

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**GABRYELA LUIZA RIBEIRO VIEIRA
LARISSA FERREIRA DA CUNHA SILVA**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS
CONSTRUTIVOS: PAREDE DE CONCRETO E ALVENARIA
ESTRUTURAL**

**ANÁPOLIS / GO
2019**

**GABRYELA LUIZA RIBEIRO VIEIRA
LARISSA FERREIRA DA CUNHA SILVA**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS
CONSTRUTIVOS: PAREDE DE CONCRETO E ALVENARIA
ESTRUTURAL**

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

ORIENTADORA: Ma. WANESSA M. GODOI QUARESMA

ANÁPOLIS / GO: 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

VIEIRA, GABRYELA LUIZA RIBEIRO/ SILVA, LARISSA FERREIRA DA CUNHA

Comparação entre os métodos construtivos Parede de Concreto e Alvenaria Estrutural.

72P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2019).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 1. Alvenaria Estrutural | 2. Parede de Concreto |
| 3. Bloco de Concreto | 4. Método Construtivo |
| I. ENC/UNI | II. Título (Série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

VIEIRA, Gabryela Luiza Ribeiro; SILVA, Larissa Ferreira da Cunha. Comparação entre os métodos construtivos Parede de Concreto e Alvenaria Estrutural. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 72p. 2019.

CESSÃO DE DIREITOS

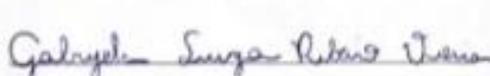
NOME DOS AUTORES: Gabryela Luiza Ribeiro Vieira

Larissa Ferreira da Cunha Silva

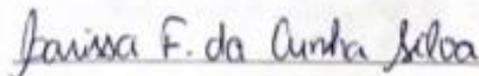
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo comparativo entre os métodos construtivos parede de concreto e alvenaria estrutural.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2019

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


Gabryela Luiza Ribeiro Vieira

E-mail: gabryelaluiza@hotmail.com


Larissa Ferreira da Cunha Silva

E-mail: larissa_fcunha@hotmail.com

**GABRYELA LUIZA RIBEIRO VIEIRA
LARISSA FERREIRA DA CUNHA SILVA**

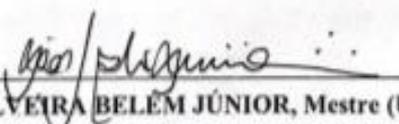
**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS
CONSTRUTIVOS: PAREDE DE CONCRETO E ALVENARIA
ESTRUTURAL**

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

APROVADO POR:



**WANESSA M. GÓBOI QUARESMA, Mestra (UniEvangélica)
(ORIENTADORA)**



**JOÃO SILVEIRA BELÉM JÚNIOR, Mestre (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**



**ROGÉRIO SANTOS CARDOSO, Mestre (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 04 de dezembro de 2019.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por me dar força e saúde para superar todas as dificuldades.

À toda minha família, em especial meus pais e meus irmãos, aos quais me ampararam em todos os momentos do curso e da vida.

Aos professores e colegas, por estarem presente durante esses anos, aprendendo sempre juntos.

À nossa professora orientadora, que não mediu esforços para estar conosco nesse trabalho final.

À minha dupla de TCC, por confiar e partilhar essa fase tão importante e pela amizade ao longo desses anos.

Gabryela Luiza Ribeiro Vieira

AGRADECIMENTOS

À Deus, por conceder sabedoria e determinação para chegar até aqui.

Aos meus pais e minha irmã, pelo apoio e motivação.

Aos professores e amigos, por todo conhecimento compartilhado durante a caminhada.

À nossa orientadora, pela disposição e dedicação para o bom êxito do trabalho.

À minha companheira de TCC, pela confiança compartilhada nessa fase tão importante da graduação e por todo companheirismo e amizade.

Larissa Ferreira da Cunha Silva

RESUMO

Considerando a otimização dos recursos a serem utilizados em processos executivos da construção civil, no tempo gasto e na quantidade de profissionais necessários para finalizar a execução de uma edificação, a presente pesquisa visa o estudo comparativo entre os métodos construtivos parede de concreto e alvenaria estrutural com blocos de concreto vazados, de modo a entender as técnicas, detalhar serviços, levantar quantitativos, estimar o tempo gasto e custos gerais, para assim elaborar estatísticas comparativas sobre os assuntos abordados, com base em determinados parâmetros, tais como custos de materiais, mão de obra e tempo. Para atender os objetivos, este trabalho apresenta cada processo construtivo com o intuito de fazer as adequadas analogias e comparações, com a finalidade de apresentar resultados específicos e compreensíveis para cada método estudado. Ressaltando as divergências entre os processos, o propósito desse trabalho é permitir um claro entendimento que permita a escolha adequada do método de acordo com a demanda requerida.

PALAVRAS-CHAVE:

Parede de concreto. Alvenaria estrutural. Método Construtivo.

ABSTRACT

Considering the optimization of the resources to be used in executive construction processes, the time spent and the number of professionals needed to complete the execution of a building, the present research aims at comparative study between the constructive methods concrete wall and structural masonry with hollow concrete blocks, in order to understand the techniques, to detail services, to quantify, to estimate the time spent and general costs, in order to elaborate comparative statistics on the subjects approached, based on certain parameters, such as material costs, labor costs and time. To meet the objectives, this research presents each constructive process in order to make the appropriate analogies and comparisons in order to present specific and understandable results for each method studied. Highlighting the divergences between the processes, the purpose of this paper is to allow a clear understanding that allows the appropriate choice of the method according to the required demand.

KEYWORDS:

Concrete wall. Structural masonry. Constructive methods.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Edifícios construído pelo método construtivo parede de concreto.	18
Figura 2 – Ciclo da Estrutura: Parede de Concreto.	20
Figura 3 – Colocação dos distanciadores e marcação.	21
Figura 4 – Tela soldada e reforços de janela.	22
Figura 5 – Reforços de Canto	22
Figura 6 – Espaçadores de tela e eletrodutos fixos na malha.	23
Figura 7 – Eletrodutos e caixas elétricas fixados nas telas.	23
Figura 8 – Placas numeradas para facilitar montagem.	25
Figura 9 – Aplicação do desmoldante nas placas.	26
Figura 10 – Corpos de provas submersos para futuro rompimento.	27
Figura 11 - Coliseu	29
Figura 12 – Edifício Monadnock.....	31
Figura 13 - Hotel Excalibur, Las Vegas	32
Figura 14 - Conjunto Habitacional "Central Parque da Lapa.	33
Figura 15 - Conjunto Habitacional “Central Parque da Lapa” - Edifícios de 12 pavimentos..	34
Figura 16 – Terreno preparado para início da estrutura.	36
Figura 17 – Aplicação de argamassa longitudinal e transversal.	39
Figura 18 - Aplicação de argamassa longitudinal	39
Figura 19 - Aplicação de argamassa com colher de pedreiro.	39
Figura 20 - Modelo de planta de 1º fiada.	41
Figura 21 - Modelo de escantilhão de canto graduado.	42
Figura 22 - Modelo de esquadro de alumínio soldado.	42
Figura 23 - Amarração direta, com ferro em “L” e ferro em gancho.	43
Figura 24 - Amarração nos cantos e amarração de encontro de paredes.	44
Figura 25 - Amarração de encontro de paredes tipo.	44
Figura 26 – Esquema sequencial	45
Figura 27 - Assentamento pelos cantos, tipo “castelo”.	46
Figura 28 - Representação de <i>shaft</i> no plano da alvenaria.	47
Figura 29 - Caixinhas de tomadas e interruptores chumbadas nos blocos.	48
Figura 30 - Blocos especiais: elétricos e hidráulicos.	48
Figura 31 – Casas do Programa Habitacional Minha Casa Minha Vida.	51
Figura 32 – Projeto analisado.	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dimensões do Projeto.....	52
Quadro 2 - Composição do custo da fôrma	54
Quadro 3 - Custos mãos de obra por concretagem	54
Quadro 4 - Custos Gerais	55
Quadro 5 - Custo total da estrutura: Compra da fôrma – Parede de concreto.....	56
Quadro 6 - Custo total da estrutura: Aluguel da fôrma – Parede de concreto.....	56
Quadro 7 - Composição do Custo de Unidades.....	57
Quadro 8 - Custos mistura de concreto preparado em obra	58
Quadro 9 - Produtividade	58
Quadro 10 - Custos mãos de obra.....	58
Quadro 11 - Custos aço	59
Quadro 12 - Custo laje.....	59
Quadro 13 - Custo total da estrutura – Alvenaria estrutural.....	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Custos para uma Unidade Habitacional	61
Gráfico 2 - Custos para cinco Unidades Habitacionais	61
Gráfico 3 - Custos para sete Unidades Habitacionais.....	62
Gráfico 4 - Comparativo de Produtividade Anual.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira Cimento Portland
ABESC	Associação Brasileira de Serviços de Concretagem
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBTS	Instituto Brasileiro de telas soldadas
NBR	Norma Brasileira
PBQP-h	Programa brasileiro de qualidade e produtividade – Habitat
MCMV	Minha Casa Minha Vida
FCK	<i>Feature Compression Know</i>
UH	Unidade Habitacional

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 JUSTIFICATIVA.....	16
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivo geral.....	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
1.3 METODOLOGIA	17
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
2 MÉTODO CONSTRUTIVO PAREDE DE CONCRETO	18
2.1 HISTÓRICO PAREDE DE CONCRETO.....	19
2.2 PROCESSO EXECUTIVO PAREDE DE CONCRETO	19
2.2.1 Marcação	20
2.2.2 Armação	21
2.2.3 Instalações elétricas e hidráulicas.....	23
2.2.4 Montagem das fôrmas	24
2.2.5 Aplicação do desmoldante.....	25
2.2.6 Concretagem.....	26
3. MÉTODO CONSTRUTIVO ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO.....	29
3.1. CONTEXTO HISTÓRICO INTERNACIONAL	29
3.2. CONTEXTO HISTÓRICO NACIONAL.....	32
3.3. ALVENARIA ESTRUTURAL ARMADA COM BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO.....	34
3.4. TIPOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL.....	35
3.5. MÉTODO CONSTRUTIVO ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO.....	35
3.5.1. Verificação das unidades.....	36
3.5.2. Argamassa de assentamento.....	37
3.5.3. Aplicação da argamassa dos blocos	38
3.5.4. Graute e grauteamento.....	40
3.5.5. Marcação	41
3.5.6. Amarração	43

3.5.7. Elevação da alvenaria.....	45
3.5.8. Instalações Elétricas e Hidráulicas	46
4. PARAMÊTROS DE COMPARAÇÃO.....	49
4.1. CUSTOS DE MATERIAIS	49
4.2. TEMPO E DESPESAS DE EXECUÇÃO	49
4.3. PRODUTIVIDADE	50
5. METODOLOGIA.....	51
5.1. OBJETO ANALISADO	51
6. RESULTADOS	53
6.1. CUSTO: PAREDE DE CONCRETO	53
6.1.1. Custos e Composição das Fôrmas	53
6.1.2. Custos Mão De Obra	54
6.1.3. Custos Gerais.....	55
6.1.4. Custos Totais da Estrutura.....	56
6.2. CUSTO: ALVENARIA ESTRUTURAL	56
6.2.1. Custos e Quantitativos das Unidades	56
6.2.2. Custos Concreto Preparado Em Obra.....	57
6.2.3. Custos Mão De Obra	58
6.2.4. Custos Gerais.....	59
6.2.5. Custos Totais da Estrutura.....	60
7. COMPARAÇÕES.....	61
8. CONCLUSÃO.....	Erro! Indicador não definido.
REFERÊNCIAS	64
ANEXO A – Custo Referencial de Mão de Obra	72

1. INTRODUÇÃO

A necessidade por processos construtivos cada vez mais rápidos, ocasionaram o desenvolvimento de métodos que visam atender a demanda do mercado de forma a garantir agilidade associada a durabilidade e produtividade. Paredes de concreto e alvenaria estrutural de bloco de concreto são exemplos desses procedimentos.

No cenário atual da construção civil, ainda não tão conhecida, a técnica da parede de concreto vem tomando seu espaço em uma proporção cada vez mais significativa, tendo em escalas maiores e estando presente como procedimento principal de grandes empresas. É um processo em que um único elemento tem a função de vedação e estrutura, as paredes são moldadas “*in loco*” e toda instalação hidráulica e elétrica devem, necessariamente serem planejadas na estrutura (MISURELLI E MASSUDA, 2009).

Segundo Mohamad (2015), em 1966 teve início o uso dos blocos de concreto em alvenaria estrutural, tendo um expressivo tempo de reconhecimento, esse processo conta com blocos vazados de concreto que desempenham funções estruturais e também de vedação, substituindo as funções de vigas, pilares e outros. Semelhante as paredes estruturais, os projetos das edificações onde são utilizadas essas técnicas devem ser bem detalhados e compatíveis para que não haja abalos futuros que possam afetar no desempenho principal: a estrutura.

Uma das maiores dificuldades para execução de uma obra é otimizar seus recursos, sendo assim este trabalho busca analisar dois assuntos, parede de concreto e alvenaria estrutural, cujo uma de suas principais propostas é o menor desperdício de materiais, propiciando um melhor custo benefício a construção e elevando seus índices a uma boa produção.

São dois métodos que apesar de divergirem no processo de execução contam com inúmeras vantagens, tomando como base comparações sobre a execução, custos e produtividade.

Os parâmetros de comparação a serem analisados baseiam-se nos custos dos materiais, no número de profissionais envolvidos na execução e no tempo gasto nos processos construtivos. Onde em todos os parâmetros serão destacados a relevância da economia em geral, visto que esses métodos têm baixos índices de desperdício.

Espera-se da pesquisa proposta que os assuntos sejam abordados com vasto entendimento para o público geral e da construção civil que busca pela execução desses métodos construtivos, sendo esclarecido dúvidas e fornecendo dados acerca deles.

1.1 JUSTIFICATIVA

Pensando em uma maior agilidade e na necessidade de otimizar os materiais utilizados em uma construção, foi criado métodos construtivos que auxiliam nesse processo, como por exemplo parede de concreto e alvenaria estrutural.

Dentro do processo construtivo o uso do concreto usinado e do bloco de concreto são fundamentais, já que são os materiais mais comumente utilizados em seus respectivos métodos. Sabendo disso far-se-á necessário um estudo para levantar e comparar o quantitativo de materiais, além do índice de produção e o tempo necessário para finalizar a execução.

O tempo se tornou ferramenta importante na execução de construções, pois a procura por rapidez vem crescendo a todo momento no Brasil e no mundo, logo é de extrema importância estudar e analisar métodos construtivos cada vez mais eficazes. Pensando sempre no lado ambiental, minimizando o descarte de resíduos não reaproveitáveis.

1.2 OBJETIVOS

Nesse tópico são apresentados os objetivos que direcionam a pesquisa.

1.2.1 Objetivo geral

Comparar os métodos construtivos parede de concreto e alvenaria estrutural. Para tanto, o estudo avaliará fatores como custo, mão de obra e tempo de execução da estrutura.

1.2.2 Objetivos específicos

- Apresentar o método de execução da parede de concreto;
- Apresentar o método de execução da alvenaria estrutural;
- Levantar o quantitativo de materiais a serem utilizados e comparar seus custos;
- Analisar as despesas e o tempo gasto para o término da execução e compará-los.
- Apontar o método mais indicado em relação a redução de tempo de execução, mão de obra e quantitativo de materiais.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia usada baseia-se em pesquisa exploratória e descritiva, onde busca-se apresentar os métodos construtivos para maior clareza dos assuntos com auxílio de dados coletados que utilizaremos para a comparação dos mesmos.

Serão levantados dados sobre a quantidade de materiais e recursos a serem utilizados, sendo elaborado um estudo comparativo a fim de analisar os custos entre os dois processos; o número de profissionais necessários e o tempo gasto para finalizar a execução.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para alcançar os objetivos indicados o estudo está dividido em sete (7) partes, que seguem:

Capítulo 1, onde será apresentado a introdução e escopo da pesquisa, conforme citados acima; Capítulo 2, apresentará o estudo, fundamentação teórica, sobre a execução de paredes de concreto; Capítulo 3 apresentará o estudo, fundamentação teórica, sobre a execução de alvenaria estrutural com blocos de concreto; Capítulo 4 será descrito os parâmetros de comparação; Capítulo 5, detalhará a metodologia da pesquisa desenvolvida, descrevendo o estudo realizado; Capítulo 6, será abordado sinteticamente os resultados da pesquisa; Capítulo 7, serão discutidos as comparações dos dados do capítulo anterior e a conclusão da pesquisa.

2 MÉTODO CONSTRUTIVO PAREDE DE CONCRETO

Para reduzir o déficit habitacional e organizar o setor da construção civil, oferecendo bons índices de produtividade e qualidade, foi criado o sistema construtivo parede de concreto ao qual proporciona a execução de construções térreas, assobradadas e edifícios podendo conter até mais de 30 pavimentos em situações especiais (MISURELLI E MASSUDA, 2009).

Diferente das alvenarias de vedações, o método construtivo parede de concreto tem suas paredes atuando com duas funções, a de vedar e a de resistir aos esforços, admitindo então função estrutural, além de seu processo de execução ser incluso as instalações e as esquadrias de portas e janelas (ABESC, 2007/2008). Outro método com tais características é o de alvenaria estrutural, outro objeto desta pesquisa, mais bem descrito no capítulo 3.

O uso do sistema construtivo parede de concreto apresenta vantagens em relação a custos, qualidade e tempo, pois apresentam uma rápida execução. O sistema conta também com otimização na mão de obra, desempenho elevado, industrialização do processo e redução dos entulhos (VALMIRO, 2011).

Ainda segundo Valmiro (2011), o sistema parede de concreto vem conquistando o mercado brasileiro já que se baseia em um sistema de produção em larga escala, sendo possível construir grandes prédios com estruturas mais esbeltas, logo com ganho de espaço útil, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Edifícios construído pelo método construtivo parede de concreto.



Fonte: Nassal Construtora, 2016¹

¹ Disponível em: <http://nucleoparededeconcreto.com.br/2016/02>.

2.1 HISTÓRICO PAREDE DE CONCRETO

Nos anos 1970 e 1980 o método construtivo parede de concreto passou a ser aderido no Brasil, motivado por construções que obtiveram bons resultados. Entretanto por falta de incentivo financeiro, sua utilização teve uma queda acentuada, voltando ao cenário nacional em meados de 2009, com a criação do programa habitacional Minha Casa Minha Vida, desde então sua utilização vem sendo adotada por diversas construtoras, por ser um método rápido e econômico (TECNOSIL, 2018).

Com o emprego desse sistema cada vez mais crescente, foi necessário a criação de ativos que trouxessem dados acerca de normas, serviços, materiais e projetos referente a parede de concreto. Sendo assim, a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), o instituto Brasileiro de Telas Soldadas (IBTS) e a Associação Brasileira de Serviço de Concretagem (ABESC), em parceria com algumas construtoras iniciaram uma coletânea especificando essas informações (ABCP, 2010).

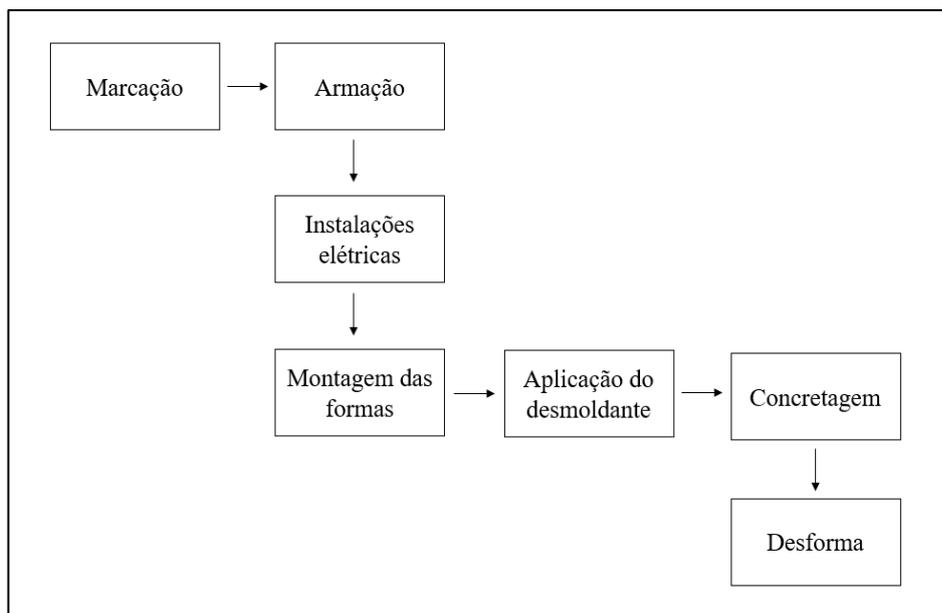
Segundo Corsini (2011), apesar de o método parede de concreto ser utilizado a mais de trinta anos no Brasil, somente em 2012 foi criada uma Norma específica para o sistema construtivo, a ABNT NBR16055/2012 (Parede de Concreto Moldada no Local para a construção de edificações – Requisitos e Procedimentos). Um fato interessante do método é que antes da elaboração da Norma específica, era necessário um documento de avaliação técnica, o DATec, para garantir que as normas do programa brasileiro de qualidade e produtividade do habitat (PBQP-h) e da Caixa Econômica fossem seguidas (IBRACON, 2018).

2.2 PROCESSO EXECUTIVO PAREDE DE CONCRETO

Para iniciar o processo executivo da parede de concreto, o nivelamento do terreno deve estar garantido e com suas fundações concluídas. É imprescindível a conferência desses serviços previamente ao começo da execução da estrutura, para evitar patologias referentes a fundação e até mesmo o desaprumo da estrutura. Importante atentar também nas impermeabilizações necessárias após concluída a fundação.

Para iniciar a estrutura, é necessário estudar o comportamento de cada etapa da execução, sabendo disso será analisado as etapas conforme Figura 2.

Figura 2 – Ciclo da Estrutura: Parede de Concreto.



Fonte: Próprias autoras, 2019.

2.2.1 Marcação

Com o objetivo de locar os painéis de fôrmas de maneira a garantir seu correto posicionamento, reduzindo as chances de erros, o primeiro passo para a execução da parede de concreto é a marcação.

Alguns equipamentos são importantes para a realização da marcação, tais como pistola a gás ou a pólvora, fio de prumo, pó xadrez, linha de algodão, trena, distanciadores plásticos. Além de um projeto de marcação, onde terá as cotas acumuladas para auxiliar no momento de marcar a fundação ou a própria laje.

Para a Comunidade da Construção (2002), no começo deve-se adotar como parâmetro dois ou, caso necessário, mais eixos consideráveis, é interessante empregar mais um eixo intermediário quando as dimensões forem maiores que 5 metros, para que as medidas não se acumulem muito.

Adotados os eixos, é necessário desenhar as linhas onde serão locadas as paredes internas e externas e com o auxílio de um fixador locar distanciadores/espaçadores com a finalidade de garantir a dimensão correta das paredes. Importante conferir o esquadro dos cômodos (BENIGNO, 2011), como mostra a Figura 3.

Figura 3 – Colocação dos distanciadores e marcação.



Fonte: FRANÇA, 2019.

Executando uma marcação de qualidade haverá ganho de produtividade, facilidade na montagem das fôrmas, clareza nas conferências e diminuição no número de erros de locação de paredes, já que com as linhas marcadas e distanciadores posicionados os erros de locações caem gradativamente.

2.2.2 Armação

No sistema de parede de concreto o uso de telas soldadas é essencial. Já que elas asseguram a absorção e divisão dos esforços, desempenhando um papel estrutural, ajuda no controle da retração do concreto, além de auxiliar nas instalações, tanto hidráulicas quanto elétrica, eletrodutos, quadros de distribuição de circuitos e até mesmo as caixas elétricas, já que essas instalações são fixadas nas mesmas. Ficando a cargo do projetista estrutural dimensionar a quantidade, tipo e locação das telas a serem utilizadas e seus respectivos reforços (CATÁLOGO GERDAU, 2019).

Referente a quantidade de telas soldadas, segundo a NBR 16055 (ABNT, 2012), as paredes de concreto podem abranger apenas uma tela, sendo necessário a aplicação de duas somente quando a parede conter uma espessura maior que 15 cm e/ou em paredes do pavimento térreo exposta a choque com automóveis e quando apresentarem marquises. As telas devem ser utilizadas no eixo da parede.

Segundo o Catálogo da Gerdau (2019), para executar a armação, deve-se deixar um arranque na fundação e nas lajes dos demais pavimentos, para facilitar a colocação das telas soldadas, locando-as no centro da marcação. Após a colocação das telas principais é

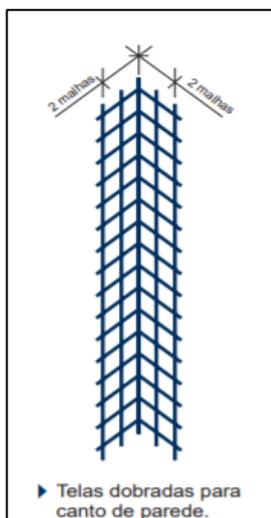
necessário posicionar os reforços, feitos com vergalhões, estão presentes em áreas que adquirem uma grande concentração de esforços de tração, são locados, por exemplo, nas vergas e contra-vergas das janelas, e vergas das portas, conforme Figura 4. Outro reforço importante são os de canto da parede, que são feitos com telas, conforme Figura 5.

Figura 4 – Tela soldada e reforços de janela.



Fonte: Próprias autoras, 2019.

Figura 5 – Reforços de Canto



Fonte: Catálogo Gerdau, 2019².

De acordo com o IBTS (2018), para garantir que as telas fiquem no eixo da parede após a concretagem, garantindo o cobrimento mínimo das armaduras, é fundamental a

² Disponível em: <https://www.gerdau.com/br/pt/productservices/products/Document%20Gallery/catalogo-paredes-concreto-armado.pdf>.

colocação de espaçadores plástico, aos quais garantem o posicionamento das telas centralizadas nas paredes, lajes e dos eletrodutos, conforme Figura 6.

Figura 6 – Espaçadores de tela e eletrodutos fixos na malha.



Fonte: Próprias autoras, 2019.

2.2.3 Instalações elétricas e hidráulicas

Como dito anteriormente, no método construtivo parede de concreto as instalações elétricas são fixadas junto às telas e ficam embutidas na parede após a concretagem, conforme Figura 7. Para as instalações hidráulicas a NBR 16055 (ABNT, 2012) estabelece critérios específicos e importantes a serem seguidos, por exemplo o diâmetro máximo da tubulação deve ser 50 mm, a pressão interna na tubulação ser menor que 0,3 Mpa e a não utilização de tubos metálicos em contato com a armadura para evitar corrosão galvânica.

Figura 7 – Eletrodutos e caixas elétricas fixados nas telas.



Fonte: Próprias autoras, 2019.

De acordo com a IBRACON (2018), as instalações hidráulicas, diferente das instalações elétricas, não podem simplesmente serem colocadas dentro da parede, pois elas precisam ser maleáveis para possíveis consertos de vazamentos, como pede ABNT NBR 15575 de edificações habitacionais - Desempenho. Normalmente são utilizados *shafts*³ para esconder as prumadas.

Para a Comunidade da Construção (2010), existe também a possibilidade de criar kits, tanto hidráulico como elétrico, sendo que a utilização deles possibilita em um ganho de produtividade e economia, já que não é necessário a passagem de fios dentro dos eletrodutos e são comprados apenas a quantidade necessária de fios e corrugados por exemplo.

2.2.4 Montagem das fôrmas

De acordo com a NBR 16055 (ABNT, 2012):

“O sistema de fôrma é composto de estruturas provisórias, cujo objetivo é moldar o concreto fresco. É compreendido por painéis de fôrmas, escoramentos e cimbramento, aprumadores e andaimes, incluindo seus apoios, bem como a união entre os diversos elementos”. (p. 22).

Ainda segundo a NBR 16055 (ABNT, 2012), o sistema de fôrmas deve ser projetado de modo que garanta a resistência a ações durante a execução, tais como ações climáticas, carga de estruturas auxiliares, por exemplo montagem de andaimes e linha de vidas e no próprio lançamento e adensamento do concreto. O projeto de fôrma deve conter e detalhar o posicionamento dos painéis, dos equipamentos auxiliares, tais como peças de segurança, peças de travamento, esquadros e alinhadores, detalhe das escoras e ter uma sequência executiva de montagem e desmontagem.

Os principais tipos de fôrmas para a execução da parede de concreto são as fôrmas de plástico, sistema metálico com contato em madeira e as fôrmas de alumínio. Cada tipo de fôrma tem suas particularidades, portanto existem vantagens e desvantagens que devem ser estudadas antes de sua aplicação (CICHINELLI, 2010).

Para facilitar a montagem das fôrmas, as mesmas podem ser pintadas com as numerações seguindo uma sequência, conforme Figura 8.

³ Segundo a Enciclopédia E-Civil, shafts são vãos internos na construção para passagem de instalações e tubulações verticalmente.

Figura 8 – Placas numeradas para facilitar montagem.



Fonte: Próprias autoras, 2019.

Deve-se atentar também quanto ao escoramento das fôrmas, segundo a NBR 16055 (ABNT, 2012), o escoramento deve ser projetado prevendo as ações do peso próprio, peso da estrutura e de outras cargas acidentais que podem conter no sistema. Importante retirar as escoras no tempo certo e com a resistência necessária atingida.

A montagem da fôrma é o item mais importante no sistema parede de concreto, pois é esta etapa que diferencia o sistema dos demais métodos. Visto que cada peça é imprescindível para o sucesso da estrutura.

Com o uso adequado e com a limpeza e conservação correta, as fôrmas podem ser reutilizadas. Sempre verificando a estrutura e garantindo que o sistema resista as cargas calculadas.

2.2.5 Aplicação do desmoldante

Sabendo da importância da conservação das fôrmas, o uso do desmoldante é essencial para garantir a boa integridade e durabilidade dos painéis. A correta aplicação desse produto inibe a aderência entre fôrma e concreto, proporcionando uma maior facilidade na desforma (VOTORANTIM CIMENTOS, 2018).

Deve ser observado o tipo de desmoldante a ser utilizado, visto que cada tipo de fôrma exige um material específico. Portanto, o desmoldante deve ser coerente com a especificação do material da fôrma.

Figura 9 – Aplicação do desmoldante nas placas.



Fonte: Próprias autoras, 2019.

Segundo a NBR 14931 (ABNT, 2004), a utilização do desmoldante deve ser feita de acordo com o especificado pelo fabricante, de modo que a aplicação não seja excessiva ou em falta, de acordo com a Figura 9, sabendo que o excesso de desmoldante posteriormente pode comprometer a aderência do revestimento.

2.2.6 Concretagem

Para iniciar a concretagem é necessário que o engenheiro confira todas as etapas anteriores, como armações, colocação de espaçadores, posicionamento das instalações e montagem das fôrmas. O concreto deve se apresentar consideravelmente plástico para ocupar todos os vazios que podem vir a existir nas fôrmas, além de prevenir a segregação do concreto (IBRACON, 2018).

A NBR 6118 (ABNT, 2003) é uma Norma que auxilia a especificar e projetar estruturas de concreto simples, além de ser analisada as tensões devidas à retração e classificar o concreto de acordo com sua agressividade ambiental. Nela consta que o fck do concreto deve ser de 20 ou 25 MPa devido ao fato de ser necessário uma alta resistência inicial para a desforma, que é de 3 MPa.

De acordo com a NBR16055 (ABNT, 2012), para aplicação dos aditivos no concreto é necessário um cuidado especial, já que há alguns tipos de aditivos, principalmente a base de cloreto, que podem atacar quimicamente as armaduras. Referente a especificação do concreto,

a NBR 16055 (ABNT, 2012) ainda estabelece que deve haver um controle tecnológico rigoroso referente a resistência à compressão para a desforma, resistência à compressão aos 28 dias, a trabalhabilidade, que é medida por meio do abatimento (*slump test*), espalhamento (*flow test*), e a classe de agressividade ao qual a estrutura está situada. Os corpos de provas são moldados, armazenados e identificados de forma a garantir que seu rompimento seja preciso, conforme Figura 10.

Figura 10 – Corpos de provas submersos para futuro rompimento.



Fonte: Próprias autoras, 2019.

Para ABESC (2010), podem ser aplicados os concretos auto adensáveis (Tipo N) e concreto celular (Tipo L1), onde deve ser observado o tempo de aplicação que não pode ultrapassar, após o uso do aditivo ou espuma para concreto celular, 40 e 30 minutos respectivamente. Apenas após passar pelo controle tecnológico o concreto é liberado para o lançamento, que por sua vez, deve ser aplicado completando todos os vazios das paredes e nivelando a laje.

Para aceitação e validação do concreto deve ser obedecidas algumas normas, tais como:

- Slump Test (ABNT NBR NM 67);
- Flow Test (ASTM C 1611);
- Massa específica do concreto (ABNT NBR 9833);
- Rompimento do corpo de prova (ABNT NBR 5739).

Além de alguns ensaios complementares, que a Norma de parede de concreto moldada no local para a construção de edificações permite que sejam solicitados, como:

- Módulo de elasticidade (ABNT NBR 8522);
- Coeficiente de retração do concreto (ASTM C 157).

Acompanhados os rompimentos dos corpos de prova, a desforma é liberada, apenas se a resistência for igual ou superior o determinado pela ABNT NBR 6118/2003.

3. MÉTODO CONSTRUTIVO ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO

Segundo Kalil (2007), diferente dos sistemas estruturais totalmente estruturados, onde são previamente dimensionados as lajes, vigas e pilares e as paredes tem apenas a função de vedação, em suma, a alvenaria estrutural é um sistema construtivo composto por peças industrializadas de dimensões e peso que permitem maior praticidade no manuseio, ligadas por argamassa, tornando uma estrutura única. Isso quer dizer que essa alvenaria agrupa todas as funções em uma só estrutura, através dos blocos vazados de concreto é feito todos os elementos estruturais como também a vedação.

Assim, este capítulo aborda o segundo objeto de estudo desta pesquisa, apresentando os critérios construtivos e aspectos fundamentais para a comparação dos métodos.

3.1. CONTEXTO HISTÓRICO INTERNACIONAL

Tratando-se da construção civil, um dos métodos construtivos mais antigos é a alvenaria estrutural. A alvenaria foi utilizada pelas civilizações Assírias e Persas desde 10.000 a.C. (CAMACHO, 2006). Em constante evolução, esse método vem sendo usado desde os tempos bíblicos até os tempos modernos. Significantes edificações que resistem desde as grandes civilizações, foram executadas por esse método, podendo ser citadas: as pirâmides do Egito (2600 a 2480 a.C), a Muralha da China (215 a.C), o Coliseu (82 d. C), conforme Figura 11, e a Catedral de Notre Dame, monumentos que impressionam até hoje pela sua grandiosidade, dimensões e durabilidade ao longo dos anos.

Figura 11 - Coliseu



Fonte: História Zine, 2019.⁴

⁴ Disponível em: <https://historiazine.com/o-coliseu-romano-b19e01e7fc9>

Segundo o Engenheiro Odilon Pancaro Cavalheiro (2005), a alvenaria estrutural teve seu início na Pré História. As primeiras construções eram em pedras ou em tijolos cerâmicos seco ao sol, com grandes espessuras, desconhecendo qualquer tipo de resistência e métodos de cálculos.

Predominando até o século atual, surgiram as alvenarias em pedra ou tijolo cerâmico queimado, assentados com barro, betume e posteriormente com argamassas de cal, pozolana e adiante cimento Portland (PAULUZZI, 2015).

Considera-se que a alvenaria estrutural teve um relativo “ressurgimento” na década de 50, pós um período de 50 anos com pouca aplicação. Houve um expressivo aumento na utilização desse método construtivo após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), isso por conta da escassez de recursos para construção na Europa (HENDRY, 2002).

Os suíços têm relevante parcela nesse contexto histórico. Com muitas edificações em alvenaria estrutural na Suíça, seguindo o aprimoramento do cimento e do aço nessa década, surgiram também normas que possibilitavam calcular a espessura precisa das paredes e a resistência das alvenarias, em bases de cálculo mais racionais e experimentações laboratoriais, principalmente nesse país.

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), foi construído um edifício em 1950 na Basileia, Suíça, com 13 pavimentos, um significativo feito na história da alvenaria estrutural. Esse edifício tem paredes externas a 37,5cm de espessura e paredes internas que foram reduzidas à espessura de 15 cm.

A partir daí, os anos seguintes foram marcados por inúmeras pesquisas experimentais e aperfeiçoamento de modelos de cálculo, tendo como objetivo projetos resistentes a quaisquer ações. De acordo com Hendry (2002), nas décadas de 60 e 70 houve significativo interesse pela alvenaria estrutural abrangendo para demais países da Europa, como a Inglaterra, onde foram executados inúmeros edifícios em alvenaria estrutural efetivados principalmente por programas públicos.

Coelho (2014) aponta que após a revolução industrial com o desenvolvimento de máquinas houve a possibilidade de produção de materiais em maior escala, assim os elementos que faziam parte da alvenaria estrutural foram substituídos por tecnologias mais avançadas, o que conseqüentemente contribuiu para o desenvolvimento de técnicas estudadas cientificamente como a formulação de equações, onde relacionavam os esforços através de coeficientes de segurança para o cálculo das paredes, princípio de uma nova era para as

construções. As técnicas de execução já não se baseavam em experiências passadas, mas sim em técnicas estudadas de antemão.

Internacionalmente o mais famoso e clássico exemplo da alvenaria estrutural é o edifício “*Monadnock Building*”, mostrado na Figura 12, em Chicago, nos Estados Unidos. Construído no final do século XIX - o edifício é constituído de duas partes. A parte norte foi construída de 1889 a 1891 por Burnham & Root, e a parte sul de 1891 a 1893 por Holabird & Roche. Tem 17 pavimentos, próximo a 65 metros de altura, suas paredes interiores possuem 1,80 metros de espessura dimensionadas por métodos empíricos (COELHO,2014).

Ramalho e Corrêa (2003) afirmam que se esse mesmo edifício fosse dimensionado a partir dos métodos de cálculos contemporâneos, suas paredes teriam apenas 30 centímetros de espessura.

Figura 12 – Edifício Monadnock



Fonte: Wbez, 2019⁵

Segundo Tauil (2018), o edifício *Monadnock* é considerado o precursor da alvenaria estrutural moderna. Sua construção foi uma importante transição histórica por conta de toda sua estrutura ser apoiada em paredes externas de tijolos maciços. Esse edifício também foi

⁵ Disponível em: <https://www.wbez.org/shows/curious-city/building-skyscrapers-on-chicagos-swampy-soil/a6227da4-43a0-49e0-9bea-e8b2af77e60b>

considerado como limite máximo dimensional para estruturas de alvenaria calculadas baseados em métodos experimentais.

Hoje, nos Estados Unidos, Alemanha e muitos outros países, a alvenaria estrutural alcança níveis de cálculo, execução e controle, semelhante aos aplicados nas estruturas de aço e concreto, retratando-se um sistema racionalizado, multifuncional e econômico, particularidade consequente das dimensões do componente modular básico empregado - o bloco (CAVALHEIRO, 2005).

Como exemplo atual, o mais alto edifício em alvenaria estrutural é o Hotel Excalibur, como mostra a Figura 13, construído em Las Vegas, conta com 28 pavimentos e seus blocos de concreto tem resistência aproximada de 24MPa (SANTOS, 2010).

Figura 13 - Hotel Excalibur, Las Vegas



Fonte: Rubatino Arquitetura, 2019.⁶

3.2. CONTEXTO HISTÓRICO NACIONAL

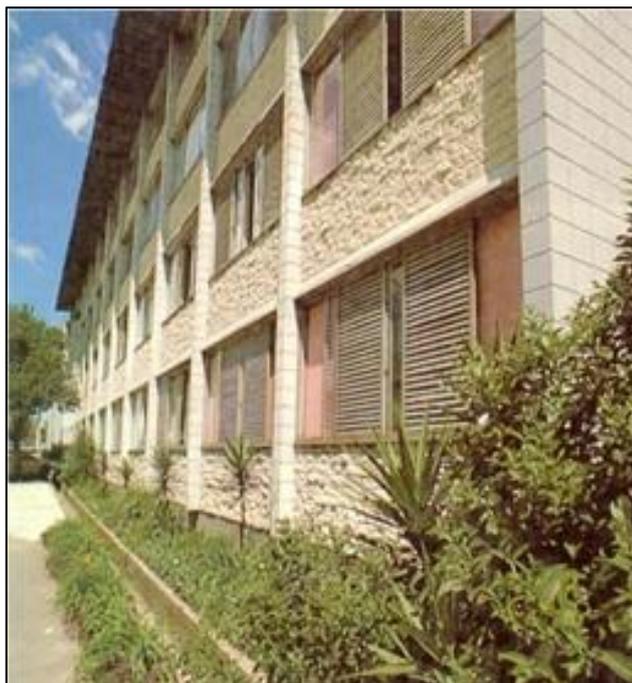
No Brasil, desde o início do século XVII, a alvenaria estrutural com blocos estruturais está presente no âmbito da construção civil. Porém, levou um tempo para o reconhecimento como um processo construtivo voltado para o alcance de edifícios mais objetivos e econômicos (RAMALHO E CORRÊA, 2003).

⁶ Disponível em: <http://www.rubatinoarquitetura.com.br/blog/page/33/>

No século seguinte, por volta de 1952, o primeiro equipamento usado na produção de blocos de concretos chega ao Brasil, sendo que o país se encontrava num péssimo momento diante do cenário de técnicas construtivas.

Nesta época as unidades de alvenaria preparadas no país eram apenas alvenarias de vedação. Surgiram edifícios de quatro pavimentos, e a fabricação dos blocos silício- calcários, utilizavam-se a técnica de alvenaria não armada com edifícios de até 13 andares e altura de 41,4 metros, paredes de 38 cm – Meados da década de 60 foi introduzida no Brasil a alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto, os edifícios pioneiros em alvenaria estrutural armada foram construídos em São Paulo, no Conjunto Habitacional “Central Parque da Lapa” com 4 pavimentos, mostrado na Figura 14, utilizaram blocos de concreto com 19 centímetros de espessura.

Figura 14 - Conjunto Habitacional "Central Parque da Lapa.



Fonte: Comunidade da Construção, 2010.⁷

No ano de 1972, construíram mais 4 torres de 12 pavimentos cada, conforme Figura 15, nesse mesmo conjunto habitacional. Esses edifícios foram considerados como o marco inicial da alvenaria estrutural no país.

⁷ Disponível em : <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/banco-obras/1/alvenaria-estrutural>

Figura 15 - Conjunto Habitacional “Central Parque da Lapa” - Edifícios de 12 pavimentos



Fonte: Comunidade da Construção, 2010.⁸

3.3. ALVENARIA ESTRUTURAL ARMADA COM BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO

Alvenaria Estrutural é o processo construtivo onde os elementos que desempenham a função estrutural são de alvenaria, estes projetados, dimensionados e executados de forma coerente em um sistema que associa alta produtividade com economia, sendo executados de maneira correta (CAMACHO, 2006).

Segundo Tauil (2018), esse conjunto monolítico além de vedar espaços, serve para resistir a cargas gravitacionais, garantir segurança, resistir a impactos, proteção a intempéries e a ação do fogo, isolamento acústico dos ambientes e conforto térmico. Neste caso a alvenaria é a estrutura da edificação, por isso é recomendado a execução de um projeto coeso e detalhado, aliando a utilização de produtos que estão de acordo com as normas estabelecidas e qualidade na mão de obra de todo processo.

Em proporções cada vez maiores a alvenaria estrutural tem evidenciado soluções construtivas com particularidades econômicas, racionalizadas e duráveis, respeitando os conceitos sustentáveis propostos por uma sociedade que visa vincular positivamente a construção civil com o meio ambiente (TAUIL, 2018).

⁸ Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/banco-obras/1/alvenaria-estrutural?nPag=2>

3.4. TIPOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL

Segundo o Professor da Universidade Estadual de São Paulo, Doutor Jefferson S. Camacho (2006), a alvenaria estrutural pode ser classificada quanto ao emprego do processo construtivo, quanto ao tipo de unidade ou a utilização do material:

Alvenaria Estrutural Armada: é o processo construtivo no qual os elementos estruturais de resistência possuem armadura passiva de aço. Essas armaduras são colocadas nas lacunas dos blocos que futuramente serão preenchidas com uma espécie de microconcreto, o que chamamos de graute.

Alvenaria Estrutural Não Armada: é o método construtivo no qual os elementos estruturais somente previnem patologias como fissuras, concentração de tensões, e outros, exercem apenas funções construtivas.

Alvenaria Estrutural Parcialmente Armada: é o processo construtivo em que alguns elementos são armados e outros não. Essa definição é conhecida somente no Brasil.

Alvenaria Estrutural Protendida: é o processo construtivo em que o elemento estrutural resistente conta com uma armadura ativa de aço.

Alvenaria Estrutural de Tijolos ou de Blocos: determinada pela função do tipo das unidades (tijolos ou blocos).

Alvenaria Estrutural Cerâmica ou de Concreto: baseado nas unidades determina-se como material cerâmico ou de concreto.

Como já mencionado, essa pesquisa se enquadra na classificação de Alvenaria Estrutural Armada com Blocos Vazados de Concreto.

3.5. MÉTODO CONSTRUTIVO ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO

Semelhante a outros métodos, para o início desse processo é fundamental a apresentação de projetos como: arquitetônicos, estruturais, de instalações, sendo essas elétricas, hidráulicas e outras.

Recomenda-se que anteriormente seja feita uma limpeza do local a ser construído, que esteja livre de materiais ou sujeiras que atrapalhem na execução.

O bloco vazado de concreto é a ferramenta principal para realização do método. Barras de aço, prumo de face, nível de bolha, trena, desempenadeiras ou bisnagas, gabaritos, régua de alumínio, esquadro, mangueira de nível, linha de náilon, escantilhão, carrinhos,

betoneira, cavaletes e plataformas, são exemplos de materiais e equipamentos necessários para a execução do mesmo (Comunidade da Construção, 2010).

Figura 16 – Terreno preparado para início da estrutura.



Fonte: Marietto, 2019.⁹

3.5.1. Verificação das unidades

Na proposta pesquisa temos como unidades os blocos vazados de concreto. É imprescindível a melhor escolha destes, pois a partir daí obtém-se significantes vantagens oferecidas pelo sistema.

Essas unidades são definidas por tipo e família, determinadas por arquitetos, e classes de resistência que são informadas pelo engenheiro. Tudo isso de acordo com o que melhor atende o projeto.

Segundo a ABCP (2003), é importante uma boa escolha do fabricante, pois há inúmeros fabricantes de blocos no país. Essa procura também inclui saber se os blocos fabricados se enquadram nas conformidades das normas técnicas. Outro ponto citado é uma antecipada programação ao fazer o pedido dos blocos, informando o seu tipo, família, resistência e quantidade, isso serve para evitar atrasos, falta de peças e eventuais inconveniências.

Sobre a utilização dos blocos, segundo a Comunidade da Construção (2012):

- Família 29

Bloco 29 – O mais usado da família, presente em 90% na construção das paredes.

Bloco 14 – ou meio bloco.

⁹ Disponível em: <https://br.habcdn.com/photos/project/big/preparacao-para-contra-piso-em-alvenaria-estrutural-838907.jpg>

Bloco 44 – Associado ao bloco 29, é usado em encontros de forma “T”.

Em encontros de tipo “L” são usados dois blocos 29.

- Família 39

Bloco 39: Maior utilização, sendo também 90% das paredes.

Bloco 19 – ou meio bloco.

Bloco 54 – Usado em encontros de forma “T” juntamente com bloco 34.

- Blocos especiais - tipo canaleta e “J”: são usados nas cintas, vergas e contra-vergas.

Classificação quanto a função/utilização de acordo com a ABNT NBR 6136/2007:

- Classe A – Função estrutural, para uso em alvenaria inferior ou superior ao nível do solo.
- Classe B e C – Função estrutural, para uso acima do nível do solo.
- Classe D – Função estrutural, para uso em alvenaria acima do nível do solo.

É necessário também os cuidados no recebimento dos materiais e um rígido controle tecnológico, este estabelecido pela Norma Regulamentadora de Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural – ABNT NBR 6136/1994.

Para ter como produto um sistema construtivo coeso e otimizado, é fundamental que se tenha a qualidade dos blocos de concreto. Tendo como resultado a garantia de segurança e economia.

3.5.2. Argamassa de assentamento

De acordo com a NBR 8798 (ABNT, 1985), argamassa de assentamento é definida como:

“Elemento utilizado na ligação entre os blocos de concreto, garantindo a distribuição uniforme de esforços, composto de cimento, agregado miúdo, água e cal ou outra adição destinada a conferir plasticidade e retenção de água de hidratação à mistura”. (p. 03).

É constituída por cimento, cal, agregados - cada qual atendendo a suas respectivas normas regulamentadoras – água e aditivos. O cimento, preferencialmente Portland, podendo ser comum, de alta resistência inicial, de alto forno, pozolânico, de moderada e alta resistência a sulfatos. A dosagem da cal associada ao cimento origina em variações nas características das argamassas, cada aumento da cal no aglomerante cresce ou decresce a propriedade requerida (SABBATINI, 1986).

A presença dos agregados propicia um maior rendimento de mistura, o que diminui a porção de aglomerante e reduz os efeitos prejudiciais por conta do seu excesso. Agregados graúdos contribuem na resistência à compressão da argamassa e agregados miúdos atuam contrariamente, porém contribuem na aderência, sendo assim mais utilizados em alvenaria estrutural. A granulometria dos agregados deve atender a ABNT NBR 7211/2005.

A água destinada ao amassamento deve ser livre de substâncias prejudiciais, ter pH entre 5,8 e 8,0 e respeitar os limites de substâncias.

Os aditivos são adicionados a partir da verificação desejada, como já citada, plasticidade ou retração da água. Estes podendo ser usados apenas respeitando as normas vigentes ou experimentos laboratoriais.

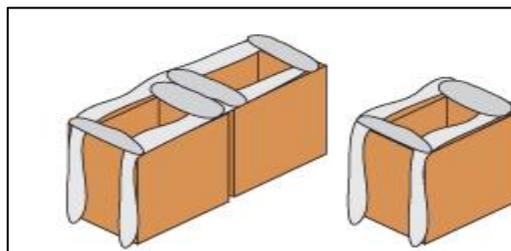
3.5.3. Aplicação da argamassa dos blocos

Segundo Camacho (2006), a argamassa tem a função de unir as unidades assegurando a aderência da estrutura, garantindo a vedação e preenchimento das variações dimensionais dos elementos. Recomenda que a escolha da argamassa seja por uma a qual tenha alta capacidade de retenção de água para que não tenha suas funções prejudicadas pela perda de água e também capacidade de desenvolver resistência á esforços futuros.

É importante destacar que argamassas com grande proporção de cimento não são preferíveis, por conta de serem muito rígidas e com baixa trabalhabilidade, o que diminui sua capacidade de absorver deformações. Por outro lado, argamassas consideradas fracas tem resistência à compressão e de aderência baixas, no entanto isso prejudica a resistência da parede.

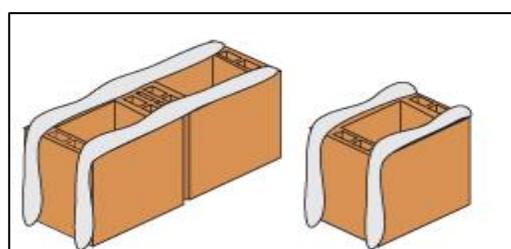
Segundo a NBR 8798 (ABNT, 1985), a argamassa deve ser aplicada de forma que tenha juntas horizontais e verticais, preenchendo todas as paredes do bloco, nas direções longitudinais e transversais, conforme Figura 17 ,ou apenas na direção longitudinal, conforme Figura 18. O não preenchimento das divisões provoca a redução da resistência à compressão e ao cisalhamento da alvenaria.

Figura 17 – Aplicação de argamassa longitudinal e transversal.



Fonte: Selecta, 2018.¹⁰

Figura 18 - Aplicação de argamassa longitudinal



Fonte: Selecta, 2018.¹¹

É requerido que as juntas tenham no mínimo 1 cm (um centímetro) de espessura, podendo ser aplicadas por colher de pedreiro – método tradicional –, como mostra a Figura 19, e por paleta ou bisnagas – métodos que elevam a produtividade.

Figura 19 - Aplicação de argamassa com colher de pedreiro



Fonte: Sua Obra, 2019¹²

¹⁰ Disponíveis em: <http://www.grupoestrutural.com.br/selecta/guia-tecnico/>

¹¹ Disponíveis em: <http://www.grupoestrutural.com.br/selecta/guia-tecnico/>

¹² Disponível em : <http://www.suaobra.com.br/dicas/levantamento-obra/confira-qual-traco-usar-na-argamassa-para-assentamento-de-blocos>

3.5.4. Graute e grauteamento

Seguindo a definição da NBR 8798 (ABNT, 1985), graute é o elemento destinado a preencher os vazios dos blocos e canaletas de concreto com função de solidarizar a armadura destes elementos e aumento de capacidade resistente e sua composição é dada por:

- Cimento, tipo Portland;
- Agregados de pequenas dimensões, como areais ou pedriscos, passante na peneira 12,5mm;
- Água;
- Outros aditivos: pozolanas, cal, super plastificantes e outros.

Juntamente com as armaduras, o graute contribui com o aumento da resistência a compressão de toda a alvenaria, quando aplicado. Evitando isso esforços de trações futuros e compressão (IZQUIERDO, 2015).

Em suma, segundo Camacho (2006), o graute tem funções principais de aumento na resistência das paredes e aderência nas armaduras, e como propriedades principais a trabalhabilidade e adequada resistência à compressão.

Recomenda-se que para o graute o ensaio de *slump test* seja entre 20 a 28 cm, a relação água/cimento seja de 0,8 a 0,11 e sua resistência não seja inferior a 15Mpa (CANATO, 2015).

Conforme NBR 8798 (ABNT, 1985), grauteamento é definido como “[...] conjunto de operações de preparo dos vazios dos blocos e canaletas, lançamento, adensamento e cura do graute”. (p. 03).

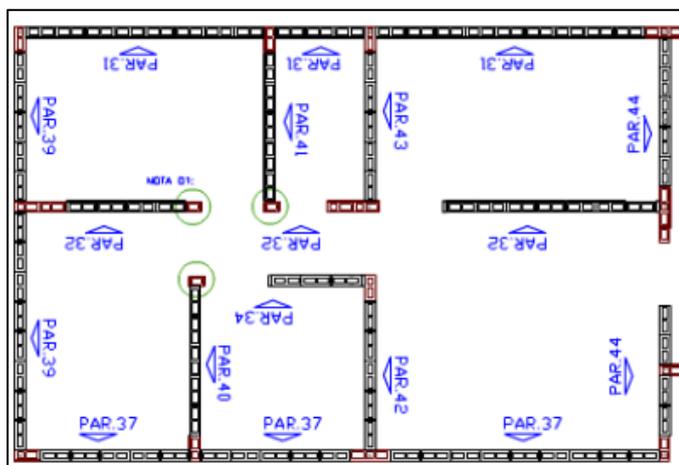
O grauteamento é a aplicação do graute já preparado nos vazios dos blocos de concreto, acrescentando de 30% a 40% da resistência do bloco com esse preenchimento. Esse processo é considerado como formação de “pilares” internos, que posteriormente serão citados (DÉSIR, 2016).

Para a operação do lançamento do graute, é necessário conferir se os blocos estão alinhados e não danificados, sugere-se também limpar as rebarbas e que os blocos sejam molhados. Segundo Souza (2017) a altura máxima de lançamento é de 2,8 metros e mínima de 1,6 metros. Para o adensamento manual deve ser criado janelas de vistas nos pontos de grauteamento e utilizar hastes de 10mm a 15mm com comprimento semelhante de toda a seção, lembrando que estas hastes não podem ser as mesmas colocadas para armaduras.

3.5.5. Marcação

Para uma qualificada construção é necessário realizar corretamente a primeira etapa da execução: a marcação. A primeira fiada é a referência de todas as fiadas seguintes, por isso deve-se assentar os blocos de forma com que estejam devidamente locados, alinhados, nivelados e aprumados (ABCP, 2003), como exemplificado na Figura 20.

Figura 20 - Modelo de planta de 1ª fiada.



Fonte: Bricka, 2019.¹³

Finalizada a limpeza, verificação e adequação do terreno se dá início à marcação da obra. A marcação tem como seguimento inicial o projeto de produção segundo Ferreira (2015) é um documento que contém todas as informações necessárias à execução da edificação. É necessário também a planta de 1ª fiada, contendo cotas das paredes principais que servem de referência para marcação das seguintes.

Uma ferramenta essencial nessa etapa é o escantilhão, podem ser industrializados ou produzidos em obra, são locados nas extremidades da alvenaria e fixados em suas bases com pregos convencionais. O escantilhão é colocado no prumo, para isso é utilizado o prumo nível-régua ou fio de prumo convencional (ABCP, 2015).

Segundo Cruisus (2011), a verificação vertical é dada pelo prumo e a verificação horizontal pelo escantilhão, conforme Figura 21. Na principal haste do escantilhão¹⁴ são marcados os níveis e alturas das fiadas.

¹³ Disponível em: http://www.bricka.com.br/manuais/Alvenaria_Estrutural_Projeto_e_especificacao.pdf

¹⁴ Pastro (2007) define escantilhão como “haste metálica vertical graduada a cada 20 centímetros, utilizada no alinhamento das fiadas.”

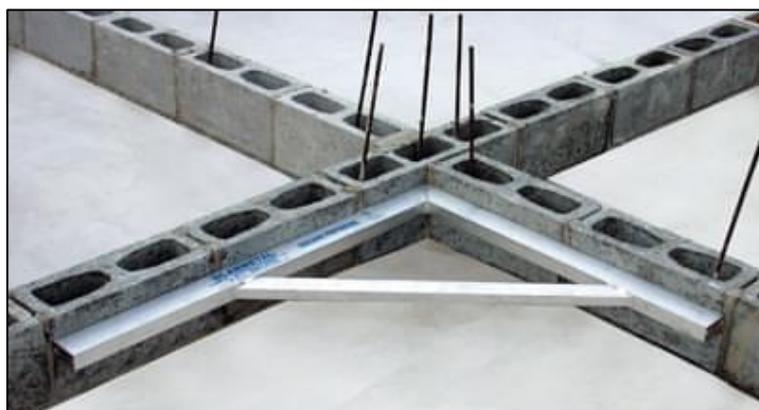
Figura 21 - Modelo de escantilhão de canto graduado.



Fonte: AecWeb, 2019.¹⁵

Outra ferramenta bastante utilizada nessa etapa é o esquadro, conforme Figura 22, que serve para conferência e determinação da marcação durante a execução da primeira fiada e a perpendicularidade entre paredes.

Figura 22 - Modelo de esquadro de alumínio soldado.



Fonte: Scanmetal, 2019.¹⁶

¹⁵ Disponível em: https://www.aecweb.com.br/prod/e/escantilhao-graduado-mod-07-estrutural_6065_9902

¹⁶ Disponível em: <https://www.scanmetal.com.br/produtos/esquadro-de-aluminio-soldado/>

3.5.6. Amarração

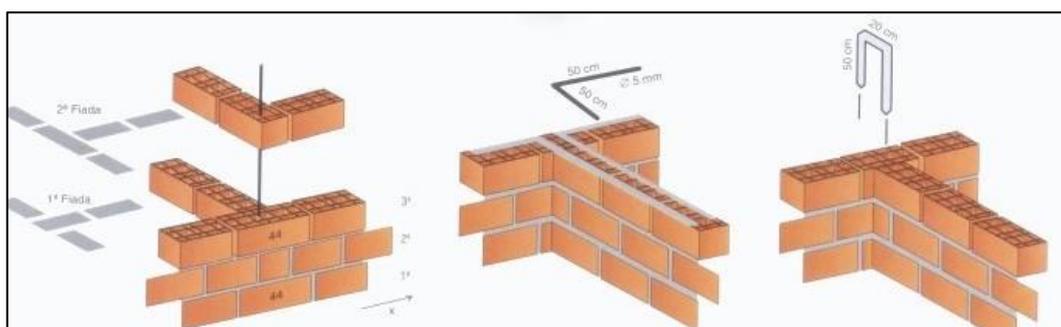
De acordo com o próprio nome já se entende que nessa etapa é onde há a junção e ligação de paredes entre si, esta que por sua vez é feita pelos próprios blocos, tornando assim a estrutura mais rígida.

Segundo a ABNT NBR 15691-1, existem dois tipos de amarrações direta e indireta. São definidas como:

- **Amarração direta de paredes:**
 “Padrão de ligação de paredes por intertravamento de blocos, obtido com a interpenetração alternada de 50% das fiadas de uma parede na outra ao longo das interfaces comum”. (p. 19).
- **Amarração indireta paredes:**
 “Padrão de ligação de paredes com junta vertical a prumo em que o plano da interface comum é atravessado por armaduras normalmente construídas por grampos metálicos devidamente ancorados em furos verticais adjacentes grauteados ou por telas metálicas ancoradas em juntas de assentamento”. (p. 19).

No geral tem-se amarrações direta, que utilizam barras, e indiretas, que utilizam ferro em formato “L”, ferros em gancho ou telas, conforme Figura 23. Afirma a Engenheira Márcia Melo (2019), que a amarração direta é mais recomendada na ligação de duas paredes, pois nesse tipo de amarração é feito o intertravamento dos blocos entre si sendo preenchidos com graute.

Figura 23 - Amarração direta, com ferro em “L” e ferro em gancho.



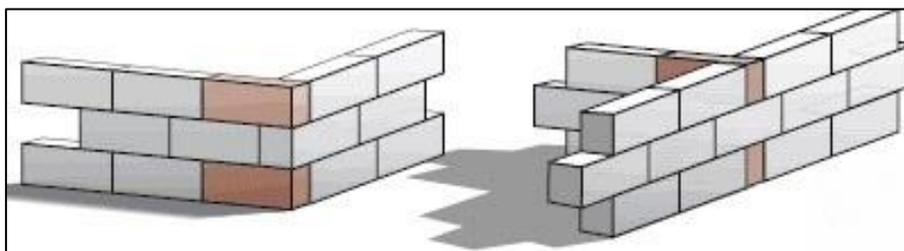
Fonte: Casa D’Cezar, 2019.¹⁷

As possíveis formas de amarrações dependem das unidades produzidas pelas indústrias. Dentro da classificação como diretas e indiretas, existem outros tipos: amarração

¹⁷ Disponível em: <https://casadcesar.com.br/work/>

nos cantos e amarração no encontro de paredes, sendo elas em L, T ou X/cruz, como mostra Figura 24.

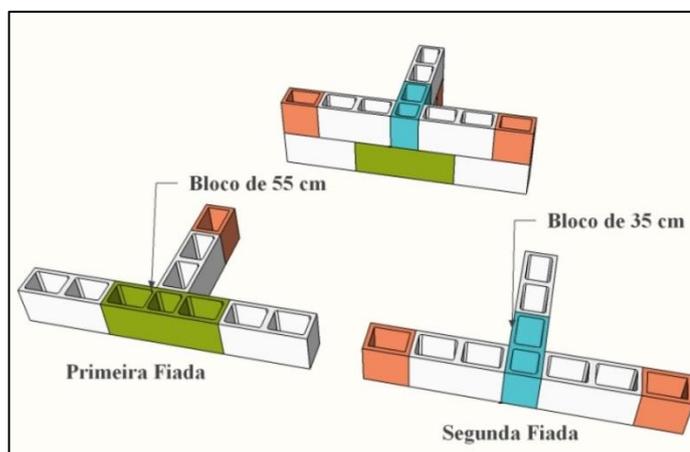
Figura 24 - Amarração nos cantos e amarração de encontro de paredes.



Fonte: Faz Fácil, 2019.¹⁸

O travamento dos blocos é dado a cada 2 fiadas, a disposição dos blocos na 1 fiada são diferentes da 2 fiada, assim sucessivamente uma fiada semelhante a 1 fiada e a outra semelhante a 2 fiada. Segue exemplo em amarração de encontro de paredes do tipo “T”, mostrado na Figura 25.

Figura 25 - Amarração de encontro de paredes tipo.



FONTE: MOHAMAD, 2015.¹⁹

¹⁸ Disponível em: <https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/amarracao-da-parede/2/>

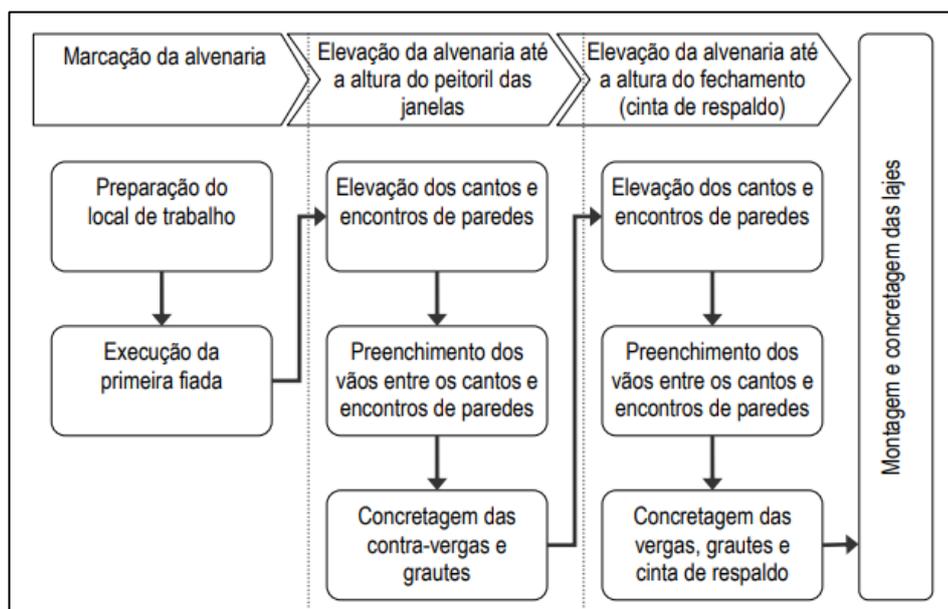
¹⁹ MOHAMAD, G.et al. Development of a new geometric design for non-modular concrete blocks for structural masonry. Ambiente Construído, vol.15 no.2 Porto Alegre Apr./June 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212015000200127

3.5.7. Elevação da alvenaria

A etapa de elevação de alvenaria é considerada uma das mais importantes no processo de construção. Requerer-se-á, mais do que nas outras etapas, que nessa etapa seja feita uma execução de qualidade e conformidade com projetos, para que assim tenha-se garantia de durabilidade, confiabilidade e desempenho da edificação (RICHTER, 2007)

Baseado em trabalhos de alguns autores (SANTOS,1998; ABCP, 2004; THOMAZ; HELENE,2000; SABBATINI, 2003), foi elaborada uma sequência de execução da elevação de alvenaria, conforme Figura 26.

Figura 26 – Esquema sequencial



Fonte: SANTOS,1998; ABCP, 2004; THOMAZ; HELENE,2000; SABBATINI, 2003.

A etapa da elevação da alvenaria engloba todas as outras etapas, como a fase de marcação e amarração que terá continuidade durante todo processo de elevação. Envolve também a fase de instalações elétricas e hidráulicas, instalações de janelas e portas, e todos outros elementos.

Segundo ABCP (2003), deve haver a verificação do nível, prumo e alinhamento durante toda execução. Se preenchidos os blocos apenas nas direções horizontais, para uma maior agilidade, as juntas verticais podem ser preenchidas após o assentamento com a ajuda de bisnagas.

O assentamento se inicia pelos cantos, conforme Figura 27, o que ajuda na referência de alinhamento. O escantilhão deve ser usado para controle das alturas de cada fiada, que são marcadas como gabaritos em sua haste principal. Aconselha-se que seja mantida a espessura das juntas, não ultrapassando 1 centímetro.

Figura 27 - Assentamento pelos cantos, tipo “castelo”.



Fonte: Equipe de obra, 2019.²⁰

Uma importante ferramenta nesse processo são os andaimes tipo mesa. A altura máxima de assentamento é de 1,5 metros, com o auxílio do andaime mesa é possível alcançar fiadas superior, além de garantirem segurança ao funcionário.

3.5.8. Instalações Elétricas e Hidráulicas

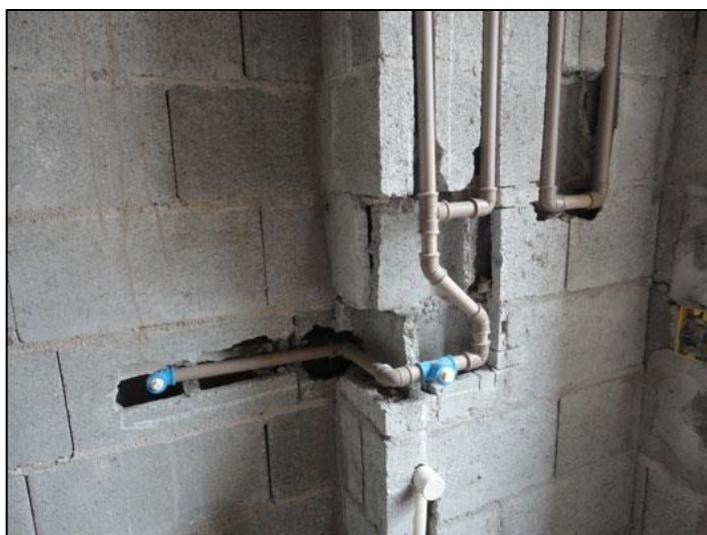
Segundo a Comunidade da Construção (2015), para a execução de um projeto racionalizado e que atenda às necessidades de instalações da edificação, sejam elétricas, hidráulicas, telefônicas e outras, é necessário que haja compatibilidade do projeto arquitetônico e dos projetos de instalações. Nessa etapa, engenheiro e arquiteto trabalham em associação, pois na alvenaria estrutural os danos de um recorte ou *shaft* não são apenas no caso de vedação, mas também danos estruturais.

O projeto de instalações deve ser determinado desde a etapa de marcação da obra, a execução da elevação de alvenaria só acontece a partir da compatibilização com o projeto de instalações elétricas e hidráulicas (RIBEIRO, 2009).

²⁰ Disponível em : <http://equipedebra17.pini.com.br/construcao-reforma/58/artigo279792-2.aspx>

As tubulações hidráulicas horizontais são embutidas na laje, já as tubulações verticais podem ser posicionadas por “paredes hidráulicas” ou “*shafts*”. As paredes hidráulicas são executadas após a alvenaria, uma espécie de anexo não estrutural, executada com blocos hidráulicos esses contendo ranhuras na vertical e horizontal, o que facilita o rasgo na parede para embutir a tubulação. Os *shafts* podem ser internos, conforme Figura 28, ou externos a alvenaria, é requerida uma maior atenção em sua execução, pois no corte do *shaft* há interação com elementos estruturais (VIOLANI, 1992).

Figura 28 - Representação de *shaft* no plano da alvenaria.



Fonte: Tecnisa, 2019.²¹

Segundo Figueiró (2009) as instalações elétricas são feitas após o assentamento da última fiada, assim as mangueiras elétricas são passadas por dentro dos blocos. As caixinhas de tomadas e interruptores são chumbadas em blocos elétricos. O corte dos blocos, executado em bancadas específicas e com devidas ferramentas, é feito no tamanho das caixinhas, conforme Figura 29. Evitando assim furos nas paredes já elevadas, sendo permitido apenas no caso de assentamento do quadro de distribuição, porém respeitando o manual ABCI (1990) e verificando se a abertura necessária para o quadro não implicará em danos na estrutura.

²¹ Disponível em: <https://www.tecnisa.com.br/imoveis/df/brasil/brasil/apartamentos/art-life-design/galeria/171/estagio-da-obra/6752>

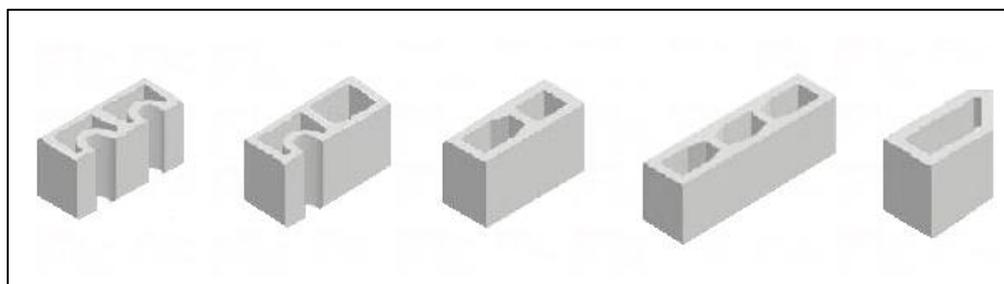
Figura 29 - Caixinhas de tomadas e interruptores chumbadas nos blocos.



Fonte: Comunidade Da Construção, 2013.²²

Além de todos esses meios para adequação das instalações, a elevação de alvenaria pode ser toda compatibilizada usando blocos elétricos e hidráulicos, sem que haja interferências, cortes ou danos. Uma paginação e modulação feita com esses blocos especiais garante rapidez no assentamento e nas instalações, representados na Figura 30.

Figura 30 - Blocos especiais: elétricos e hidráulicos



Fonte: FK Comércio, 2019.²³

²² Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/1/projetos-complementares/projeto/8/projetos-complementares.html>

²³ Disponível em :http://www.fkcomercio.com.br/bloco_de_concreto_vedacao.html

4. PARAMÊTROS DE COMPARAÇÃO

O propósito dos parâmetros de comparação entre os métodos construtivos parede de concreto e alvenaria estrutural de blocos de concreto é obter clareza dos fatores que influenciam de formas positivas e negativas a construção. Sabendo disso foi escolhido três fatores relevantes a serem analisados posteriormente.

A proposta comparação dos dois métodos nesses fatores é justamente pela semelhança na edificação finalizada. Em outras palavras, o produto é o mesmo, mas a sequência executiva até o objetivo é diferente.

4.1. CUSTOS DE MATERIAIS

Antes mesmo de concluir obras qualificadas e eficientes, o principal alvo de pequenas e grandes empresas é o lucro. Para isso é necessário um prévio planejamento e rígido levantamento desse importante indicador.

Os custos dos materiais serão baseados em cotações e tabelas orçamentárias, tais como:

- Tabela SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (2018).
- Tabela AGETOP – Agência Goiana de Transportes e Obras (2018).

Os critérios de comparação de custos dos materiais são baseados em qualidade, efetividade e rendimento dos produtos a serem utilizados. A associação desses fatores propicia um bom desempenho e otimização de custos na obra.

4.2. TEMPO E DESPESAS DE EXECUÇÃO

Há vários fatores externos que podem influenciar no tempo de execução de obra, como: intempéries, escassez de recursos e número de funcionários, por exemplo. Sabendo disso, será analisada em cada um dos métodos a influência desses fatores.

As despesas de execução estão diretamente ligadas ao tempo. As durações dos serviços implicam em custos prolongados ou reduzidos. Assim, cabe ao engenheiro apontar os

serviços e coordenar os recursos para que não venham faltar subsídios necessários para o andamento da obra.

Determinados os serviços de cada método construtivo, poderá ser usada como índice de referência de custos a tabela 134 – Custos de Obras Civis: Custo Referencial de mão de Obra, executada pela Agência Goiana de Transportes e Obras – AGETOP.

É fundamental que se tenha ciência dos serviços executados na obra e o seu devido tempo de execução. Esse fator é relevante quando se trata de cronograma e até mesmo prazo de entrega.

4.3. PRODUTIVIDADE

O aumento da eficiência da construção civil, colabora com o desenvolvimento do país. Estudos apontam que deve haver melhoria da produtividade da construção, por isso, é primordial que gestores aprimorem as formas de conduzir as obras para que tenham esse fator como resultado (CBIC, 2017).

A produtividade é a relação entre o uso de mão de obra e uso de materiais. Uma precisa utilização de mão de obra acarreta um otimizado gasto de materiais. Em outras palavras, recursos devidamente empregados originam em significativos resultados, portanto, maior produtividade. Pensando nisso, será avaliado essa relação associada ao tempo em cada método.

5. METODOLOGIA

O alvo desse estudo se baseia na comparação de custos, mão de obra e tempo de execução das estruturas entre os métodos construtivos parede de concreto e alvenaria estrutural, tendo modelo uma casa popular que se enquadra nos parâmetros do programa habitacional do governo Minha Casa Minha Vida, como mostra Figura 31. Esse que foi criado com o objetivo de garantir moradia a população de baixa renda, sem deixar de oferecer comodidade num projeto otimizado (Manual MCMV – Entidades, 2019).

Figura 31 – Casas do Programa Habitacional Minha Casa Minha Vida.



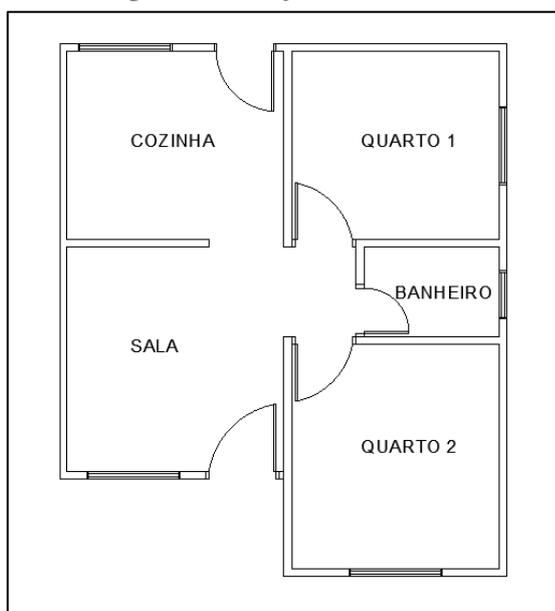
Fonte: Manual MCMV, 2019.²⁴

Considerando que a obra seja em uma cidade com média população no estado de Goiás, o Programa MCMV dispõe de até R\$180.000,00 para a construção da unidade. Segundo a Tabela de Custos Unitários Básicos de Construção fornecida pelo SINDUSCON-GO (Sindicato da Indústria da Construção do Estado de Goiás), para se enquadrar nos parâmetros do programa a unidade habitacional seria de no máximo 134,13m² de edificação, sendo uma residência unifamiliar de padrão baixo.

5.1. OBJETO ANALISADO

O objeto da pesquisa será uma casa popular, conforme Figura 32, composta por uma cozinha, dois quartos, um banheiro e uma sala. Servirá como referência para os dois métodos, ressaltando as diferenças entre eles.

²⁴ Disponível em: <http://abc.habitacao.org.br/minha-casa-minha-vida-puxa-crescimento-no-ramo-da-construcao/>

Figura 32 – Projeto analisado.

Fonte: LORENCETO, 2019 (Adaptado).

As instalações elétricas e hidráulicas são executadas conforme apresentados nos capítulos anteriores, sendo considerado apenas os valores referentes a mão de obra para toda estrutura.

Adotando o projeto arquitetônico acima para os dois métodos a principal alteração a ser feita será na espessura das paredes, tendo a mesma disposição e medidas dos cômodos. Para o método de parede de concreto a espessuras das paredes prontas serão de 10cm, para o método de alvenaria estrutural será incluído além da espessura do bloco, a regularização das paredes com espessura de 30mm internamente e externamente, respeitando a NBR 13479/1995, aproximando a 15cm de espessura total da parede.

As dimensões dos cômodos serão dispostos conforme quadro 1.

Quadro 1 – Dimensões do Projeto.

CÔMODO	COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)
Quarto 01	2,76	2,52
Quarto 02	2,76	3,00
Banheiro	1,80	1,20
Sala	2,88	3,00
Cozinha	2,88	2,52

Fonte: Próprias autoras, 2019.

6. RESULTADOS

Nesse capítulo será levantado os custos dos materiais e mãos de obra, de ambos os métodos construtivos, resultando no valor total da estrutura.

Para fornecer resultados específicos será utilizado quadros contendo os serviços descritos e materiais necessários para execução dos métodos comparados.

Sendo o presente trabalho uma pesquisa exploratória, os dados coletados para análise de comparação serão estabelecidos por planilhas orçamentárias, cotações, cursos e experiência em obras.

Válido ressaltar que os custos incluem apenas a parte estrutural e mão de obra das instalações elétricas e hidráulicas, excluindo os materiais das mesmas, coberturas, esquadrias e acabamentos.

6.1. CUSTO: PAREDE DE CONCRETO

No método construtivo parede de concreto, será levantado além dos custos de mão de obra e materiais, o custo para locação e compra da fôrma.

6.1.1. Custos e Composição das Fôrmas

Para a execução do sistema construtivo parede de concreto, existem algumas tipologias de fôrmas que devem ser observadas, já que elas podem ser de alumínio, madeira, aço, plástico ou até mesmo mistas. Para esse trabalho será analisado os custos da fôrma de alumínio, tanto o aluguel, incluindo a desvalorização pelos custos de indenizações, quanto para compra, onde será analisado as repetições para essa determinada tipologia.

Para o projeto da Figura 34, serão necessários trezentos e setenta e cinco metros quadrados de fôrma de alumínio, considerando o aluguel quarenta reais o metro quadrado, desconsiderando o frete e incluindo o valor de indenização que representa um por cento do valor do custo total da fôrma, e para compra seiscentos reais o metro quadrado (LORECENTO, 2019).

Na locação a medida que os meses aumentam, o valor da locação também sobe, além de que o aluguel da mesma tem de ser no mínimo dois meses, por isso o alto custo para uma única unidade habitacional, como mostrado no quadro 2.

Quadro 2 - Composição do custo da fôrma

NÚMERO DE UNIDADE HABITACIONAL	1	UND
QUANTIDADE DE FÔRMA	375,00	M ²
COMPRA	600	R\$/M ²
TOTAL COMPRA	225.000	R\$
LOCAÇÃO	40	R\$/M ²
MESES MÍNIMO DE LOCAÇÃO	2	MESES
INDENIZAÇÃO	1	%
TOTAL LOCAÇÃO	32.250	R\$

Fonte: Próprias autoras, 2019.

Esse quadro foi composto para uma única unidade habitacional, posteriormente será feito uma análise de quantas unidades habitacionais serão necessárias para o custo da fôrma compensar o valor de compra.

Para empresa FORSA, um jogo de fôrma permite de mil e quinhentas a duas mil repetições, se houver um uso correto e cuidado no manuseio das peças.

6.1.2. Custos Mão De Obra

Para auxílio nesses custos será observada a tabela 134 - custos de obras civis executada pela agência goiana de transportes e obras – AGETOP, conforme Anexo A. Onde serão considerados os montadores, armadores, ajudantes, eletricitas e encanadores, os dois últimos pelo fato da instaladora influenciar diretamente no tempo de execução da estrutura.

Para a execução desse projeto, em ciclos diários, são necessários um montador por cômodo mais dois para área externa, um encanador, um eletricitista e ajudantes para a concretagem e estucagem, portanto os custos de mão de obra serão conforme quadro 3.

Quadro 3 - Custos mãos de obra por concretagem

Profissional	Quantidade	Valor com encargo (h)	Valor diário	Valor total
MONTADOR	7	R\$ 15,53	R\$ 139,77	R\$ 978,39
ELETRICISTA	1	R\$ 15,53	R\$ 139,77	R\$ 139,77
ENCANADOR	1	R\$ 15,53	R\$ 139,77	R\$ 139,77
ARMADOR	1	R\$ 15,53	R\$ 139,77	R\$ 139,77
AJUDANTE	2	R\$ 9,51	R\$ 85,59	R\$ 171,18
TOTAL				R\$ 1.568,88

Fonte: Próprias autoras, 2019.

A mão de obra é um fator que afeta diretamente nos custos totais da obra, pois a produtividade que os funcionários alcançam é o que vai fazer com que a execução do método construtivo parede de concreto possa obter o resultado esperado.

Importante ressaltar que um mês tem cerca de vinte e dois dias úteis, porém há diversas razões que acarretam com que não haja concretagem todos os dias, tais como chuvas fortes, falta de funcionários, desforma não liberada pelo fato de o concreto não atingir a resistência necessária, entre outros motivos. Portanto em um mês será considerado dezoito concretagens.

6.1.3. Custos Gerais

Os custos gerais englobam todos os insumos que são necessários para a execução da estrutura, onde consideramos os materiais conforme quadro 4.

Quadro 4 - Custos Gerais

Materiais	Unidade	Quantidade	Valor unitário	Valor Total
INSUMOS GERAIS FÔRMA	VB	1,00	R\$ 350,00	R\$ 350,00
GABARITO FÔRMA	VB	1,00	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00
TELA Q61 3,4MM 15X15 - 13 PAINÉIS 2,45X6,00	KG	185,25	R\$ 3,40	R\$ 629,85
ESPAÇADOR EPR 100 JERUEL	UND	330,00	R\$ 0,24	R\$ 79,20
CONCRETO FCK 25 MPA	M ³	13,70	R\$ 314,00	R\$ 4.301,80
TOTAL				R\$ 8.860,85

Fonte: LORECENTO, 2019 (Adaptado).

Nos insumos gerais é considerado toda a matéria prima e fator de produção necessário para a execução do método, tais como demoldante, maquinários, entre outros.

Para o gabarito da fôrma, inclui a parte da marcação, onde é necessário locar os pontos da estrutura, executando de forma a garantir o correto posicionamento da mesma, é um valor fixo que é calculado apenas uma vez.

As telas são soldadas nervuradas, em malhas e os espaçadores considerados são para colocação nas armações de paredes e laje.

Por fim o concreto escolhido segue a NBR 6118 (ABNT, 2003), é um concreto auto adensável com fibra e bombeamento e slump 22+/- 2cm.

6.1.4. Custos Totais da Estrutura

Analisando todos os custos, tem-se o valor total da estrutura, para uma unidade habitacional, com o valor de compra, conforme quadro 5, e locação da fôrma, conforme quadro 6.

Quadro 5 - Custo total da estrutura: Compra da fôrma – Parede de concreto

Especificação	Valor por UH	Quantidade de UH	Total
FÔRMA	R\$ 225.000,00	1	R\$ 225.000,00
MÃO DE OBRA	R\$ 1.568,88	1	R\$ 1.568,88
GERAIS	R\$ 8.860,85	1	R\$ 8.860,85
TOTAL	R\$ 235.429,73		

Fonte: Próprias autoras, 2019.

Quadro 6 - Custo total da estrutura: Aluguel da fôrma – Parede de concreto

Especificação	Valor por UH	Quantidade de UH	Total
FÔRMA	R\$ 32.250,00	1	R\$ 32.250,00
MÃO DE OBRA	R\$ 1.568,88	1	R\$ 1.568,88
GERAIS	R\$ 8.860,85	1	R\$ 8.860,85
TOTAL	R\$ 42.679,73		

Fonte: Próprias autoras, 2019.

6.2. CUSTO: ALVENARIA ESTRUTURAL

No método construtivo alvenaria estrutural com blocos de concreto, será levantado custos estimados de mão-de-obra e materiais, incluindo unidades, armação e concreto necessário preparado em obra.

6.2.1. Custos e Quantitativos das Unidades

As unidades escolhidas para execução foram blocos da Família 39, a maior utilização sendo de blocos com dimensões de 14x19x39, onde respectivamente equivalem a medidas de largura, altura e comprimento. Além dos blocos inteiros, serão utilizados também os

chamados blocos canaletas nas vergas, contra-vergas e vigas com medidas semelhantes aos blocos inteiros.

O levantamento da quantidade das unidades para blocos inteiros foi considerado a área total de alvenaria descontando as aberturas de portas e janelas e vigas superiores. Para blocos canaletas, o quantitativo inclui vigas superiores e baldrame, vergas e contra-vergas de janelas e apenas vergas nas portas, conforme quadro 7.

Quadro 7 - Composição do Custo de Unidades

NÚMERO DE UNIDADE HABITACIONAL	1	UND
UNIDADES BLOCO INTEIRO	890	UND
UNIDADES BLOCO CANALETA	390	UND
PREÇO P/ UNIDADE - BLOCO INTEIRO	2,29	R\$
PREÇO P/ UNIDADE - BLOCO CANALETA	2,56	R\$
TOTAL UNIDADES	3.037	R\$

Fonte: Próprias autoras, 2019.

Os valores de custo unitário foram extraídos da tabela 134 de Custo Referenciais de materiais - custos de obras civis elaborada pela agência goiana de transportes e obras – AGETOP, conforme Anexo A.

É válido lembrar que nesse método construtivo é exclusiva a utilização de vigas e pilares de concreto armado, pois uma das características desse processo é suportar esforços sendo uma estrutura monolítica composta apenas de blocos e preenchimentos.

6.2.2. Custos Concreto Preparado Em Obra

No quantitativo de concreto preparado em obra estão inclusos argamassa de assentamento, chapisco e reboco interno e externo de paredes, chapisco e reboco interno de teto e emboço. A composição da argamassa e chapisco foi considerado sendo cimento areia e água, no reboco e emboço além desses componentes foi adicionada cal, diferenciam-se nos traços recomendados pelo engenheiro projetista. O custo por metro quadrado de argamassa de assentamento e revestimentos de regularização foi estimado em R\$ 58,27/m² (LORENCETO, 2019).

O graute, utilizado para preencher pilares, vergas e contra-vergas, composto de cimento, cal, areia grossa e brita 0, traço 1:0,02:1,2:1,5, respectivamente, fck=25MPa e preparo mecânico com betoneira 400L, segundo a Tabela de Serviços MAIO-2016 – SINAPI,

o custo por metros cúbicos é de R\$363,07/m³. Foi acrescida a perca de 10% no quantitativo total.

Quadro 8 - Custos mistura de concreto preparado em obra

Especificação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor total
ASSENTAMENTO E REVESTIMENTO	M ²	85,11	R\$ 58,27	R\$ 4959,36
GRAUTE	M ³	1,57	R\$ 367,03	R\$ 576,24
TOTAL			R\$ 5535,60	

Fonte: Próprias autoras, 2019.

6.2.3. Custos Mão De Obra

Assim como em parede de concreto, nesse custo será utilizada a tabela 134 de Custos referenciais de mão de obra - custos de obras civis elaborada pela agência goiana de transportes e obras – AGETOP, conforme Anexo A. Onde serão considerados no processo pedreiros e ajudante de pedreiro.

Foi considerada a duração da obra sendo 12 dias trabalhados, a diária de 8 horas. Pela área total de elevação e demais serviços, foi estabelecido 0,89m²/h para produção por hora da obra, conforme quadro 9, o que totaliza 6,4m²/dia de produção diária. A equipe com 2 pedreiros e 1 ajudante de pedreiro.

Quadro 9 - Produtividade

METRAGEM ELEVACÃO	85,11	M ²
DURAÇÃO DA OBRA EM HORAS	96	H
PRODUTIVIDADE REQUERIDA	0,89	M ² /H

Fonte: Próprias autoras, 2019.

Por conta da reduzida área a ser construída, os profissionais estimados para a execução desse projeto, como mostra o quadro 10, estarão envolvidos em todos os serviços estabelecidos como: fundação, elevação, instalações elétricas e hidráulicas.

Quadro 10 - Custos mãos de obra

Profissional	Qtde	Valor com encargo (h)	Valor diário	Dias trabalhados	Valor total
PEDREIRO	2	R\$ 15,53	R\$ 248,48	12	R\$ 2.981,76
AJUDANTE DE PEDREIRO	1	R\$ 9,51	R\$ 76,08	12	R\$ 912,96
TOTAL					R\$ 3.894,72

Fonte: Próprias autoras, 2019.

6.2.4. Custos Gerais

Nos custos gerais estarão inclusos o quantitativo de aço necessário para toda armação da estrutura e a laje de cobertura.

Foram dimensionados vergalhões com bitolas de 8mm para armação das vigas superior, vergas e contra-vergas, e para a armação dos pilares e vigas baldrames bitolas de 10mm, conforme quadro 11. Todos estes de classe CA-50, escolhida esta por ter maior utilização na construção civil.

De acordo com o Catálogo Construção Civil disponibilizado pela GERDAU (2019), as barras são fabricadas de acordo com a NBR 7480 da ABNT, para os vergalhões da Classe CA-50 as bitolas variam de 6,3mm até 40mm. São vendidas em barras retas de 12 metros ou carretéis e o preço se dá pelo peso da barra em kilogramas (kg).

Quadro 11 - Custos aço

Bitola	Metros	Barras de 12m	kg	Preço p/ kg	Valor total
ACO CA-50 - 8,0 MM (5/16")	39,03	3,25	15,42	4,1	R\$ 63,21
ACO CA-50 10,0 MM (3/8")	94,03	7,84	57,99	4,05	R\$ 234,84
TOTAL	R\$ 298,05				

Fonte: Próprias autoras, 2019.

A laje escolhida foi a treliçada com EPS, as vantagens desse tipo além de isolamentos acústicos e térmicos, não requer uma fundação para grandes cargas, é de fácil transporte, manuseio e montagem. O valor referente ao metro quadrado da laje, incluindo material e montagem, foi cotado em três empresas da região de Anápolis, apresentado no quadro 12, adotando o menor valor encontrado.

Quadro 12 - Custo laje

Empresa	Valor do m2	Metragem da laje (m2)	Valor Total
EMPRESA 1	R\$ 32,00	45	R\$ 1.440,00
EMPRESA 2	R\$ 35,00	45	R\$ 1.575,00
EMPRESA 3	R\$ 40,00	45	R\$ 1.800,00

Fonte: Próprias autoras, 2019.

6.2.5. Custos Totais da Estrutura

Analisando todos os custos, tem-se o valor total da estrutura, conforme quadro 13 de custo total.

Quadro 13 - Custo total da estrutura – Alvenaria estrutural

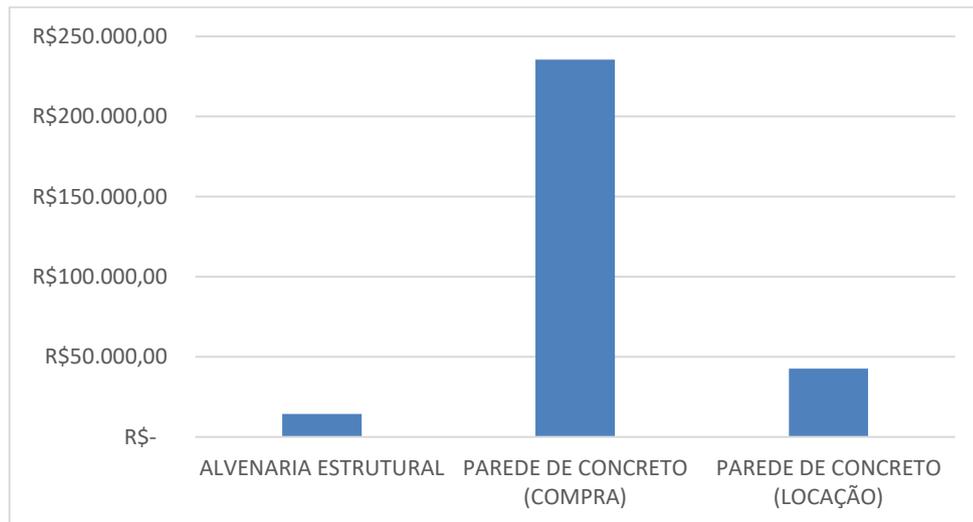
Especificação	Valor por UH	Quantidade de UH	Valor Total
UNIDADES	R\$ 3.037,00	1	R\$ 3.037,00
ARGAMASSA E GRAUTE	R\$ 5.535,58	1	R\$ 5.535,58
MÃO DE OBRA	R\$ 3.894,72	1	R\$ 3.894,72
AÇO	R\$ 458,74	1	R\$ 458,74
LAJE	R\$ 1.440,00	1	R\$ 1.440,00
TOTAL			R\$ 14.366,04

Fonte: Próprias autoras, 2019.

7. COMPARAÇÕES E CONCLUSÃO

Nesse capítulo será analisado os custos dos dois métodos, destacando os custos da alvenaria estrutural e da parede de concreto para compra e locação.

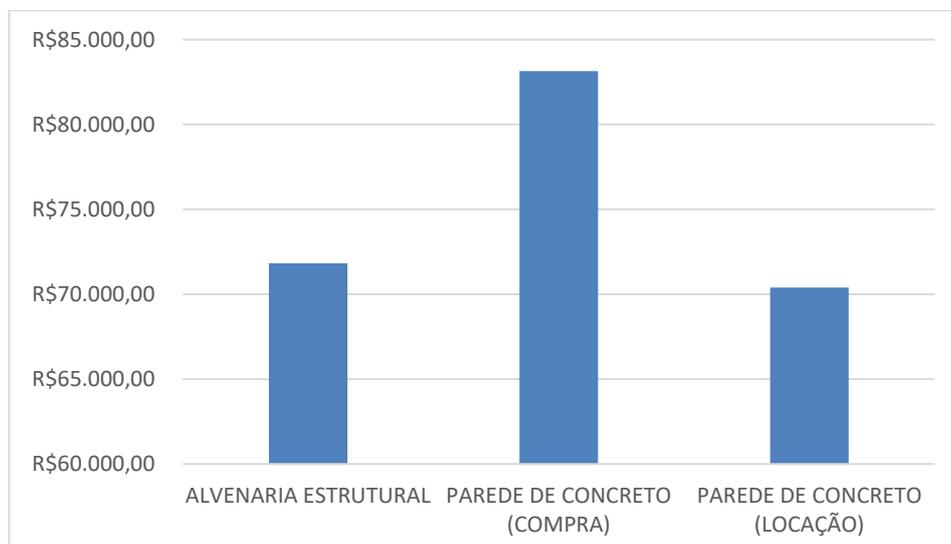
Gráfico 1 - Custos para uma Unidade Habitacional



Fonte: Próprias autoras, 2019.

Para 1 (uma) unidade habitacional é recomendado o uso da alvenaria estrutural, pois o custo da fôrma, tanto para locação quanto para compra, se torna inviável visto que é considerado um alto investimento para um baixo número de unidades.

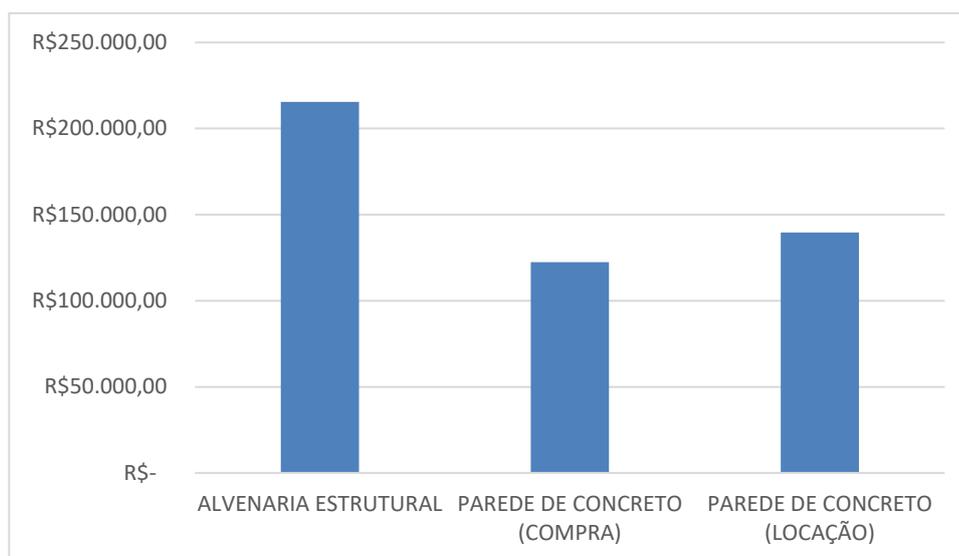
Gráfico 2 - Custos para cinco Unidades Habitacionais



Fonte: Próprias autoras, 2019.

Sendo 5 (cinco) unidades habitacionais, pelo gráfico nota-se que o valor da alvenaria estrutural excede a parede de concreto por locação, porém nesse caso não foi considerado o valor do frete, um fato que influencia economicamente e altera o seu valor de acordo com a transposição da fôrma. Portanto até cinco unidades o valor da alvenaria estrutural ainda é mais recomendável.

Gráfico 3 - Custos para sete Unidades Habitacionais



Fonte: Próprias autoras, 2019.

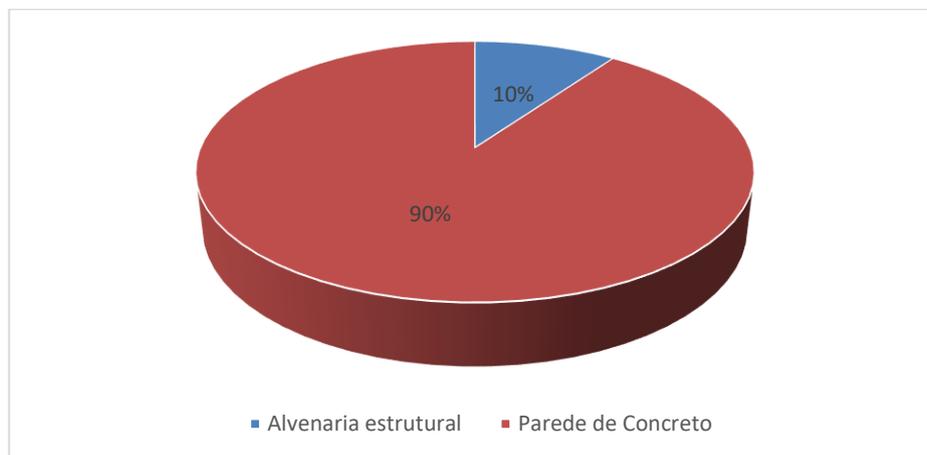
Nesse caso para 7 (sete) unidades, é expressiva o alto custo da alvenaria estrutural em relação aos demais, tendo de ser recomendada a parede de concreto. Porém para a compra ou locação das fôrmas, levando em conta que o valor do frete também não é considerado, é compensador a compra das mesmas visto que a diferença dos custos é desprezível e o produto torna-se próprio.

A partir da análise do último gráfico é satisfatório a utilização do método parede de concreto para construções em grandes escalas, incluindo a compra das fôrmas. A agilidade encontrada nesse método também é um fator que influencia diretamente na escolha desse processo.

Para uma breve comprovação de tempo, baseado nas durações de obra estabelecidas em cada método, 18 unidades por mês para parede de concreto e 1,8 unidades de alvenaria estrutural, conforme estabelecido nos capítulos acima, em um período anual são feitas 216 unidades de parede de concreto e 21,6 unidades de alvenaria estrutural, ou seja, 10% da

produtividade da parede de concreto corresponde a produtividade total da alvenaria estrutural, como mostrado no gráfico 4.

Gráfico 4 - Comparativo de Produtividade Anual.



Fonte: Próprias autoras, 2019.

Sabe-se que o método de alvenaria estrutural é notadamente manual o que exige maior demanda de mão de obra e conseqüente maior período de obra. Todavia o acesso aos recursos é mais viável, a compra de unidades é mais fácil e mais barata quando comparada à compra de fôrmas dando importância ao valor unitário desses elementos sendo os de maiores utilizações nos métodos comparados.

A mão de obra de pedreiros de alvenaria é abundante em relação à mão de obra de montadores, tendo em consideração que a mão de obra de pedreiros é menos especializada que a de montadores, estes que exercem apenas a função de montagem das fôrmas diferente dos pedreiros que executam diversos serviços dentro do canteiro.

O fato de o concreto ser bombeado e assim preenchendo as fôrmas faz com que o prazo de duração da obra seja expressivamente menor que o outro método citado, atendendo apenas a cura do concreto para utilização. O que torna o método de parede de concreto mais especializado e industrializado, essa prontidão compensa os gastos significantes em locações ou compras das fôrmas quando para uma grande escala de repetição.

REFERÊNCIAS

ABESC, 2007/2008. **Parede de Concreto | Coletânea de ativos**. Disponível em: <http://abesc.org.br/pdf/coletanea_ativos.pdf>. Acesso em 09 de janeiro de 2019.

ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) - **Alvenaria com Bloco de Concreto: Prática Recomendada – Execução de Alvenaria :Elevação**. Recife, 2003. Disponível em: <https://www.abcp.org.br/cms/wp-content/files_mf/pr5_ae_execucao_alvenaria_elevacao.pdf> Acesso em 15 de fevereiro de 2019.

ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland). **Alvenaria com Bloco de Concreto: Prática Recomendada**. Recife, 2003. Disponível em: <https://www.abcp.org.br/cms/wp-content/files_mf/PR_AE1_Como-Escolher-Controlar-a-Qual-dos-Blocos.pdf> Acesso em 6 de março de 2019.

ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland). **Alvenaria com Bloco de Concreto: Prática Recomendada - Execução de Alvenaria: Marcação**. Recife, 2003. Disponível em: <https://www.abcp.org.br/cms/wp-content/files_mf/pr4_ae_execucao_alvenaria_marcacao.pdf> Acesso em 14 de março de 2019.

ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland). **Alvenaria Estrutural - Passo a passo**, 2015. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3183762/mod_resource/content/1/ABCP%20-%20Alvenaria%20Estrutural%20passo%20a%20passo.pdf>. Acesso em 14 de março de 2019.

ABCP, 2010. **ABCP, ABESC e IBTS lançam Ativos em Paredes de Concreto**. Disponível em: <<https://www.abcp.org.br/cms/imprensa/noticias/abcp-abesc-e-ibts-lancam-ativos-em-paredes-de-concreto/>>. Acesso em: 16 de março de 2019.

ABESC, 2009/2010. **Parede de Concreto | Coletânea de ativos**. Disponível em: <<http://abesc.org.br/arquivos/coletania-aditivos-09.10.pdf> >. Acesso em 18 de janeiro de 2019.

AGETOP – Agência Goiana de Transportes e Obras - **Tabela 134 – Custo Referencial de mão de Obra – CUSTOS DE OBRAS CIVIS – DEZEMBRO/2018**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. **Manual Técnico de Alvenaria**. São Paulo: Projeto; PW, 1990. 274 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NBR 15961-1: Alvenaria Estrutural - Blocos de Concreto Parte 1 – Projeto**, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NBR 6136 - Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural**, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NBR 7211 – Agregados para concreto – Especificação**, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NBR 8798 - Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT NBR 14931 - Execução de estruturas de concreto – Procedimento**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT NBR 16055: Parede de Concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e Procedimentos**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT NBR 6118 – Projeto de estrutura de concreto – Procedimento**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT NBR 15575 – Edificações habitacionais – Desempenho.**

CAIXA ECONÔMICA - **Manual Minha Casa Minha Vida**, 2019. Disponível em <https://www.caixa.gov.br/Downloads/habitacao-minha-casa-minha-vida/MANUAL_MCMV_ENTIDADES.pdf>. Acesso em 19 de outubro de 2019.

CAMACHO, J.S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural. Ilha Solteira - São Paulo, 2006.

CANATO, R. L. - **Considerações para o controle tecnológico de obras em alvenaria estrutural** - Dissertação / Ricardo Luiz Canato. - São Carlos: UFSCar, 2015. 100 p.

CATÁLOGO GERDAU. **Produtos Gerdau para paredes de concreto**. Disponível em: <<https://www.gerdau.com/br/pt/productsservices/products/Document%20Gallery/catalogo-paredes-concreto-armado.pdf>>. Acesso em 13 de março de 2019.

CAVALHEIRO, O. P. **Alvenaria estrutural, tão antiga e tão atual**, 2005.

CBIC, 2017 - **Manual básico de indicadores de produtividade na construção civil**. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Manual_Basico_de_Indicadores_de_Produtividade_na_Construcao_Civil_2017.pdf>. Acesso em 16 de março de 2019.

CICHINELLI, Gisele C. (2010) - **Sistemas de Formas**. Revista Técnica, ed. 155. Disponível em: <<http://techn17.pini.com.br/engenharia-civil/155/formas-286677-1.aspx>>. Acesso em 16 de março de 2019.

COELHO, R.A. **Parâmetros de projeto de alvenaria estrutural com blocos de concreto**, 2014.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO (2010) – **Gabarito para posicionamento de fôrmas de Parede de Concreto**. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/boas->

praticas/13/gabarito-para-posicionamento-de-formas-de-parede-de-concreto.html>. Acesso em 15 de abril de 2019.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO (2010) – **Parede de Concreto | Instalações**. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/instalacoes/execucao/34/instalacoes.html>>. Acesso em 19 de abril de 2019.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO (2010) - **Utilização de ferramentas próprias para alvenaria estrutural**.< <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/boas-praticas/3/utilizacao-de-ferramentas-proprias-para-alvenaria-estrutural.html>>. Acesso em 19 de abril de 2019.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO (2011) - **Formas**. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/formas/execucao/31/formas.html>>. Acesso em 19 de abril de 2019.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO (2012) - **Alvenaria Estrutural**. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/1/materiais/qualidade/9/materiais.html>> Acesso em 15 de maio de 2019.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2002. **Boas práticas | Parede de Concreto**. Disponível em: < <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/boas-praticas/2/parede-de-concreto/>>. Acesso em 15 de maio de 2019.

CORSINI, R. **Normas e legislação | Paredes Normatizadas**. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/183/artigo287955-2.aspx>>. Acesso em 23 de maio de 2019.

CRUISUS, A. D. **Execução de Alvenaria: elevação das paredes** - Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFRGS, 2011. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/eso/content/?tag=escantilhao>>. Acesso em 26 de maio de 2019.

DÉSIR, J. M. – **Alvenaria Estrutural: Graute** – Autoria: Jean Marie Désir - Engenharias

UFRGS, 2016. Disponível em: <<https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/alvenaria-estrutural/creditos.php>>. Acesso em: 26 de maio de 2019.

FERREIRA, S.T. - **Novo modelo de projeto de produção para execução de edificações em alvenaria estrutural/** Sabrina Tavares Ferreira– Rio de Janeiro: POLI/UFRJ, 2015. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10013192.pdf>>. Acesso em 26 de maio de 2019.

FIGUEIRÓ, W. O. - **Racionalização do Processo Construtivo de Edifícios em Alvenaria Estrutural** – Monografia. Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, janeiro de 2009.

FRANÇA, R. G. R. - **Causas, Diagnósticos E Tratativas De Patologias Em Parede De Concreto: Estudos De Caso** – Monografia. Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Anápolis – UniEvangélica. Anápolis, 2019.

HENDRY, A.W. **Engineered design of masonry buildings: fifty years development in Europe**. Prog. Struct. Eng. Mater.; 4:291–300. University of Edinburgh - Scotland,2002.

IBRACON, 2018. **Sistemas construtivos paredes de concreto, alvenaria estrutural e pré-fabricados de concreto**. Disponível em: <http://ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/pdfs/revista90.pdf>. Acesso em 22 de maio de 2019.

IZQUIERDO, O. S. – **Estudo da interface bloco/graute em elementos de alvenaria estrutural** – Monografia – São Carlos – SP, 2015. Disponível em: <http://www.set.eesc.usp.br/static/media/producao/2015DO_OrietaSotoIzquierdo.pdf>. Acesso em 22 de maio de 2019.

KALIL, S. M. B.- **Alvenaria Estrutural**. PUCRS, 2007. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/7/70/TC025_Alvenaria_estrutural_A_x.pdf>. Acesso em 22 de maio de 2019.

LORECENTO, DANILO. **Workshop online – Parede de Concreto 1º edição**, 2019.

MELO, M. **Artigo técnico – Modulação**, 2019. Disponível em: <<http://acervir.com.br/modulacao-eng-marcia-melo/>> Acesso em 14 de abril de 2019.

MISURELLI H.; MASSUDA C. **Parede de concreto**. Revista Técnica, ed. 147. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/147/paredes-de-concreto-285766-1.aspx>>. Acesso em 02 de junho de 2019.

NUNES, VALMIRO QUÉFREN GAMELEIRA N972a. **Análise estrutural de edifícios de paredes de concreto armado** / Valmiro Quéfren Gameleira Nunes; orientador Márcio Roberto Silva Corrêa. – São Carlos, 2011. Disponível em: <http://web.set.eesc.usp.br/static/data/producao/2011ME_ValmiroQuefrenGameleiraNunes.pdf>. Acesso em 02 de junho de 2019.

PASTRO, R. Z. **Alvenaria Estrutural – Sistema Construtivo** - Departamento de Engenharia Civil, Universidade São Francisco, Itatiba, 2007.

RAMALHO, M.A.; CORRÊA.M.R.S. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo, Pini. 2003.

RIBEIRO, P. T.-**Casa de Alvenaria Estrutural** – Revista Técnica,2009. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/a/ae/Casa_de_alvenaria_estrutural.pdf>. Acesso em 21 de maio de 2019.

RICHTER, C. **Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda: uma análise da confiabilidade e da conformidade**/ Cristiano Richter- 2007.

SABBATINI, F. H. **Argamassas de Assentamento para Paredes de Alvenaria Resistente**. Boletim técnico 02/86. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1986

SABBATINI, F.H. **Alvenaria Estrutural – Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico: Requisitos e critérios mínimos a serem atendidos para solicitação de**

financiamento de edifícios em alvenaria estrutural junto à Caixa Econômica Federal. Caixa Econômica Federal, Diretoria de Parcerias e Apoio ao Desenvolvimento Urbano. Março, 2003.

SANTOS, M. D. F. **Técnicas construtivas em alvenaria estrutural: contribuições ao uso.** Santa Maria, 1998. 130p, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria.

SANTOS, R.A. **Controle da queda da qualidade da execução da alvenaria estrutural.** – Monografia- Salvador, 2010. Disponível em: <<http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/Qualidade%20Alvenaria%20Estrutural%20-%20Robson%20de%20Almeida%20Santos.pdf>>. Acesso em 02 de junho de 2019.

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – **Lista de Insumos**, junho de 2019.

SILVA, Fernando Benigno da. **Paredes de concreto armado moldadas in loco.** Revista Técnica, ed. 167. Disponível em: < <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/167/paredes-de-concreto-armado-moldadas-in-loco-286799-1.aspx> >. Acesso em 03 de junho de 2019.

SOUZA, P. M. – **Graute Dosado em Central** – Engenheiro Pedro Manoel de Souza – São Paulo, junho de 2017. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/373/anexo/graute-usi.pdf>>. Acesso em 03 de junho de 2019.

TAUIL, C. A. **Alvenaria Estrutural - Construindo o conhecimento**, 2018.

TECNOSIL, 2018. **Paredes de concreto moldadas in loco: o que são e por que usá-las na sua obra?** Disponível em: < <https://www.tecnosilbr.com.br/paredes/>>. Acesso em 03 de junho de 2019.

THOMAZ, E.; HELENE, P. **Qualidade no projeto e na execução de alvenaria estrutural e de alvenaria de vedação em edifícios.** São Paulo: UPUSP, Boletim técnico. 31p, 2000.

VIOLANI, M.A.F. **As instalações prediais no processo construtivo de alvenaria estrutural.** Semin a Ci. Exatas, Tecnol, Londrina, v. 13, n. 4, p. 242-255, dez. 1992.

VOTORATIM CIMENTOS (2018) - **Desmoldante para fôrmas: saiba como escolher e utilizar.** Disponível em: < <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/saiba-como-escolher-e-utilizar-desmoldante-para-formas-de-concreto/>>. Acesso em 03 de maio de 2019.

ANEXO A – Custo Referencial de Mão de Obra

Código auxiliar	Mão-de-obra	Unidade	Valor sem encargos	Valor com encargos
	MÃO-DE-OBRA - HORISTAS - Encargos Sociais: 119,02%.			
0008	AJUDANTE	h	4,34	9,51
0030	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	h	4,34	9,51
0031	AJUDANTE DE FERREIRO	h	4,34	9,51
0023	APLICADOR DE EPOXI	h	7,09	15,53
0006	ARMADOR	h	7,09	15,53
0028	AZULEJISTA	h	7,09	15,53
0034	CALCETEIRO	h	7,09	15,53
0020	CALHEIRO	h	7,09	15,53
0010	CARPINTEIRO	h	7,09	15,53
0012	ELETRICISTA	h	7,09	15,53
0011	ENCANADOR	h	7,09	15,53
0029	FERREIRO	h	7,09	15,53
0019	JARDINEIRO	h	7,09	15,53
0024	MARCENEIRO	h	7,09	15,53
0033	MONTADOR DE DIVISÓRIA/PAINEL	h	7,09	15,53
0015	MONTADOR DE ESTRUT. METALICA	h	7,09	15,53
0025	OFICIAL "B"	h	7,09	15,53
0032	OPERADOR DE BETONEIRA	h	5,21	11,41
0004	PEDREIRO	h	7,09	15,53
0018	PINTOR	h	7,09	15,53
0013	POCEIRO	h	7,09	15,53
0022	RASPADOR DE TACOS	h	7,09	15,53
0021	SERRALHEIRO	h	7,09	15,53
0005	SERVENTE	h	4,34	9,51
	MÃO DE OBRA - MENSALISTAS - Encargos Sociais: 75,89%.			
0035	" APONTARIFE "	h	9,22	16,22
0017	ALMOXARIFE/APONTADOR	h	7,09	12,47
0002	ENCARREGADO	h	9,93	17,47
0001	ENGENHEIRO	h	38,01	66,86
0003	MESTRE DE OBRAS (ENCARREG.X1,85)	h	18,37	32,31
0038	TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO	h	8,42	14,81
0016	VIGIA DE OBRA DIURNO (SALÁRIO X 1,0591)	h	4,60	8,09
0036	VIGIA DE OBRA NOTURNO (SALÁRIO X 1,2364)	h	5,37	9,45
0037	VIGIA DE OBRA NOTURNO-SÁBADO/DOMINGO DIURNO (SALÁRIO X 1,6455)	h	7,14	12,56