobressai. E todos são aspectos positivos se comparados a alvenaria convencional.

5. CONCLUSÃO

5.1 Síntese dos Principais Resultados

Os principais resultados encontrados no capítulo anterior levam a concluir que:

- Ambos os métodos só são viáveis para empreendimentos com alta repetitividade de unidades habitacionais sejam elas multifamiliares ou unifamiliares, devido às restrições de custo por parte das fôrmas do lado das paredes de concreto e restrições com relação a geometria dos blocos do lado do Bloco Cerâmico Estrutural;
- O sistema construtivo em parede de concreto é mais viável, em termos financeiros, como base temos a diferença de R\$ 59.878,75 deste em relação ao outro sistema construtivo;
- O sistema construtivo em parede de concreto é mais viável, em termos de execução também, haja visto que foram mencionados os pontos positivos de uma relação ao outro, como velocidade de execução, controle de qualidade, facilidade na concretagem, melhor acabamento, ganho de área útil extra, quantidade de mão-de-obra e custo com relação a retrabalho.

Por fim, este foi um estudo de caso no qual se comparou os sistemas construtivos de alvenaria em parede de concreto e alvenaria estrutural de bloco cerâmico com base em um projeto de um edifício multifamiliar de 4 pavimentos, onde em cada pavimento há 8 apartamentos. Os custos referentes a execução da alvenaria do bloco deste empreendimento foram comparados e a partir do resultado foi possível definir qual o sistema construtivo mais viável para esta comparação, ou seja, a alvenaria em parede de concreto.

5.2 Contribuições do Trabalho

Os resultados obtidos nesse trabalho poderão ser ferramentas de estudo e de embasamento para pesquisas de estudantes que queiram se aprofundar no estudo destes métodos construtivos, especialmente em conjuntos habitacionais. Pode ser uma ferramenta de estudo para construtoras que buscam à necessidade de maiores ganhos, qualidade e velocidade em seus empreendimentos. E também a moradores

futuros ou atuais que buscam mais informações para conhecer as vantagens e limitações dos imóveis existentes no mercado.

5.3 Sugestões para Pesquisas Futuras

O estudo realizado foi feito em um empreendimento com unidades habitacionais multifamiliares. O sistema parede de concreto pode ser aplicado também em unidades habitacionais unifamiliares. Estudos similares a este em empreendimentos com características diferenciadas seriam de grande valia para comprovar a viabilidade ou não do sistema construtivo parede de concreto em diferentes esferas.

5.4 Considerações Finais

Devido à grande crise vivenciada no mercado da construção civil aliado com o crescimento habitacional, várias construtoras estão vendo a construção de conjuntos habitacionais um negócio mais lucrativo. A maximização dos lucros é buscada a todo o momento e para que isso seja buscado é necessário que o canteiro tenha uma logística adequada, velocidade na produção e uma mão de obra qualificada. O sistema em parede de concreto se mostrou excelente para o momento atual.

A eliminação do chapisco, emboço e reboco e a eliminação assentamento da alvenaria é o fator que mais chama atenção nesse sistema, dessa forma teria uma maior industrialização do processo construtivo.

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.

Mas independentemente deste ponto negativo as paredes de concreto, assim como se tornaram uma realidade no exterior, se tornarão uma realidade para a construção civil brasileira, é apenas questão de tempo e adaptação até que o sistema construtivo tome conta do mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM – ABESC. **Paredes de concreto moldadas in loco**. Disponível em <<http://www.abesc.org.br/assets/files/concreto-em-destque.pdf>>. Acesso 04 de Agosto de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-2: Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro, p. 11. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15812-1: Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos Parte 1: Projetos**. Rio de Janeiro, p. 41. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15812-2: Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos Parte 2: Execução e controle de obras**. Rio de Janeiro, p. 28. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055: Parede de concreto moldada in loco para a construção de edificações – Requisitos e Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2012.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Parede de Concreto, 2011**. Disponível em <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/caracteristicas/o-sistema/18/caracteristicas.html>>. Acesso 17 de Setembro de 2018.

DA SILVA, Fernando Benigno. **Paredes de concreto armado moldadas in loco, 2011**. Disponível em <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/167/paredes-de-concreto-armado-moldadas-in-loco-286799-1.aspx>>. Acesso 25 de Agosto de 2018.

FARIA, Renato. **Paredes maciças, 2009.** Disponível em <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/143/paredes-macicas-286570-1.aspx>>.

Acesso 25 de Agosto de 2018.

MISURELLI, Hugo e MASSUDA, Clovis. **Paredes de concreto, 2009.** Disponível em <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/147/paredes-de-concreto-285766-1.aspx>>.

Acesso 25 de Agosto de 2018.

NAKAMURA, Juliana. **Escolha de fôrmas para paredes de concreto deve considerar critérios técnicos e econômicos, 2014.** Disponível em <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/202/artigo304347-2.aspx>>.

Acesso 07 de Setembro de 2018.

PARSEKIAN, Guilherme Aris & SOARES, Marcia Melo. **Alvenaria Estrutural em Blocos Cerâmicos, Projeto, Execução e Controle.** São Paulo. 240 p. 2011.

PITA, Marina. **Casa com parede de concreto moldada no local, 2011.** Disponível em <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/8/casa-com-parede-de-concreto-moldada-no-local-sistema-239366-1.aspx>>.

Acesso 11 de Agosto de 2018.

SANTOS, Altair. **Sistema de paredes de concreto chega ao 20º andar, 2015.**

Disponível em <<http://www.cimentoitambe.com.br/sistema-paredes-de-concreto/>>.

Acesso 08 de Setembro de 2018.

SISTEMA NACIONAL DE PREÇOS E ÍNDICES PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL. **Preços e Custos de Referência.** Disponível em

<http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_647>.

Acesso 18 de Setembro de 2018.

VAQUERO, Arcindo y MAYOR. **O concreto e o sistema parede de concreto, 2017.**

Disponível em <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/artigos/o-concreto-e-o-sistema-paredes-de-concreto>>.

Acesso 11 de Agosto de 2018.

VENTURINI, Jamila. **Casas com paredes de concreto, 2011**. Disponível em <<http://equipedeobra17.pini.com.br/construcao-reforma/37/casas-com-paredes-de-concreto-220698-1.aspx>>. Acesso 14 de Setembro de 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A – COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS DO SISTEMA CONSTRUTIVO DE ALVENARIA EM PAREDE DE CONCRETO

FÔRMA

| 90996 | FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, DE EDIFICAÇÕES DE MULTIPLOS PAVIMENTO, EM PLATIBANDA. AF_06/2015 | | | | m² |
|--------------|---|---------|-------------|----------------------|-------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coeficiente | Preço Unitário (R\$) | Total (R\$) |
| 88262 | CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,2537 | R\$ 16,55 | R\$ 4,20 |
| 88316 | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,1828 | R\$ 12,33 | R\$ 2,25 |
| 39965 | SISTEMA DE FORMAS MANUSEAVEIS DE ALUMINIO, PARA BLOCO RESIDENCIAL COM PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, EM CONFORMIDADE COM O ORCAMENTO REF. 9672: BLOCO COM 4 PAV. OS E 4 UNIDADES POR PAV., UNIDADE HABITACIONALCOM 48 M2 E 2 QUARTOS; TELHA DE FIBROCIMENTO *COLETADO CAIXA* | m² | 0,0028 | R\$ 1.343,57 | R\$ 3,76 |
| 39397 | DESMOLDANTE PARA FORMAS METÁLICAS A BASE DE ÓLEO VEGETAL | l | 0,0333 | R\$ 14,41 | R\$ 0,48 |
| | | | | | R\$ 10,69 |

| 90997 | FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, DE EDIFICAÇÕES DE MULTIPLOS PAVIMENTOS, EM FACES INTERNAS DE PAREDES. AF_06/2015 | | | | m² |
|--------------|---|---------|-------------|----------------------|-------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coeficiente | Preço Unitário (R\$) | Total (R\$) |
| 88262 | CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,3954 | R\$ 16,55 | R\$ 6,54 |
| 88316 | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,2848 | R\$ 12,33 | R\$ 3,51 |
| 39965 | SISTEMA DE FORMAS MANUSEAVEIS DE ALUMINIO, PARA BLOCO RESIDENCIAL COM PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, EM CONFORMIDADE COM O ORCAMENTO REF. 9672: BLOCO COM 4 PAV. OS E 4 UNIDADES POR PAV., UNIDADE HABITACIONALCOM 48 M2 E 2 QUARTOS; TELHA DE FIBROCIMENTO *COLETADO CAIXA* | m² | 0,0028 | R\$ 1.343,57 | R\$ 3,76 |
| 39397 | DESMOLDANTE PARA FORMAS METÁLICAS A BASE DE ÓLEO VEGETAL | l | 0,0333 | R\$ 14,41 | R\$ 0,48 |
| | | | | | R\$ 14,30 |

| 90998 | FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, DE EDIFICAÇÕES DE MULTIPLOS PAVIMENTOS, EM LAJES. AF_06/2015 | | | | m² |
|--------------|---|---------|-------------|----------------------|-------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coeficiente | Preço Unitário (R\$) | Total (R\$) |
| 88262 | CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,5066 | R\$ 16,55 | R\$ 8,38 |
| 88316 | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,3649 | R\$ 12,33 | R\$ 4,50 |

| | | | | | |
|-------|--|----|--------|--------------|-----------|
| 39965 | SISTEMA DE FORMAS MANUSEAVEIS DE ALUMINIO, PARA BLOCO RESIDENCIAL COM PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, EM CONFORMIDADE COM O ORCAMENTO REF. 9672: BLOCO COM 4 PAV. OS E 4 UNIDADES POR PAV., UNIDADE HABITACIONAL COM 48 M2 E 2 QUARTOS; TELHA DE FIBROCIMENTO *COLETADO CAIXA* | m² | 0,0028 | R\$ 1.343,57 | R\$ 3,76 |
| 39397 | DESMOLDANTE PARA FORMAS METÁLICAS A BASE DE ÓLEO VEGETAL | l | 0,0333 | R\$ 14,41 | R\$ 0,48 |
| | | | | | R\$ 17,13 |

| 91000 | FORMAS MANUSEÁVEIS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, DE EDIFICAÇÕES DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, EM PANOS DE FACHADA COM VÃOS. AF_06/2015 | | | | | m² |
|--------|--|---------|-------------|----------------------|-------------|----|
| Código | Descrição | Unidade | Coeficiente | Preço Unitário (R\$) | Total (R\$) | |
| 88262 | CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,3533 | R\$ 16,55 | R\$ 5,85 | |
| 88316 | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,2545 | R\$ 12,33 | R\$ 3,14 | |
| 39965 | SISTEMA DE FORMAS MANUSEAVEIS DE ALUMINIO, PARA BLOCO RESIDENCIAL COM PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO, EM CONFORMIDADE COM O ORCAMENTO REF. 9672: BLOCO COM 4 PAV. OS E 4 UNIDADES POR PAV., UNIDADE HABITACIONAL COM 48 M2 E 2 QUARTOS; TELHA DE FIBROCIMENTO *COLETADO CAIXA* | m² | 0,0028 | R\$ 1.343,57 | R\$ 3,76 | |
| 39397 | DESMOLDANTE PARA FORMAS METÁLICAS A BASE DE ÓLEO VEGETAL | l | 0,0333 | R\$ 14,41 | R\$ 0,48 | |
| | | | | | R\$ 13,23 | |

ARMAÇÃO

| 91594 | ARMAÇÃO DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO, EXECUTADA EM PAREDES DE EDIFICAÇÕES TÉRREAS OU DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, TELA Q-92. AF_06/2015 | | | | | kg |
|--------|---|---------|-------------|----------------------|-------------|----|
| Código | Descrição | Unidade | Coeficiente | Preço Unitário (R\$) | Total (R\$) | |
| 88245 | ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0410 | R\$ 16,55 | R\$ 0,68 | |
| 88238 | AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0180 | R\$ 12,14 | R\$ 0,22 | |
| 21141 | TELA AÇO SOLDADA NERVURADA CA - 60, Q-92 (1,48 KG/M2), DIÂMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 6,0 METROS DE COMPRIMENTO, ESPAÇAMENTO DA MALHA = 15X15CM | m² | 0,7120 | R\$ 8,12 | R\$ 5,78 | |
| 337 | ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M) | kg | 0,0105 | R\$ 10,17 | R\$ 0,11 | |
| 39017 | ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM | unid | 1,3820 | R\$ 0,13 | R\$ 0,18 | |
| | | | | | R\$ 6,96 | |

| 91596 | ARMAÇÃO DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO, EXECUTADA COMO ARMADURA POSITIVA DE LAJES, TELA Q-138. AF_06/2015 | | | | | kg |
|--------|--|---------|-------------|----------------------|-------------|----|
| Código | Descrição | Unidade | Coeficiente | Preço Unitário (R\$) | Total (R\$) | |
| 88245 | ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0330 | R\$ 16,55 | R\$ 0,55 | |
| 88238 | AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0140 | R\$ 12,14 | R\$ 0,17 | |

| | | | | | |
|-------|--|----------------|--------|-----------|----------|
| 7155 | TELA AÇO SOLDADA NERVURADA CA - 60, Q-138 (2,20 KG/M2), DIÂMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 6,0 METROS DE COMPRIMENTO, ESPAÇAMENTO DA MALHA = 10X10CM | m ² | 0,4790 | R\$ 12,08 | R\$ 5,79 |
| 337 | ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M) | kg | 0,0105 | R\$ 10,17 | R\$ 0,11 |
| 39017 | ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM | unid | 0,9980 | R\$ 0,13 | R\$ 0,13 |
| | | | | | R\$ 6,74 |

| 91597 ARMAÇÃO DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO, EXECUTADA COMO ARMADURA NEGATIVA DE LAJES, TELA T-196. AF_06/2015 | | | | | |
|---|--|----------------|-------------|----------------------|-------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coeficiente | Preço Unitário (R\$) | Total (R\$) |
| 88245 | ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0340 | R\$ 16,55 | R\$ 0,56 |
| 88238 | AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0150 | R\$ 12,14 | R\$ 0,18 |
| 39509 | TELA AÇO SOLDADA NERVURADA CA-60, T-196, (2,11KG/M2), DIÂMETRO DO FIO = 5,0MM, LARGURA = 2,45 X 6,0 METROS DE COMPRIMENTO, ESPAÇAMENTO DA MALHA = 30X10 CM | m ² | 0,4990 | R\$ 7,60 | R\$ 3,79 |
| 337 | ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M) | kg | 0,0105 | R\$ 10,17 | R\$ 0,11 |
| 39017 | ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM | unid | 0,4720 | R\$ 0,13 | R\$ 0,06 |
| | | | | | R\$ 4,71 |

| 91600 ARMAÇÃO DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO, EXECUTADA EM PLATIBANDAS, TELA Q-92. AF_06/2015 | | | | | |
|---|---|----------------|-------------|----------------------|-------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coeficiente | Preço Unitário (R\$) | Total (R\$) |
| 88245 | ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0650 | R\$ 16,55 | R\$ 1,08 |
| 88238 | AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0280 | R\$ 12,14 | R\$ 0,34 |
| 21141 | TELA AÇO SOLDADA NERVURADA CA - 60, Q-92 (1,48 KG/M2), DIÂMETRO DO FIO = 4,2 MM, LARGURA = 2,45 X 6,0 METROS DE COMPRIMENTO, ESPAÇAMENTO DA MALHA = 15X15CM | m ² | 0,7120 | R\$ 8,12 | R\$ 5,78 |
| 337 | ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M) | kg | 0,0105 | R\$ 10,17 | R\$ 0,11 |
| 39017 | ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM | unid | 1,9590 | R\$ 0,13 | R\$ 0,25 |
| | | | | | R\$ 7,56 |

CONCRETAGEM

| 90860 | CONCRETAGEM DE PLATIBANDA EM EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES FEITAS COM SISTEMA DE FÔRMAS MANUSEÁVEIS COM CONCRETO USINADO AUTOADENSÁVEL, FCK 20 MPA, LANÇADO COM BOMBA LANÇA - LANÇAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2015 | | | | m³ |
|--------------|--|---------|-------------|----------------------|-------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coeficiente | Preço Unitário (R\$) | Total (R\$) |
| 88309 | PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,4770 | R\$ 16,66 | R\$ 7,95 |
| 88262 | CARPINTEIRO DE FÔRMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,2390 | R\$ 16,55 | R\$ 3,96 |
| 88316 | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,7160 | R\$ 12,33 | R\$ 8,83 |
| 11147 | CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C20, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 190 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953) | m³ | 1,1500 | R\$ 248,56 | R\$ 285,84 |
| | | | | | R\$ 306,57 |

| 90862 | CONCRETAGEM DE EDIFICAÇÕES (PAREDES E LAJES) FEITAS COM SISTEMA DE FÔRMAS MANUSEÁVEIS COM CONCRETO USINADO AUTOADENSÁVEL, FCK 20 MPA, LANÇADO COM BOMBA LANÇA - LANÇAMENTO E ACABAMENTO. AF_06/2015 | | | | m³ |
|--------------|--|---------|-------------|----------------------|-------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coeficiente | Preço Unitário (R\$) | Total (R\$) |
| 88309 | PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,3010 | R\$ 16,66 | R\$ 5,01 |
| 88262 | CARPINTEIRO DE FÔRMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,1510 | R\$ 16,55 | R\$ 2,50 |
| 88316 | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,4520 | R\$ 12,33 | R\$ 5,57 |
| 11147 | CONCRETO AUTOADENSÁVEL (CAA) CLASSE DE RESISTENCIA C20, ESPALHAMENTO SF2, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 15823) | m³ | 1,0900 | R\$ 248,56 | R\$ 270,93 |
| | | | | | R\$ 284,02 |

ESTUCAGEM

| 91515 | ESTUCAMENTO DE PANOS DE FACHADA COM VÃOS DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO EM EDIFICAÇÕES DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS. AF_06/2015 | | | | m² |
|--------------|--|---------|-------------|----------------------|-------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coeficiente | Preço Unitário (R\$) | Total (R\$) |
| 88309 | PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,2910 | R\$ 16,66 | R\$ 4,85 |
| 88316 | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0650 | R\$ 12,33 | R\$ 0,80 |
| 34353 | ARGAMASSA COLANTE AC-II | kg | 0,0910 | R\$ 1,06 | R\$ 0,10 |
| | | | | | R\$ 5,75 |

| 91522 | ESTUCAMENTO, PARA QUALQUER REVESTIMENTO, EM TETO DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO. AF_06/2015 | | | | m² |
|--------------|---|---------|-------------|----------------------|-------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coeficiente | Preço Unitário (R\$) | Total (R\$) |
| 88309 | PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0930 | R\$ 16,66 | R\$ 1,55 |
| 88316 | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0210 | R\$ 12,33 | R\$ 0,26 |
| 34353 | ARGAMASSA COLANTE AC-II | kg | 0,0910 | R\$ 1,06 | R\$ 0,10 |

| |
|-------------|
| R\$ 1,90 |
|-------------|

| 91525 | ESTUCAMENTO DE DENSIDADE ALTA, NAS FACES INTERNAS DE PAREDES DO SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO. AF 06/2015 | | | | m ² |
|--------|--|---------|--------------|----------------------|----------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coefficiente | Preço Unitário (R\$) | Total (R\$) |
| 88309 | PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,1550 | R\$ 16,66 | R\$ 2,58 |
| 88316 | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0340 | R\$ 12,33 | R\$ 0,42 |
| 34353 | ARGAMASSA COLANTE AC-II | kg | 0,5150 | R\$ 1,06 | R\$ 0,55 |
| | | | | | R\$ 3,55 |

APÊNDICE B – COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS DO SISTEMA CONSTRUTIVO DE ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCO CERÂMICO

PAREDES-ALVENARIA

| 89310 | ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M2, COM VÃOS, UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 12/2014 | | | | m ² |
|--------|--|----------------|-------------|----------------|----------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coeficiente | Preço Unitário | Total (R\$) |
| 88309 | PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 1,4700 | R\$ 16,66 | R\$ 24,49 |
| 88316 | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,7400 | R\$ 12,33 | R\$ 9,12 |
| 34586 | BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 29 CM, 6,0 MPA (NBR 15270) | unid | 12,2400 | R\$ 1,04 | R\$ 12,73 |
| 34788 | MEIO BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 14 CM, 6,0 MPA (NBR 15270) | unid | 4,4300 | R\$ 0,64 | R\$ 2,84 |
| 34649 | CANALETA ESTRUTURAL CERAMICA, 14 X 19 X 29 CM, 6,0 MPA (NBR 15270) | unid | 2,8600 | R\$ 1,40 | R\$ 4,00 |
| 87286 | ARGAMASSA TRAÇO 1:1:6 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014 | m ³ | 0,0200 | R\$ 257,72 | R\$ 5,15 |
| 34548 | TELA DE AÇO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, M 1,92 MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 12* CM | m | 0,8700 | R\$ 2,09 | R\$ 1,82 |
| | | | | | R\$ 60,16 |

PAREDES-ARMAÇÃO

| 89996 | ARMAÇÃO VERTICAL DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_01/2015 | | | | kg |
|--------|---|---------|-------------|----------------|-------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coeficiente | Preço Unitário | Total (R\$) |
| 88309 | PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0627 | R\$ 16,66 | R\$ 1,04 |
| 88316 | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0443 | R\$ 12,33 | R\$ 0,55 |
| 34 | AÇO CA-50, 10,0 MM, VERGALHÃO | kg | 1,0000 | R\$ 4,16 | R\$ 4,16 |
| | | | | | R\$ 5,75 |

PAREDES-GRAUTEAMENTO

| 89993 | GRAUTEAMENTO VERTICAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_01/2015 | | | | m ³ |
|--------|--|----------------|-------------|----------------|----------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coeficiente | Preço Unitário | Total (R\$) |
| 88309 | PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 8,0998 | R\$ 16,66 | R\$ 134,94 |
| 88316 | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 5,7292 | R\$ 12,33 | R\$ 70,64 |
| 90279 | GRAUTE FGK=20 MPA; TRAÇO 1:0,04:1,6:1,9 (CIMENTO/ CAL/ AREIA GROSSA/ BRITA 0) PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_02/2015 | m ³ | 1,2030 | R\$ 295,69 | R\$ 355,72 |
| | | | | | R\$ 561,30 |

LAJES-FÔRMA

| 92268 | FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, E = 18 MM. AF_12/2015 | | | | m² |
|--------|--|---------|--------------|----------------|-------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coefficiente | Preço Unitário | Total (R\$) |
| 88262 | CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0280 | R\$ 16,55 | R\$ 0,46 |
| 88239 | AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0060 | R\$ 13,48 | R\$ 0,08 |
| 1345 | CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE *2,44X1,22* M, E = 18 mm | m² | 1,0500 | R\$ 39,38 | R\$ 41,35 |
| 91692 | SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5 HP, COM COIFA PARA DISCO 10" – CHP DIURNO. AF_08/2015 | chp | 0,0050 | R\$ 14,01 | R\$ 0,07 |
| 91693 | SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5 HP, COM COIFA PARA DISCO 10" – CHI DIURNO. AF_08/2015 | chi | 0,0010 | R\$ 12,35 | R\$ 0,01 |
| | | | | | R\$ 41,98 |

| 92514 | MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA COM ÁREA MÉDIA MAIOR QUE 20 M², PÉDIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015 | | | | m² |
|--------|---|---------|--------------|----------------|-------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coefficiente | Preço Unitário | Total (R\$) |
| 88262 | CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,5280 | R\$ 16,55 | R\$ 8,74 |
| 88239 | AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0970 | R\$ 13,48 | R\$ 1,31 |
| 92267 | FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 18 MM. AF_12/2015 | m² | 0,3410 | R\$ 35,74 | R\$ 12,19 |
| 2692 | DESMOLDANTE PROTETOR PARA FÔRMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM ÁGUA | l | 0,0100 | R\$ 6,82 | R\$ 0,07 |
| 10748 | ESCORA METÁLICA COM ALTURA REGULÁVEL DE *1,90* a *3,20* M, COM CAPACIDADE DE CARGA DE NO MÍNIMO 1000 KGF (10 KN), INCLUSIVE TRIPE E FORCADO (LOCACAO) | mês | 0,3970 | R\$ 1,83 | R\$ 0,73 |
| 40270 | VIGA DE ESCORAMENTO H20, DE MADEIRA, PESO DE 5,00 A 5,20 KG/M, COM EXTREMIDADES PLÁSTICAS | m | 0,0300 | R\$ 45,50 | R\$ 1,37 |
| | | | | | R\$ 24,39 |

LAJES-ARMAÇÃO

| 92768 | ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015 | | | | kg |
|--------|--|---------|--------------|----------------|-------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coefficiente | Preço Unitário | Total (R\$) |
| 88245 | ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0855 | R\$ 16,55 | R\$ 1,42 |
| 88238 | AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0140 | R\$ 12,14 | R\$ 0,17 |
| 92800 | CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015 | kg | 1,0000 | R\$ 5,46 | R\$ 5,46 |
| 337 | ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01KG/M) | kg | 0,0250 | R\$ 10,17 | R\$ 0,25 |
| 39016 | ESPAÇADOR / DISTANCIADOR TIPO PINO EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO ATÉ 10 MM, PARA APOIO DE ARMADURA | unid | 2,1180 | R\$ 0,13 | R\$ 0,28 |
| | | | | | R\$ 7,57 |

| 92770 | ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO | | | | kg |
|-------|---|--|--|--|----|
|-------|---|--|--|--|----|

| EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015 | | | | | |
|---|--|---------|-------------|----------------|-------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coeficiente | Preço Unitário | Total (R\$) |
| 88245 | ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0475 | R\$ 16,55 | R\$ 0,79 |
| 88238 | AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0078 | R\$ 12,14 | R\$ 0,09 |
| 92802 | CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8,0 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015 | kg | 1,0000 | R\$ 5,70 | R\$ 5,70 |
| 337 | ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01KG/M) | kg | 0,0250 | R\$ 10,17 | R\$ 0,25 |
| 39016 | ESPAÇADOR / DISTANCIADOR TIPO PINO EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO ATÉ 10 MM, PARA APOIO DE ARMADURA | unid | 0,7280 | R\$ 0,13 | R\$ 0,09 |
| | | | | | R\$ 6,93 |

LAJES-CONCRETAGEM

| CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015 | | | | | |
|--|---|---------|-------------|----------------|-------------|
| Código | Descrição | Unidade | Coeficiente | Preço Unitário | Total (R\$) |
| 92725 | | | | | m³ |
| 88309 | PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,5650 | R\$ 16,66 | R\$ 9,41 |
| 88316 | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,6380 | R\$ 12,33 | R\$ 7,87 |
| 88262 | CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | h | 0,0940 | R\$ 16,55 | R\$ 1,56 |
| 1524 | CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C20, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953) | m³ | 1,1030 | R\$ 253,00 | R\$ 279,06 |
| 90586 | VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015 | chp | 0,0560 | R\$ 1,12 | R\$ 0,06 |
| 90587 | VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015 | chi | 0,1330 | R\$ 0,30 | R\$ 0,04 |
| | | | | | R\$ 298,00 |