

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ARTHUR RODRIGUES MAIA
VINÍCIUS PEREIRA BARROS**

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS
PAREDE DE CONCRETO E ALVENARIA ESTRUTURAL**

ANÁPOLIS / GO

2020

**ARTHUR RODRIGUES MAIA
VINÍCIUS PEREIRA BARROS**

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS 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

2020

FICHA CATALOGRÁFICA

MAIA, ARTHUR RODRIGUES/ BARROS, VINÍCIUS PEREIRA

ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS PAREDE DE CONCRETO E ALVENARIA ESTRUTURAL

73P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2020).

TCC - UniEVANGÉLICA
Curso de Engenharia Civil.

1. Concreto	2. Parede de concreto
3. Concretos utilizáveis	4. Nacional
I. ENC/UNI	II. BACHAREL

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MAIA, Arthur Rodrigues; BARROS, Vinícius Pereira. Análise Comparativa dos Métodos Parede de Concreto e Alvenaria Estrutural. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 73p. 2020.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Arthur Rodrigues Maia


Vinícius Pereira Barros

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Análise Comparativa dos Métodos Parede de Concreto e Alvenaria Estrutural

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2020

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.



Arthur Rodrigues Maia

E-mail: arthurmaia26@hotmail.com



Vinícius Pereira Barros

E-mail: vinicius.bw@hotmail.com

**ARTHUR RODRIGUES MAIA
VINÍCIUS PEREIRA BARROS**

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS 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 MESQUITA G. QUARESMA, Mestra (UniEVANGÉLICA)
(ORIENTADORA)**

**EDUARDO DOURADO ARGOLO, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**AGNALDO ANTÔNIO MOERIRA TEODORO DA SILVA, Mestre
(UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 30 de novembro de 2020.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente, por ter me abençoado e ter me dado o conhecimento para poder chegar até aqui, e sei que sem a sua benção nada seria possível. Agradeço a minha Mãe e minha Avó, por sempre colocarem fé em mim pra poder vencer as barreiras que a vida oferece, e por sempre me incentivar a buscar conhecimento e estudo, porque seria a única coisa que ninguém poderia me tomar. Agradeço ao meu parceiro de dupla Arthur, que apesar das dificuldades enfrentadas podemos nos apoiar um no outro, e mesmo com discussões e divergências sempre podemos chegar a um acordo. Agradeço a minha orientadora Wanessa, que sempre teve paciência comigo e com meu parceiro pra responder até as perguntas mais bobas que apareciam, e que nunca duvidou da nossa capacidade.

VINÍCIUS PEREIRA BARROS

AGRADECIMENTOS

É com uma imensa alegria que venho aqui, agradecer a Deus por mais uma etapa concluída em minha vida e não posso esquecer de citar o bem mais precioso na vida de uma pessoa, a família. Ter uma família alegre e abençoada é o pilar essencial para suas conquistas, nunca esqueça de agradecer. Obrigado pai, mãe, namorada, irmã, cunhados e sogros sou eternamente grato a tudo, porque sem o amor de vocês eu não teria chegado até aqui. Obrigado Vinícius, pela parceria e está compartilhando conhecimentos durante os estudos, com algumas divergências, mas com paciência e escutando um ao outro entramos em um consenso para criar esse belo projeto. Quero também agradecer a minha orientadora por estar sempre presente e nos ajudando bastante com seu conhecimento e pela confiança de acreditar no nosso projeto.

ARTHUR RODRIGUES MAIA

RESUMO

A construção civil está sempre buscando inovações em seus processos construtivos, para melhorar o tempo de finalização e diminuir os custos de uma determinada edificação. Essa pesquisa tem como principal objetivo explicar a análise comparativa entre os métodos construtivos paredes de concreto e alvenaria estrutural com blocos de concreto vazados. Buscando entender a viabilidade e as condições para iniciar um empreendimento de cada método. A forma de análise utilizada nesse trabalho é a comparação entre o quesito preço e tempo, utilizando dados de dois métodos construtivos, alvenaria estrutural e parede de concreto, caracterizando a metragem quadrada e os gastos das etapas executivas de cada método.

PALAVRAS-CHAVE:

Parede de concreto. Alvenaria Estrutural. Método construtivo.

ABSTRACT

Civil construction is always looking for innovations in its construction processes, to improve the completion time and reduce the costs of a specific building. This research has as main objective to explain the comparative analysis between the construction methods of concrete walls and structural masonry with hollow concrete blocks. Seeking to understand the feasibility and conditions to start a venture of each method. The form of analysis used in this work is the comparison between the item price and time, using data from two construction methods, structural masonry and concrete wall, characterizing the square footage and the expenses of the executive stages of each method.

KEYWORDS:

Concrete wall. Structural masonry. Constructive method.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas da produção do Concreto	18
Figura 2 - Sistema Outinord – Formas Metálicas	20
Figura 3 - Sistema Gethal – Fôrmas Metálicas da Gethal	20
Figura 4 - Jardins dos Girassóis, primeiro empreendimento do Nordeste construído com Parede de Concreto com mais de cinco pavimentos. Salvador, BA	21
Figura 5 - Fundação - Radier	26
Figura 6 - Fundação - Sapata Corrida	26
Figura 7 - Etapas do Processo Construtivo de Paredes de Concreto	26
Figura 8 - Distanciadores para Espessura da Parede	27
Figura 9 - Posicionamento das telas soldadas e fixação de eletrodutos	28
Figura 10 - Eletrodutos e caixas elétricas presos na armação	29
Figura 11 - Instalação Hidráulica	30
Figura 12 - Instalação e Montagem do Sistema de Fôrmas	30
Figura 13 - Fôrmas Metálicas	31
Figura 14 - Fôrmas Metálicas com Madeira Compensada	32
Figura 15 - Fôrmas de Plástico	32
Figura 16 - Fôrmas de Alumínio <i>Easysset</i>	33
Figura 17 - Aplicação do Desmoldante nas placas	34
Figura 18 - Concretagem das Paredes	35
Figura 19 - Desenforma	36
Figura 20 - Diferença entre acabamento em paredes de concreto e alvenaria	37
Figura 21 - Catedral de Notre Dame em Paris	40
Figura 22 - Edifício Monadnock Building	40
Figura 23 - Residencial Chácara Primavera em Jundiaí/SP	42
Figura 24 - Teatro Municipal de São Paulo	42
Figura 25 - Bloco com dimensões 14x19x39	44
Figura 26 - Bloco com dimensões 14x19x19	44
Figura 27 - Bloco com dimensões 14x19x34	44
Figura 28 - Bloco com dimensões 14x19x54	45
Figura 29 - Bloco com dimensões 14x19x29	45
Figura 30 - Bloco com dimensões 14x19x14	45
Figura 31 - Bloco com dimensões 14x19x44	46

Figura 32 - Blocos Especiais	46
Figura 33 - Planta de Primeira Fiada	49
Figura 34 – Escantilhão	49
Figura 35 – Esquadro	50
Figura 36 - Apresentação da forma de aplicação da argamassa nas paredes longitudinais e transversais dos blocos	51
Figura 37 - Aplicação da Argamassa Polimérica com Bisnaga	52
Figura 38 – Amarrações diretas	53
Figura 39 – Amarração em “L” e com gancho	53
Figura 40 - Amarração nos cantos e amarração na junção de paredes	54
Figura 41 - Grauteamento	55
Figura 42 – Levantamento da Alvenaria	55
Figura 43 – Planta da primeira fiada	56
Figura 44 – Elevação da parede com detalhes da estrutura	57
Figura 45 – Localização dos “shafts”	58
Figura 46 – Posicionamento da tubulação e caixa de luz após a parede respaldada	59
Figura 47 – Blocos especiais elétrico e hidráulico	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Vantagens e Desvantagens da Parede de Concreto	23
Quadro 2 - Resumo das tipologias de concreto	24
Quadro 3 - Vantagens e Desvantagens da Alvenaria Estrutural	47

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Preço do Método por Unidade Habitacional	61
Tabela 2 – Comparativa de custos em relação as modalidades	61

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABESC	Associação Brasileira de Serviços de Concretagem
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGETOP	Agência Goiana de Transporte e Obras
BNH	Banco Nacional de Habitação
DATec	Documento de Avaliação Técnica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geográfica e Estatística
IBTS	Instituto Brasileiro de Telas Soldadas
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PBQP-h	Programa Brasileiro de Produtividade do Habitat
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 JUSTIFICATIVA	15
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 ASPECTOS GERAIS DAS PAREDES DE CONCRETO.....	18
2.2 HISTÓRICO	20
2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS.....	23
2.4 TIPOS DE CONCRETOS UTILIZADOS NO SISTEMA PAREDE DE CONCRETO	24
2.4.1 Concreto Celular	24
2.4.2 Concreto com Alto Teor de Ar Incorporado	24
2.4.3 Concreto com Agregados Leves	25
2.4.4 Concreto Autoadensável ou Convencional	25
2.5 PROCESSO EXECUTIVO DA PAREDE DE CONCRETO.....	25
2.5.1 Marcação	27
2.5.2 Armação	27
2.5.3 Instalações Elétricas e Hidráulicas	29
2.5.4 Sistema de Fôrmas	30
2.5.4.1 Fôrmas Metálicas	31
2.5.4.2 Fôrmas Metálicas e Compensadas	32
2.5.4.3 Fôrmas Plásticas	32
2.5.4.4 Fôrmas de Alumínio.....	33
2.5.5 Aplicação do Desmoldante	33
2.5.6 Concretagem	34
2.5.7 Desenforma	35
2.5.8 Acabamento	36
3 MÉTODO CONSTRUTIVO: ALVENARIA ESTRUTURAL	38
3.1 ASPECTOS GERAIS DA ALVENARIA ESTRUTURAL	38
3.2 HISTÓRICO.....	39

3.3	TIPOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL	42
3.4	MODELOS DE BLOCOS UTILIZADOS	43
3.5	VANTAGENS E DESVANTAGENS	47
3.6	PROCESSO EXECUTIVO DE ALVENARIA ESTRUTURAL	48
3.6.1	Marcação da Primeira Fiada	48
3.6.2	Assentamento da Primeira Fiada	50
3.6.2.1	Argamassa de Assentamento	50
3.6.2.2	Aplicação da Argamassa nos Blocos	51
3.6.3	Amarração	52
3.6.4	Grauteamento e Graute	54
3.6.5	Elevação da Alvenaria	55
3.6.6	Instalações Hidráulicas e Elétricas	57
4	ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS	60
4.1	QUESITO PREÇO	60
4.2	QUESITO TEMPO	62
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
	REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

Durante milhares de anos os seres humanos poderão observar e estudar a natureza para se aperfeiçoarem dos materiais, ter técnicas e teorias cada vez melhores para morar e conviver. Pois desde o momento que o homem passou a existir sobre a terra, teve a necessidade de morar, e morar bem. E através do fruto do trabalho de inúmeros homens, surgiu o conhecimento do concreto. Mas, indo mais longe que isto, considerando que os primeiros concretos e cimentos foram gerados pela natureza, pode considerar também que as rochas sedimentares são uma forma de concreto natural (KAEFER, 2008).

Desde a era dos Romanos o concreto é utilizado, no entanto, eles não utilizavam o cimento como conhecemos hoje, utilizavam uma mistura de pozolana natural e cal. Com a ruralização da Europa na idade média, o concreto foi meramente esquecido, onde voltou a ter seu desenvolvimento pesquisado novamente no século XIX (FUSCO, 2020).

De acordo com Sousa (2020), no ano de 1758, o concreto voltou a ter novas características pesquisadas, que foi quando o britânico John Smeaton foi incumbido da tarefa de desenvolver um cimento que pudesse resistir à ação erosiva da água do mar, com o emprego de uma cinza vulcânica natural da Itália, a pozolana. Smeaton obteve um cimento de alta qualidade que foi utilizado na construção do Farol de Eddystone, que permaneceu intacto por mais de um século. Já no ano de 1824, Joseph Aspdin foi quem elaborou o “Cimento Portland”, que conhecemos hoje, que referenciava a cidade britânica onde havia jazidas de minério que eram utilizadas para cimento.

Sousa (2020, p.1) afirma “Através do emprego de vários recursos e apuramento das técnicas, as possibilidades de se trabalhar com formas e dimensões promovem construções arquitetônicas cada vez mais ousadas.”, e devido a esses arranjos de construções cada vez maiores e surpreendentemente magníficas, o cimento tornou-se um dos materiais mais importantes da história da engenharia moderna.

E devido a constante evolução da engenharia e da necessidade de construir formas e coisas cada vez mais inusitadas e diferentes, em muito dos casos fixadas sob ambientes agressivos, o homem acabou criando uma infinidade de tipos diferentes de concreto. Utilizando cimento, agregados, aditivos e formas de aplicação, pode-se encontrar concreto em praticamente todo tipo de obra, inclusive na fundação de plataformas petrolíferas, no fundo dos oceanos ou enterradas a centenas de metros abaixo da terra, e várias outras superestruturas, como túneis ou a mais de 400 metros acima solo, em arranha-céus (KAEFER, 2008).

Como o número de pessoas aumentava cada vez mais, ano após ano ao redor do mundo, conseqüentemente a demanda de moradores em busca de uma boa moradia aumentaria também. Com isso, um sistema construtivo veio conquistando várias construtoras por sua execução ser rápida e econômica para obras de grande porte, conhecido como Parede de Concreto.

O sistema parede de concreto é uma possibilidade inovadora que vem beneficiando os brasileiros com um método construtivo voltado a construção de larga escala, o qual é exigido no mercado da construção civil brasileira. Esse projeto é recomendado para obras que possuem uma alta repetitória, como condomínios, edifícios residenciais horizontais e verticais. Obras em cidades grandes exigem um prazo de término com certa velocidade por conta de o fluxo de moradores ser maior, portanto, o uso da parede de concreto é eficaz para esse tipo de obra (SOUSA & AVILA, 2014).

As vantagens do uso da parede de concreto são bem satisfatórias, a qualidade desse tipo de projeto na entrega da obra depende muito dos materiais fornecidos, e seu andamento em sua fase inicial. Para se ter uma boa qualidade, esse empreendimento necessita de fôrmas com uma boa precisão dimensional, ter um certo controle da produção de matérias (aço, concreto) e projetos muito bem elaborados, respeitando os padrões de qualidade estabelecidos por norma (MACÊDO, 2016).

O método construtivo parede de concreto possui uma boa execução no desempenho normalizado, que conta com um material permanente e duradouro, sendo o concreto um dos componentes mais relevantes nesse sistema. Ele possui um resultado eficiente e satisfatório para as construtoras brasileiras. Com testes feitos nos laboratórios e institutos de pesquisa mais conceituados, seguindo a ABNT NBR 15575:2013 – Norma de Desempenho, que tem como objetivo apresentar um bom desempenho nas condições climáticas, desempenho acústico, resistência a impactos e permeabilidade da superfície (SILVESTRE, 2013).

1.1 JUSTIFICATIVA

No ano de 2008, nosso país estava com uma deficiência habitacional de 7,9 milhões de casas, dados retirados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), instituída pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Com essa situação precisaria de um programa de grande porte para resolver tal problema, então a partir daquele momento surge o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) e mais uma vez à construção civil exerceu seu papel, com um método construtivo promissor, o uso da Parede de Concreto.

Trazendo grandes benefícios, que viabilizariam uma diminuição de custo, mão de obra e tempo de execução, onde é extremamente importante ter esses três pontos em uma obra de grande rotatividade e agilidade.

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), foi um plano de moradia instaurado pelo Governo Federal em 2009, com o propósito de melhorias para o brasileiro ter seu próprio imóvel, com a flexibilização das condições de financiamento para cidadãos de baixa renda, com contribuições de empresas, municípios, estados federativos e entidades sem fins lucrativos (POLETIZE, 2017).

Esse sistema construtivo conhecido como Paredes de Concreto, moldadas in loco, tem como principal objetivo reduzir os acabamentos, por ser um sistema racionalizado, diferente da construção convencional que poderia exigir um tempo maior na execução, com isso pode concluir que esse é o processo mais eficaz para obras de grande porte, obras rápidas e de custo efetivo baixo.

1.2 OBJETIVOS

Nesse tópico são apresentados os objetivos que direcionam a pesquisa.

1.2.1 Objetivo geral

Apresentar as principais características do método construtivo paredes de concreto e alvenaria estrutural, embasado em um referencial teórico.

1.2.2 Objetivos específicos

- Apresentar embasamento teórico sobre o método construtivo parede de concreto e alvenaria estrutural;
- Apresentar o método construtivo parede de concreto e alvenaria estrutural com blocos vazados;
- Analisar os dois métodos comparando os aspectos de vantagens e desvantagens de cada um;
- Apresentar dados em tabelas dos parâmetros preço e tempo, de cada método em forma de qualitativo.

1.3 METODOLOGIA

O trabalho apresentado foi escrito se baseando em uma bibliografia revisada, fundamentando-se em artigos de revistas e jornais *on-line* voltados para a engenharia moderna, em trabalhos de conclusão de curso com temas paralelos e semelhantes, dissertações, coletâneas fornecidas pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), normas da ABNT relacionadas ao tema abordado e entre outros.

Buscando todo o corpo de pesquisa nas referências acima citados, buscou entender o comparativo entre os processos construtivos Parede de Concreto e a Alvenaria estrutural que ganharam muito mercado em tamanha proporção na engenharia atual.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O objetivo dessa pesquisa está dividido em cinco (5) etapas, tais como:

Capítulo 1, que informará o direcionamento dessa pesquisa, conforme apresentados acima;

Capítulo 2, apresentará a parede de concreto;

Capítulo 3, apresentará a alvenaria estrutural;

Capítulo 4, análise comparativa quantitativa dos métodos construtivos: parede de concreto e alvenaria estrutural, embasado em parâmetros de vantagens e desvantagens, e comparando tempo e custo por metro quadrado de cada método.

Capítulo 5, conclusão.

2 MÉTODO CONSTRUTIVO: PAREDE DE CONCRETO

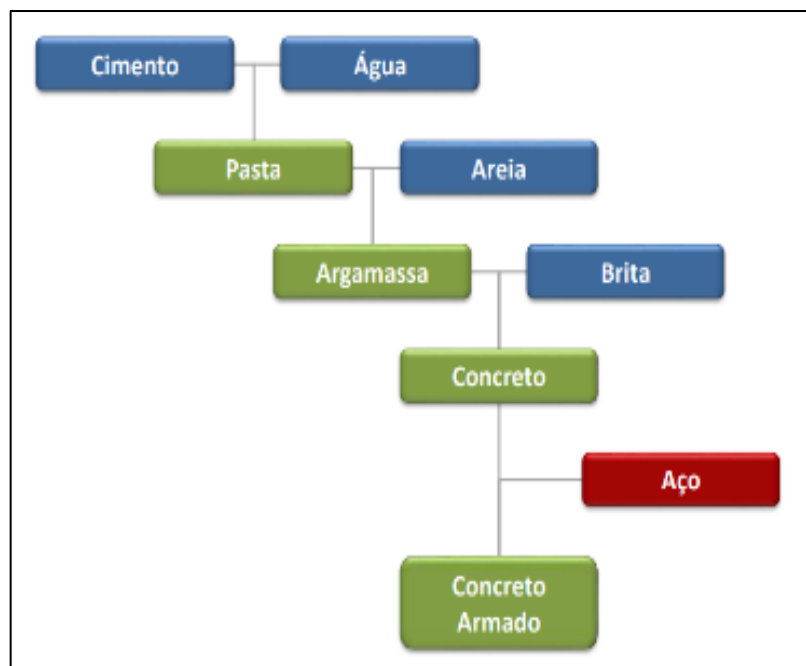
O método construtivo utilizado na pesquisa foi por muito tempo desconhecido e muito pouco utilizado. No entanto, com a vasta necessidade de evoluir, e fazer construções mais ousadas, rápidas e econômicas, as paredes de concreto passaram ser um modelo a ser mais utilizado e ser constantemente evoluído. Evolução essa, que fez com que o método ganhasse espaço e uma notoriedade dentre os métodos construtivos.

2.1 ASPECTOS GERAIS DAS PAREDES DE CONCRETO

O concreto é composto por cimento, água, agregado miúdo (areia) e agregado graúdo (brita). Na adição de concreto o cimento com a água forma uma pasta trabalhável, porém deve ser tomado certo cuidado na quantidade de água, por ser o principal fator na ativação química. Com isso, essa pasta se torna um material capaz de ser moldada de várias formas nas primeiras horas, com o tempo a mistura da relação água cimento torna o material resistente para ser usado em uma estrutura adequada (NOVELLI, 2020).

Para facilitar o entendimento da produção do concreto precisamos entender algumas etapas, portanto será analisado na Figura 1 abaixo.

Figura 1 - Etapas da produção do Concreto



Fonte: GEOFIX, 2017.

Logo, com mais utilização do concreto na construção civil, começou o uso do concreto armado, que é um tipo derivado do concreto. Esse tipo de concreto é utilizado com uma armação de aço no interior da sua composição. Esse aço ajuda o concreto em sua resistência a tração, já que o mesmo resiste por si só a compressão. No entanto, não basta apenas combiná-los, é necessário ter uma aderência entre os dois, e essa aderência é devido ao coeficiente de dilatação térmica de ambos, que se pode dizer que são aproximadamente iguais (VERÍSSIMO & CÉSAR JR., 1998).

E assim, com o crescimento e aquecimento da construção civil no século XXI, empresas buscarão absorver melhorias e outras formas para terem um serviço de qualidade com rapidez, eficiência e economia. Desenvolvendo pesquisas e métodos, que racionalizam o tempo de obra, buscando vantagens como velocidade de construção, redução de perdas e uma alta qualidade no produto final oferecido. E buscando atender todos esses quesitos, surgiu o sistema construtivo de Paredes de Concreto moldadas no local, sistema na qual foi sendo incorporado e evoluído cada vez mais por empresas e centros de pesquisa, empresas essas que tinha um único objetivo, aumentar o lucro e se manter na corrida comercial da construção civil (SANTOS, 2013).

Esse sistema construtivo acabou surgindo através da necessidade das construtoras de fazerem obras rápidas, e planejadas, podendo assim diminuir na perda de material e aumentar tanto em produtividade quanto no lucro, que era o principal ativo das grandes construtoras naquele período.

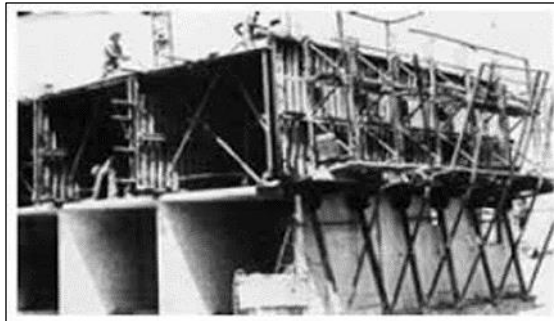
A construção tradicional teve por muito tempo seu espaço predominante em meio aos processos executivos de obras. Divergente da construção industrializada, a construção tradicional utiliza em seu método várias técnicas para ter então um resultado final. Com a utilização de blocos cerâmicos ou de concreto, ainda na execução de vigas, pilares e lajes, é utilizado o concreto convencional. Sendo por si só, um modelo artesanal. Porém com três fatores que o fazem perder espaço, uma baixa produtividade, o enorme índice de desperdício e ainda a sujeira gerada (SATO, 2011).

E com a incorporação do método construtivo nas construtoras de maior produtividade, que buscavam sempre melhorar na velocidade, para que assim pudessem obter um lucro rápido e maior, o procedimento pode ter sua vez dentre os procedimentos construtivos convencionais daquela época (SANTOS, 2013).

2.2 HISTÓRICO

A Comunidade da Construção apresenta em sua Coletânea de Ativos 2007 – 2008, que este método, acabou sendo desenvolvido como resultado de experiências com dois sistemas e um modelo de obra específica, o Sistema Gethal, que utiliza concreto celular, o Sistema Outinord, que utiliza o concreto convencional e o modelo de obras com painéis de formas trepantes ou deslizantes. No início com uso de formas Metálicas conforme Figura 2.

Figura 2 - Sistema Outinord – Formas Metálicas
Figura tipo Túnel



Fonte: MACEDO, 2016.

Com o tempo, o sistema de formas metálicas foi se aperfeiçoando em sistemas mais complexos, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Sistema Gethal – Fôrmas Metálicas da Gethal



Fonte: GETHAL, 2016.

Com a criação do Banco Nacional de Habitação – BNH, em 1966, surgiram enfim, programas habitacionais que fariam com que as vantagens desse sistema fossem utilizadas ao máximo, porque seriam obras com uma alta rotatividade e repetitividade, o que seria

necessário para impulsionar o desenvolvimento e o uso do sistema paredes de concreto na década seguinte (LORDESLEEM JÚNIOR, 1998).

Na década de 1970, o Brasil começou a utilização desse sistema construtivo para suprir uma demanda de um déficit habitacional. Naquela época o governo precisava desse método para entregar a obra com rapidez e eficiência. Porém, o uso da parede de concreto naquele ano teve uma queda muito alta no mercado, então as construtoras retomaram suas atividades com esse sistema no ano de 2009, conquistando todos com o projeto “Minha Casa, Minha Vida” (COSTA, 2013).

Em 2002 a ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) declarou que na década de 80, as cidades de Natal (RN) e Manaus (AM) receberam empreendimentos habitacionais como casas populares no sistema de paredes de concreto. E declara ainda que naquele ano, somente no Brasil, já haviam sido construídas aproximadamente 40.000 casas utilizando o mesmo método, conforme Figura 4.

Figura 4 - Jardins dos Girassóis, primeiro empreendimento do Nordeste construído com Parede de Concreto com mais de cinco pavimentos. Salvador, BA



Fonte: AC COMUNICAÇÕES, 2012.

Por conta da elevada demanda, as construtoras necessitam de um curto tempo e o baixo custo na execução, com isso, esse tipo de parede consegue atender todas essas necessidades. A Caixa Econômica Federal, o órgão responsável pelo financiamento desse projeto, informou que em 2014 presenciou 36% das moradias produzidas, entretanto em 2015

esse percentual teve um crescimento de 52%, onde foi o auge do programa (TECNOSIL, 2018).

Com um grande crescimento da construção civil e uma busca cada vez maior por obras que ofereçam conforto e comodidade, construtoras passaram a oferecer a seus clientes tudo ao qual eles procuram, conforto térmico e acústico, estética na arquitetura e a durabilidade da construção. Com isso, essas construtoras arranjaram-se em inovar e industrializar seus canteiros, estimulando a integração entre arquitetura e engenharia, de acordo com a coordenadora de projetos Regional Norte/Nordeste da ABCP, em palestra na Concrete Show 2019, Glécia Vieira (VIEIRA, 2019).

A mesma autora, Vieira (2019), aponta que os sistemas com maior produtividade e economia, dominariam o mercado durante o boom imobiliário (2009 a 2013), e justamente nesse período, o sistema das paredes de concreto ganhou mais visibilidade, por se tratar de um método construtivo rápido, econômico e com uma alta produtividade.

Um pouco antes do boom imobiliário, ocorreu a união de instituições respeitadas no meio técnico da construção, a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), o Instituto Brasileiro de Telas Soldadas (IBTS) e a Associação Brasileira de Serviços de Concretagem (ABESC), com o intuito de darem início a um debate sobre edificações que foram feitas com paredes de concreto moldadas in loco, método que teria o nome de Parede de Concreto.

Com a união dessas instituições, no ano de 2007 começam as iniciativas para pesquisas em obras que desenvolvem esse sistema em questão. Em visitas a obras nas cidades de Bogotá (Colômbia) e Santiago (Chile), verificou-se que as construtoras adotam predominantemente esse sistema construtivo, e assim tornou uma necessidade a implantação dele no canteiro brasileiro, segundo a coletânea de ativos 2007/2008.

Em maio de 2012, foi estabelecida e aprovada uma norma para servir de parâmetro e normalização do sistema construtivo de parede. No dia 10 do presente mês foi regulamentada no Brasil a norma ABNT NBR 16055:2012 - Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações - Requisitos e procedimentos. Nesta norma são especificados métodos para a fabricação da parede de concreto, criação de projetos, materiais devidamente coretos, dimensionamento e análise estrutural (WENDLER, 2013).

Antes da elaboração e aprovação da norma regulamentadora, há um fato interessante, sempre que necessário a utilização do método, era necessário um Documento de Avaliação Técnica, que era conhecido como DATec, para assegurar que as normas do Programa Brasileiro de Produtividade do Habitat (PBQP-h) e da Caixa Econômica fossem seguidas (COSTA, 2016).

2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Assim como todo método construtivo, o método das paredes de concretos contém suas vantagens e desvantagens.

Quadro 1 - Vantagens e Desvantagens da Parede de Concreto

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<p>Racionalização da produção das vedações, com alta produtividade, baixo índice de perdas e mão-de-obra reduzida;</p> <p>Ocorre o aumento da produtividade, devido a existência de uma sequência definida de tarefas (locação, montagem das formas, posicionamento das instalações, fixação dos negativos das esquadrias, com possibilidade dos batentes na própria forma, resultando na redução do custo global da obra);</p> <p>Aumento da qualidade tanto nos serviços de execução quanto no acabamento superficial (final da parede);</p> <p>As formas são reutilizáveis e cada conjunto produz os painéis de vedação de uma habitação em 24 horas, podendo incluir a laje na cobertura;</p> <p>Existe por meio do sistema a possibilidade de a vedação exercer função estrutura, onde as paredes são adotadas para distribuir carregamento;</p> <p>A uniformidade da parede permite a utilização de um revestimento de pequena espessura, sem necessidade de regularização, ou mesmo a eliminação do revestimento de regularização, como argamassas e pastas, antes da aplicação da pintura;</p> <p>As atividades independem da habilidade do operário, não exigindo qualificação, apenas treinamento. O consumo de mão-de-obra é reduzido quando comparado ao processo construtivo tradicional;</p> <p>Existe uma sequência ordenada de trabalho que permite uma simplificação das tarefas;</p> <p>O emprego desse sistema construtivo exige organização e maior planejamento do processo de construção, as soluções devem ser tomadas previamente à execução;</p> <p>Proporciona o aumento da área útil da habitação, quando comparado aos sistemas convencionais com paredes com espessura acima de 15cm, pois os painéis de concreto usualmente apresentam espessura final entre 8 e 12 cm;</p>	<p>Elevado custo das fôrmas que deve ser reduzido em diversas utilizações. Essa necessidade de alta reutilização ocorre apenas quando se tem uma demanda constante e uma tipologia habitacional definida e ainda é viável para um número de unidades superior a 50;</p> <p>Há na maioria dos casos necessidade de equipamentos de grande porte para o emprego das fôrmas metálicas, que são geralmente pesadas e de grandes dimensões, os mesmos são necessários para o transporte das fôrmas ou do volume de concreto requerido;</p> <p>Na execução com paredes monolíticas moldadas <i>in loco</i>, algumas limitações podem ser apontadas em relação ao projeto principalmente em relação à modificações devido à função estrutural;</p> <p>No emprego de formas tipo túnel e mesa/parede, há restrições quanto ao emprego de lajes com diferentes níveis, devido ao deslocamento de formas em cada andar nos ciclos de produção;</p> <p>No emprego de formas tipo túnel e mesa/parede, há paredes com função de vedação que não são determinadas pelo método construtivo e quando ocorre o emprego de alvenaria de blocos, não conseguem acompanhar a velocidade com que são executadas as paredes estruturais;</p> <p>As patologias, principalmente as fissuras, a umidade e o desempenho insatisfatório decorrentes do inadequado emprego do passado contribuem para a pouca utilização no presente;</p>

Fonte: SACHT, 2008.

2.4 TIPOS DE CONCRETOS UTILIZADOS NO SISTEMA PAREDE DE CONCRETO

Esse sistema necessita de um concreto que seja trabalhável, a qualidade desse material é essencial para preencher cada canto das fôrmas sem separações, e ter um bom resultado quando retiradas (TAKATA, 2009).

Quadro 2 - Resumo das tipologias de concreto

Tipo	Concreto	Massa específica (kg/m ³)	Resistência mínima à compressão (MPa)	Tipologia usualmente utilizada
L1	Celular	1500 - 1600	4	Casa até 2 pavimentos
L2	Com agregado leve	1500 - 1800	20	Qualquer tipologia
M	Com alto teor de ar incorporado	1900 - 2000	6	Casa até 2 pavimentos
N	Convencional ou Auto-adensável	2000 - 2800	20	Qualquer tipologia

Fonte: COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2020.

2.4.1 Concreto Celular

É um concreto do tipo L1 que tem como principal fator, uma massa específica baixa que possui resultados satisfatórios em relação ao seu isolamento térmico e acústico, pelo fato de possuir uma espuma que gera uma quantidade gradual de bolhas para cobrir todos os vazios. O concreto celular é indicado para casas de até dois pavimentos por ter uma baixa resistência mecânica, então é proibido o uso de uma laje de cobertura e para edifícios só pode ser utilizado nas paredes do último pavimento, e também sem a utilização da laje de cobertura (FONSECA et al, 2019).

2.4.2 Concreto com Alto Teor de Ar Incorporado

Esse tipo de concreto possui um teor de ar incorporado até 9%, é do tipo M com resistência a compressão de 6 MPa, permitido para o uso de casas até dois pavimentos e para prédios só pode ser utilizado nas paredes do último andar. Por ter características semelhantes

a do concreto celular também não é permitido o uso da laje de cobertura (MORQUECHO, 2016).

2.4.3 Concreto com Agregados Leves

O agregado leve possui um bom desempenho térmico e acústico, porém os concretos do tipo M e L1 possuem um desempenho melhor, ele é indicado para estruturas de até 25 MPa. Para esse tipo de concreto atingir uma boa resistência nesse tipo de sistema, deve ser usada o agregado argila expandida que pode ser um grande aliado no preenchimento dos vazios nas fôrmas (SCOBAR, 2016).

2.4.4 Concreto Autoadensável ou Convencional

No ano de 1988, pesquisadores japoneses desenvolveram um concreto capaz de suprir uma necessidade de estruturas com uma alta taxa de armadura, conhecido como concreto autoadensável, que possui um bom resultado quando o assunto é preenchimento de vazios e não é necessária a utilização de máquinas para tal fato. Então, esse concreto é considerado uma revolução no âmbito da construção civil mundialmente (OKAMURA, 1997).

O concreto autoadensável do tipo N é o mais utilizado no sistema parede de concreto, por ser um material de rápida aplicação, por um bombeamento e com uma propriedade muito plástica. Com isso, utilizando esse concreto ele economiza o tempo de obra e evita poluição sonora por dispensar o processo de adensamento feito por vibradores. O convencional também pode ser usado nesse sistema, porém esse tipo de concreto precisa ter certa trabalhabilidade quando for transportado para evitar vazios nas fôrmas (OKAMURA, 2003).

2.5 PROCESSO EXECUTIVO DA PAREDE DE CONCRETO

No início do processo executivo, é necessário estar concluídos o nivelamento do terreno e suas fundações. Conferindo previamente os serviços no começo da execução da estrutura, para assim evitar patologias futuras referentes ao recalque das fundações ou até mesmo o desaprumo do conjunto estrutural. Observando também o processo de impermeabilização da estrutura logo após a conclusão da fundação.

Na Figura 5 observa um tipo de fundação rasa conhecida como Radier.

Figura 5 - Fundação - Radier



Fonte: COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2002.

Já na Figura 6 é possível observar a fundação rasa mais tradicional – Baldrame.

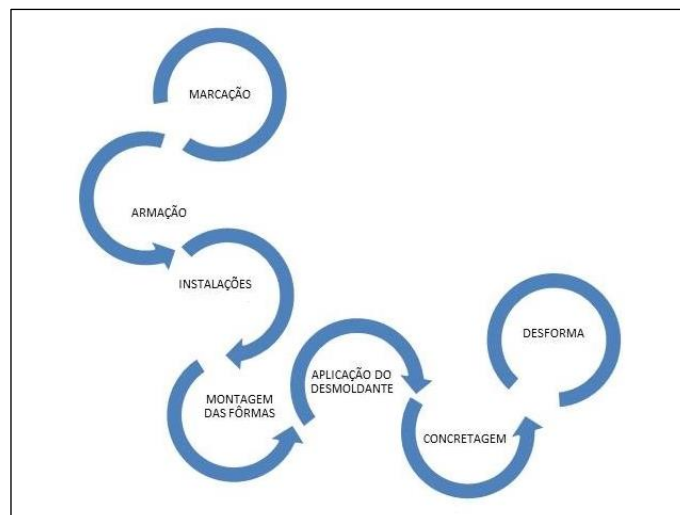
Figura 6 - Fundação – Viga Baldrame



Fonte: COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2002.

Todo o processo construtivo é dividido em 7 (sete) etapas precisas, que dependem uma da outra para serem concluídas com sucesso. Conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Etapas do Processo Construtivo de Paredes de Concreto



Fonte: Próprios autores, 2020.

2.5.1 Marcação

Para iniciar as marcações dos painéis de fôrmas e evitar patologias no decorrer da execução é de extrema importância ter em mãos alguns materiais como linha de algodão, pó xadrez, fio de prumo, trena, pistola a gás e distanciadores.

Com a definição de dois eixos de referência (X e Y) cada um com direções distintas ou, em casos de blocos germinados quando a distância for maior que 5 metros de um eixo para outro, para facilitar a execução e evitar o acúmulo de medidas pode incluir mais dois eixos (X' e Y') segundo a Comunidade da Construção (2002), com todos os eixos posicionados essa é a primeira e mais importante etapa para dar início à execução do sistema construtivo.

Finalizado o posicionamento dos eixos, iniciamos as marcações das paredes da parte externas e internas nos seus respectivos lugares, e com um fixador, local os distanciadores garantindo a espessura correta da parede, como mostra na Figura 8.

Figura 8 - Distanciadores para Espessura da Parede



Fonte: ASTRA, 2020.

2.5.2 Armação

Segundo a NBR 16055:2012, estipula a utilização de apenas uma tela no interior da parede, somente em casos especiais utiliza duas telas, quando as paredes contém uma espessura maior que 15 cm ou quando são paredes do pavimento térreo, que são expostas ao choque com automóveis ou se apresentarem marquises. A norma ainda diz que as telas devem ser posicionadas no eixo da parede.

As telas utilizadas na parede de concreto são telas soldadas. Assim elas podem assegurar a divisão e absorção de esforços, auxiliando no controle de retração do concreto e ainda desempenhando um papel estrutural. Telas desse tipo facilitam na fixação dos elementos elétricos e hidráulicos, como as caixas elétricas, eletrodutos e quadros de distribuição (G. M. MORAIS, 2017).

O Catálogo da Gerdau apresenta que ao executar as armações das paredes, é necessário deixar um arranque em fundações e nas lajes dos pavimentos, para a fácil locação das telas no centro das marcações.

Além das telas soldadas também é necessário a colocação de reforços feitos com vergalhões. Reforços estes, que segundo o Catálogo da Gerdau, devem ser posicionados em áreas onde há uma grande concentração de esforços de tração. Mais comum vê-los nas vergas e contravergas de janelas, e vergas de portas. A Figura 9 mostra o processo de armação e instalação em paredes de concreto (CATÁLOGO GERDAU, 2019).

Figura 9 - Posicionamento das telas soldadas e fixação de eletrodutos



Fonte: IBTS, 2020.

2.5.3 Instalações Elétricas e Hidráulicas

Segundo a Comunidade da Construção (2020), as instalações elétricas como tomadas, luzes, caixas de interruptores e conduites, são fixadas nas telas antes mesmo da concretagem das formas, com auxílio de um gabarito fornecido no projeto em seus respectivos lugares. As caixas da parte elétrica possuem aberturas onde o concreto pode entrar, para evitar esse transtorno é aconselhável usar pó de serra ou papel para impedir a passagem de concreto no momento da concretagem. Os conduites obrigatoriamente devem ser presos nas armações garantindo o posicionamento e recobrimento correto na concretagem. No comércio de produtos elétricos é comercializado uma caixa que acompanha tampas que evitam a entrada de concreto além disso são tampas reaproveitáveis, contribuindo com a economia e agilidade da obra, conforme Figura 10.

Figura 10 - Eletrodutos e caixas elétricas presos na armação



Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS, 2020.

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

“Não se admitem tubulações horizontais, a ser trechos de até um terço do comprimento da parede, não ultrapassando 1 metro, desde que o trecho seja considerado não estrutural. Em nenhuma hipótese são permitidos tubulações, horizontais e verticais, nos encontros de paredes” (item 13.3).

Para iniciar a instalação hidráulica na parede de concreto, conforme Figura 11, deve levar em conta as seguintes determinações, o diâmetro máximo da tubulação deve ser de 50 mm, pressão na parte interna deve ser inferior a 0,3 MPa e as tubulações não podem ser

metálicas para não ocorrer a corrosão galvânica que segundo a norma é um processo eletroquímico, quando dois metais distintos entram em contato corroendo um ao outro (NBR 16055 ABNT, 2012).

Figura 11- Instalação Hidráulica



Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS, 2020.

2.5.4 Sistema de Fôrmas

Missurelli e Massuda (2009), distinguem as fôrmas como estruturas provisórias que irão moldar o concreto fresco e recém lançado, em um produto que será a parede de concreto. Sendo necessário conter no projeto de fôrmas, o detalhamento completo do posicionamento dos painéis, equipamentos auxiliares, peças de travamento e prumo, escoramento e sequencias de montagem e desmontagem (MISSURELLI & MASSUDA, 2009).

Figura 12 - Instalação e Montagem do Sistema de Fôrmas



Fonte: COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2020.

E essas mesmas fôrmas são divididas em subgrupos:

- Fôrmas Metálicas;
- Fôrmas Metálicas e Compensadas;
- Fôrmas Plásticas;
- Fôrmas de Alumínio.

Que independente do grupo escolhido, terão a mesma funcionalidade, se suportar assim os esforços solicitantes na concretagem, como ações climáticas, cargas de estruturas auxiliares como na montagem dos andaimes e linhas de vida, assim como o próprio peso do concreto no seu lançamento e adensamento (NBR 16055 ABNT, 2012).

As fôrmas também devem manter a geometria da peça que está a se formar, além de apresentar uma estanqueidade. Assim, seja qual for o tipo de fôrma escolhido, todas devem resistir desde o lançamento até que o concreto adquira uma resistência suficiente para desforma (MISSURELLI & MASSUDA, 2009).

2.5.4.1 Fôrmas Metálicas

Apesar de seu custo elevado, são fôrmas que são mais utilizadas devido a sua durabilidade e uma grande capacidade de reutilização, contendo o prumo e o alinhamento precisos. Utilizam quadros e chapas metálicas tanto para estruturação de seus painéis quanto o acabamento da peça concretada (Figura 13).

Figura 13 - Fôrmas Metálicas



Fonte: COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2011.

2.5.4.2 Fôrmas Metálicas e Compensadas

São compostas por quadros em peças metálicas (aço ou alumínio), porém, as chapas que darão um acabamento na peça são de madeira compensada ou material sintético. Seu custo é baixo, no entanto, nem sempre é reaproveitável, as devido a sua fragilidade das chapas que, com um manuseio inadequado acabam perdendo o prumo e o seu alinhamento (Figura 14).

Figura 14 - Fôrmas Metálicas com Madeira Compensada



Fonte: COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2011.

2.5.4.3 Fôrmas Plásticas

Considerada a mais barata e a mais ambientalmente correta, as fôrmas de plástico utilizam quadros e chapas feitas com plástico reciclável. O plástico é utilizado tanto para estruturação de seus painéis como para dar acabamento à peça que será concretada, no entanto, são contraventadas por estruturas metálicas. É considerada a mais leve de todos os modelos de fôrmas utilizadas (Figura 15).

Figura 15 - Fôrmas de Plástico



Fonte: FERRAZ, 2018.

2.5.4.4 Fôrmas de Alumínio

São consideradas como um subgrupo das fôrmas metálicas, pois em sua maioria os materiais utilizados em sua estruturação são de aço ou metal. Utilizando chapas de alumínio para o acabamento das peças a serem concretadas, esse tipo de fôrma é considerado o de mais alto custo. Porém, apesar do fator custo ser elevado, o benefício das mesmas é bem compensatório, pois uma vez que as fôrmas de alumínio podem ser utilizadas até 2.000 vezes, além de possuir alta leveza e flexibilidade, aumentando a produtividade e equilibrando-se com o custo benefício (Figura 16).

Figura 16 - Fôrmas de Alumínio *Easysset*



Fonte: COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2013.

2.5.5 Aplicação do Desmoldante

A aplicação do desmoldante nas formas, conforme figura 17, é essencial para garantir uma boa conservação e reaproveitá-la na concretagem seguinte. Segundo o Núcleo de Parede de Concreto, para ter um resultado mais eficaz na aplicação é necessário entender que cada tipo de forma possui um desmoldante certo para o material utilizado. Então, sua utilização evita a viscosidade entre o concreto e a forma, facilita o processo de desforma, limpeza e garante uma qualidade melhor do concreto.

O processo de utilização do desmoldante deve ser seguido conforme é especificado pelo fabricante, com o uso da dosagem correta pode-se evitar problemas futuros como a viscosidade do produto (NBR 14931 ABNT, 2004).

Figura 17 - Aplicação do Desmoldante nas placas



Fonte: MAPA DA OBRA, 2018.

2.5.6 Concretagem

Para atingir uma concretagem bem sucedida primeiramente o engenheiro responsável pela obra deve fiscalizar todas as etapas anteriores executadas, com todos os materiais posicionados nos seus respectivos lugares pode-se iniciar a concretagem. Outro ponto importante é garantir que o concreto esteja com uma boa trabalhabilidade para ocupar todos os vazios da forma e impedir a segregação (IBRACON, 2018).

É de extrema importância que todas as ações executadas estejam alinhadas com projeto estrutural, para que a edificação tenha uma boa vida útil e que ela alcance todos os resultados previstos. Um concreto de qualidade recebido na obra deve possuir os seguintes requisitos (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2020):

- Qualidade de agregados;
- Medidas em peso;
- Precisão de volumes;
- Garantia do desempenho do concreto fornecido pela concretaria.

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), o concreto utilizado nesse método deve atingir uma resistência de 20 ou 25 MPa por conta dele precisar de uma elevada resistência inicial de 3 MPa, com essa resistência a desforma já pode ser iniciada. Além disso essa norma auxilia em vários fatores relacionados a estrutura de concreto simples, instruindo as informações corretas de acordo com sua classe de agressividade.

Outro fator que requer uma atenção é o uso de aditivos no concreto que pode danificar diretamente as armações ocasionando patologias futuras, com isso é importante analisar as recomendações do fabricante para utilizar de forma correta (NBR 16055 ABNT, 2012).

Segundo a (IBRACON, 2018), alguns dos concretos utilizados na parede de concreto, como os auto adensáveis (Tipo N) e concreto celular (Tipo L1) seu tempo de lançamento deve ser entre 40 a 30 minutos aproximadamente, após a aplicação do aditivo ou espuma para concreto celular. Anteriormente o concreto passa por uma etapa de vistoria, para validação do lançamento, tais como:

- Abatimento (Slump Teste), conforme a (ABNT NBR NM67);
- Espalhamento (Slump Flow), de acordo com a (ABNT NBR 15823-2)
- Massa específica do concreto, conforme a (ABNT NBR 9833);
- Moldagem de corpos de prova, norma (ABNT NBR 5738);
- Ensaio de corpos de prova, (ABNT NBR 12655).

A figura 18 apresenta como é feita o processo de concretagem correto das paredes.

Figura 18 - Concretagem das Paredes



Fonte: VOTORANTIM CIMENTOS, 2020.

2.5.7 Desenforma

Assim que o concreto lançado atinge a resistência prevista em projeto, é feito a retirada das estruturas provisórias, conforme apresentado na figura 19, que, só é retirada após a resistência inicial para evitar o aparecimento de fissuras.

Logo após a retirada das fôrmas é necessário que haja uma limpeza completa para remover a película de argamassa que fica aderida nos moldes, para que assim possa garantir uma extensa vida útil das fôrmas. E facilitando a rotatividade da obra, seria necessário, que após a desforma os moldes fossem posicionados ao lado da próxima habitação a ser executada (SOUSA & AVILA, 2014).

Figura 19 - Desenforma



Fonte: COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2011.

2.5.8 Acabamento

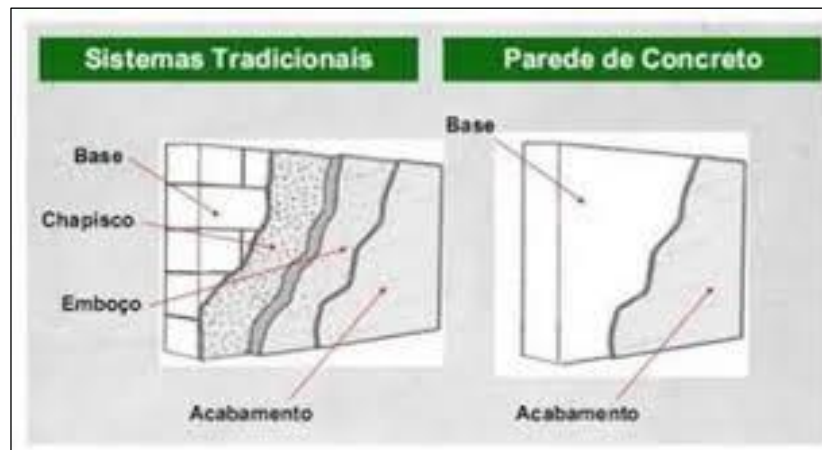
Uma das principais vantagens desse sistema construtivo é observado nessa etapa da execução, pois devido ao nivelamento e o prumo das fôrmas, as paredes ficam com uma superfície regular, apresentando somente sinais superficiais das junções entre os painéis e os furos de ancoragem. Também são vistas bolhas de ar, que são geradas durante o processo de lançamento do concreto. Todos esses pequenos detalhes podem ser retirados na feltagem¹, que tem o objetivo de reduzir a porosidade superficial da parede, o tamponamento dos poros e bolhas de ar, a retirada das juntas superficiais e a qualidade estética das paredes. Todo o processo é definido com a aplicação de uma nata de cimento, que é feita por meio de desempenadeiras de madeira revestida com espuma. É processo simples, mas opcional (MISSURELLI & MASSUDA, 2009).

¹ A feltagem é uma operação básica (e opcional) realizada algumas horas após a desforma das paredes e antecedida pelo lixamento de rebarbas da superfície. Ela consiste na aplicação de uma camada de nata de cimento Portland, com traço rico em cimento, por meio de desempenadeiras de madeira revestidas com espuma.

Feito ou não a fелtragem, as paredes de concreto apresentam uma característica que destaca o método de muitos outros, que independente do revestimento que for ser aplicado sobre as paredes, podem ser aplicados diretamente na base. Em caso de pintura, só é necessário à aplicação de uma fina camada de gesso para cobrir os poros ainda existentes. Em caso de revestimento cerâmico, a argamassa colante pode ser aplicada diretamente nas paredes (SOUSA & AVILA, 2014).

Na figura 20, é feito uma comparação entre os acabamentos feitos nos dois métodos do estudo.

Figura 20 - Diferença entre acabamento em paredes de concreto e alvenaria



Fonte: FERRAZ, 2018.

3 MÉTODO CONSTRUTIVO: ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo que surgiu da proposta de transformar toda a alvenaria da edificação em estrutura, para suportar os esforços solicitantes provenientes daquela construção. E com isso, este método vem se perpetuando no mercado da construção civil, porque ele proporciona uma construção econômica, pois apresenta um índice mínimo de desperdícios, além da rapidez na sua execução podendo ainda proporcionar um alto padrão de qualidade.

De acordo com a Comunidade da Construção (2012), a alvenaria estrutural é um método construtivo em que sua estrutura e o fechamento do edifício são executados sincronicamente, dispensando o uso de vigas e pilares, com isso as cargas estruturais são descarregadas todas nos blocos. Além dos blocos serem usados como separação de ambientes, eles têm uma funcionalidade importante de ser a estrutura do edifício possibilitando eficácia e diminuição no tempo de obra.

3.1 ASPECTOS GERAIS DA ALVENARIA ESTRUTURAL

No sistema em alvenaria estrutural as paredes da edificação têm a função de vedação assim como a função estrutural. E com essas características, é possível que haja uma redução significativa nas etapas da construção, pois já que toda a estrutura será eliminada, o tempo de execução da estrutura também é eliminado, diminuindo assim drasticamente o tempo de execução da obra (MANZIONE, 2007).

Esse tipo de sistema construtivo é muito eficaz quando se trata de economia e versatilidade em obras. Em um só método há uma grande integração de projetos, fazendo com que todos os subsistemas da edificação sejam organizados, mantendo completamente o foco na produção. Desta forma, o sistema integra na construção civil o conceito de planejamento da linha de produção (*learn construction*), reduzindo tanto o desperdício quanto o tempo de construção da obra (SOUSA & AVILA, 2014).

A revolução industrial foi um dos pontos mais importantes para o método, pois logo após, houve o desenvolvimento de máquinas que possibilitariam uma produção em larga escala dos materiais utilizados, e não só isso, com o desenvolvimento também surgiu a possibilidade de substituir elementos presentes na alvenaria estrutural por tecnologias mais avançadas, contribuindo assim, para desenvolver técnicas estudadas cientificamente, relacionando os esforços solicitantes com formulas e coeficientes de segurança. Fazendo com

que as técnicas já utilizadas, em que se baseavam em experiências passadas se tornassem ultrapassadas, e substituindo-as por técnicas estudadas e mais evoluídas (COELHO, 2014).

De acordo com a Michelli Silvestre (2013), o processo construtivo alvenaria estrutural, é utilizado em obras residências, como prédios e casas, mas também no ramo comercial. Então para que esse sistema tenha resultados positivos é necessário atender a alguns parâmetros como:

- Altura da unidade – Na atualidade são construídos edifícios com 22 andares ou mais, visto que o Brasil é conhecido mundialmente com as torres mais altas nesse sistema. Um prédio com um custo econômico é viável com até 15 pavimentos, outro com mais andares requer uma viabilidade maior, por conta de suas fundações serem mais robustas devido às ações do vento aplicadas na estrutura, nesse caso a obra não seria indicada economicamente.

- Arranjo Arquitetônico – Um dos maiores princípios para um projeto de alvenaria estrutural. As cargas das paredes precisam estar distribuídas uniforme e com o posicionamento alinhado para evitar patologias futuras, outro ponto importante que deve ser considerado é a densidade das paredes estruturais por metro quadrado de pavimento, que precisam ficar entre 0,5 a 0,7 metros, porque se a densidade for diferente pode impossibilitar a continuação da construção de um edifício com o número de pavimentos maior.

3.2 HISTÓRICO

Iniciando na Pré História, as primeiras construções daquele período eram feitas em pedras ou tijolos cerâmicos secados ao sol, sem conhecimento nenhum sobre suas propriedades de resistência ou sem nenhum método de cálculo conhecido, mas que já poderia ser considerado como um tipo de alvenaria estrutural (VIEIRA & SILVA, 2019).

Desde 10.000 a.C. o método da alvenaria estrutural é conhecido, tornando-se até mesmo um dos métodos mais antigos da construção civil. Utilizado por civilizações Assírias e Persas, ele vem através dos tempos sofrendo uma constante evolução até os tempos modernos da atualidade. Desde os tempos bíblicos, o sistema apresenta uma série de edificações que impressionaram as grandes civilizações da época, e são magníficas até hoje. Obras que perduraram mais de um século, ou até mesmo um milênio. Obras como as pirâmides do Egito (2600 a 2480 a.C.), a Muralha da China (215 a.C.), o Coliseu (82 d.C.) e a Catedral de Notre Dame (1163 d.C.) figura 21, monumentos magníficos que impressionam por sua tamanha grandiosidade e durabilidade através dos anos (CAMACHO, 2006).

Figura 21 - Catedral de Notre Dame em Paris



Fonte: BATTAGLIA, 2019.

Construído no final do século XIX, entre 1889 a 1893, o edifício *Monadnock Building* é considerado o mais famoso exemplo de alvenaria estrutural, apresentado na figura 22. Contendo 17 pavimentos e cerca de 65 metros de altura, o edifício é um monumento magnífico até mesmo para olhares leigos. Suas paredes internas apresentam 1,80 metros de espessura, que ficaram robustas dessa forma devido ao dimensionamento feito por métodos empíricos (BENTLEY & MASENGARB, 2017).

Figura 22 - Edifício Monadnock Building



Fonte: BENTLEY E MASENGARB, 2017.

De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), se o mesmo edifício, com as mesmas características, for dimensionado através de métodos de cálculos contemporâneos, teria uma qualidade de espaçamento melhor no seu interior, pois suas paredes teriam apenas 30 centímetros de espessura.

Hendry (2002) aponta que somente após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945) houve um “ressurgimento” do método, após um período de aproximadamente 50 anos com pouco aparecimento, devido à escassez de recursos para construções em toda a Europa, porque praticamente todo o metal, aço e outros recursos eram destinados para suprir a guerra que se estendia por todo território Europeu. Os suíços tiveram uma participação importante para esse novo aparecimento do método, porque em 1950 foi construído um edifício com 13 pavimentos na Basileia utilizando esse método construtivo. Edifício na qual apresenta paredes externas de 37,5 cm e internas com 15 cm de espessura, sendo considerado um feito histórico para alvenaria estrutural.

Segundo a Pauluzzi (2015), no Brasil o método construtivo de alvenaria estrutural teve início na década de 60, com a utilização de blocos vazados de concreto em unidades com até 4 pavimentos, com tecnologias e modo de execução de acordo com as normas americanas. Entretanto, esse método construtivo tem seu crescimento com grande escala em âmbito nacional principalmente no estado de São Paulo, aplicando também as normas da Inglaterra e Alemanha.

No momento atual, para execução, controle de obras e para cálculo em alvenaria estrutural, as normas da ABNT auxiliam muito em determinadas obras facilitando o método de execução, entretanto é comum ver uma obra desse tipo de construção em São Paulo, Minas Gerais e Goiás com 10 a 20 pavimentos. Dentre todos os sistemas construtivos aplicados no Brasil atualmente com o objetivo de diminuir o déficit habitacional, o que mais apresentou dados com *feedbacks* positivos e satisfação da população foi o sistema construtivo de alvenaria estrutural, visando em rapidez de execução, qualidade, economia e segurança. Conforme a figura 23, o Residencial Chácara Primavera construído em São Paulo com 16 torres de 12 pavimentos, finalizado no ano 2000, é um dos empreendimentos construídos com esse sistema (PAULUZZI, 2015).

Figura 23 - Residencial Chácara Primavera em Jundiaí/SP



Fonte: COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2010.

3.3 TIPOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL

Segundo a ABCP (2009), o sistema construtivo de alvenaria estrutural pode ser executado tanto em residências como em edifícios com vários pavimentos. Esse sistema pode ser classificado de acordo com o processo construtivo, quanto ao tipo de edificação ou a aplicação do material. Alguns dos tipos de alvenaria estrutural são os não armados e armados, a primeira não é necessário o uso de armações nos blocos, somente em vergas, contravergas e cintas nas amarrações das paredes, para evitar futuras patologias como fissuras. Entretanto, na alvenaria estrutural armada são utilizados blocos vazados com a aplicação de graute (micro concreto de alta resistência) envolvendo as ferragens. Uma obra bem conhecida é o Teatro Municipal de São Paulo, onde foi utilizado o processo de alvenaria estrutural armada, como mostra na figura 24.

Figura 24 - Teatro Municipal de São Paulo



Fonte: INFOESCOLA, 2006.

De acordo com o Professor da Universidade Estadual de São Paulo, Doutor Jerfferson S. Camacho (2006), além do sistema de alvenaria estrutural armada e não armada podemos citar outros sistemas que são usados no âmbito da engenharia como:

- Alvenaria Estrutural Parcialmente Armada – esse sistema é constituído por elementos armados e outros não, processo conhecido somente no Brasil.
- Alvenaria Estrutural Protendida – é o método construtivo onde o elemento estrutural conta com uma armadura ativa de aço;
- Alvenaria Estrutural de Tijolos ou de Blocos – Estabelecida de acordo com a função da edificação;
- Alvenaria Estrutural de Cerâmica ou de Concreto – Conforme a utilização do tipo de edificação, é utilizado o material cerâmico ou concreto.

3.4 MODELOS DE BLOCOS UTILIZADOS

O método construtivo de alvenaria estrutural requer um certo cuidado ao escolher o tipo de bloco quando executar esse sistema, para que se obtenha um melhor aproveitamento das vantagens oferecidas. O arquiteto define o tipo ou a família do bloco e para fins estruturais o engenheiro informa qual a classe de resistência a ser considerada (ABCP,2016).

A NBR define dois tipos de blocos de acordo com a sua execução:

- Bloco vazado de concreto simples sem a funcionalidade estrutural, conhecido como bloco de vedação (NBR 7173/1982);
- Bloco vazado de concreto simples com a funcionalidade estrutural, conhecido como bloco estrutural (NBR 6136/1994).

Segundo a (ABCP, 2016), uma particularidade positiva é o uso do bloco vazado, ou seja, sem o fundo para ter um melhor aproveitamento de passagens das instalações e aplicação do graute (concreto de alta plasticidade). A norma brasileira caracteriza os blocos conforme a sua largura, M-10 com 9 centímetros, M-15 com 14 centímetros, M-20 com 19 centímetros.

A NBR 6136/2007 introduz que os blocos são divididos por famílias e de acordo com suas dimensões, como bloco inteiro (bloco predominante), meio bloco, blocos de amarração L e T (blocos onde as paredes se encontram) e blocos compensadores A e B (blocos de ajustes de modulação).

Execução dos blocos, de acordo com a Comunidade da construção (2012):

- Família 39:

Blocos 39 – Bloco mais utilizado dessa família, quase 90% das paredes são construídas com ele (Figura 25);

Figura 25 - Bloco com dimensões 14x19x39



Fonte: ABCP, 2016.

Blocos 19 – Meio bloco (Figura 26);

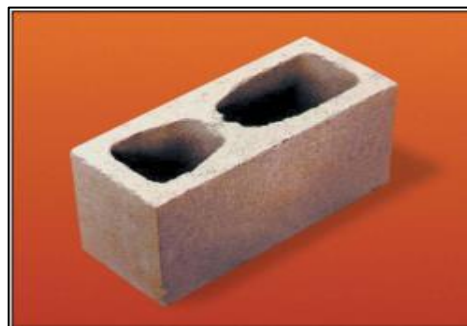
Figura 26 - Bloco com dimensões 14x19x19



Fonte: ABCP, 2016.

Blocos 34 – Utilizados nos cantos das paredes, acompanhado com o bloco 39 para fazer a amarração das fiadas (Figura 27);

Figura 27 - Bloco com dimensões 14x19x34



Fonte: ABCP, 2016.

Blocos 54 – Utilizados em paredes com a forma “T” junto com o bloco 34 (Figura 28).

Figura 28 - Bloco com dimensões 14x19x54



Fonte: ABCP, 2016.

- Família 29:

Blocos 29 – Blocos mais utilizados dessa família, com ele é construído quase 90% das paredes (Figura 29);

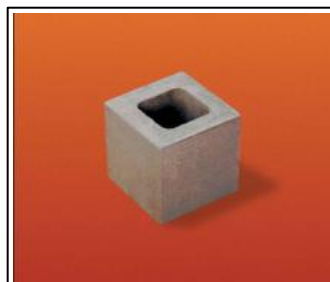
Figura 29 - Bloco com dimensões 14x19x29



Fonte: ABCP, 2016.

Blocos 14 – Meio bloco (Figura 30);

Figura 30 - Bloco com dimensões 14x19x14



Fonte: ABCP, 2016.

Blocos 44 – Utilizados em encontros de paredes em forma “T”, junto com o bloco 29 (Figura 31).

Figura 31 - Bloco com dimensões 14x19x44



Fonte: ABCP, 2016.

- Blocos especiais – blocos tipo canaleta e “J”, utilizados em cintas, vergas e contravergas (Figura 32).

Figura 32 - Blocos Especiais



Fonte: Próprios autores, 2020.

De acordo com ABNT NBR 6136/2007 os blocos são aplicados e utilizados conforme as seguintes classes:

- Classe A – Possui função estrutural, para alvenaria superior e inferior em relação ao nível do solo;
- Classe B – Possui função estrutural, para execução da alvenaria acima do nível do solo;
- Classe C - Possui função estrutural, para execução da alvenaria acima do nível do solo;

- Classe D – Não possui função estrutural, para execução da alvenaria acima do nível solo.

Conforme a ABCP (2016), é de extrema importância ter certo cuidado no momento que for escolher o fabricante do bloco para alvenaria estrutural, seguindo a NBR o comprador deve ficar atento e analisar se está correto alguns ensaios de caracterização tais como, análise dimensional, resistência a compressão, determinação da massa específica, absorção e retração por secagem. Com isso o ideal é procurar fabricantes que respeitam as normas técnicas e com o acompanhamento de um laboratório especializado. Assim para se ter um sistema de qualidade e com um resultado final satisfatório é necessário ficar atento a esses parâmetros citados acima.

3.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Assim como todo sistema construtivo, a alvenaria estrutural apresenta algumas vantagens e desvantagens, apesar de um elevado grau de racionalização, apresentando assim muitos benefícios. Independentemente da quantidade de vantagens que o sistema apresenta, é necessário observar as desvantagens que ele traz.

Quadro 3 - Vantagens e Desvantagens da Alvenaria Estrutural

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<p>Economia de fôrmas se limitando apenas à concretagem das lajes, sendo lisas, baratas e de grande reaproveitamento.</p> <p>Redução de revestimentos, pois o revestimento interno é feito com uma camada de gesso simples aplicada diretamente sobre a superfície dos blocos.</p> <p>Redução de desperdícios de material e mão de obra, como as paredes possuem função estrutural, não podendo sofrer rasgos ou aberturas para a passagem de instalações, ocorre uma diminuição significativa dos desperdícios.</p> <p>Redução de serviços especializados, como armadores e carpinteiros.</p> <p>Flexibilização no ritmo de execução da obra caso seja utilizada lajes pré-moldadas, pois a sequência de execução da obra torna-se desvinculada ao tempo de cura do concreto.</p>	<p>Impossibilidade de adaptação arquitetônica para um novo uso da edificação, pois uma vez pronta, é tecnicamente impossível modificar o arranjo arquitetônico pois suas paredes têm função estrutural.</p> <p>Interfere nos projetos arquitetônico, estrutural e de instalações, devido a ocorrência de incompatibilidade entre os projetos, pois não é possível a quebra e o rasgo de paredes para o embutimento das instalações.</p> <p>Necessidade de mão de obra qualificada e apta para fazer o uso dos materiais e equipamentos envolvidos na execução do método.</p>

Fonte: RAMALHO E CORRÊA, 2003 (Adaptado).

3.6 PROCESSO EXECUTIVO DE ALVENARIA ESTRUTURAL

Como o método construtivo da alvenaria estrutural necessita uma compatibilização dos projetos da obra, é necessário que os projetos arquitetônicos, estrutural, e instalações elétricas e hidráulicas sejam apresentados e conferidos para que não haja nenhuma divergência.

Para início do processo executivo é necessária uma limpeza no local que será feita a construção, para que não haja empecilhos que atrapalhem no deslocamento e na execução.

É necessário que o canteiro de obras apresente alguns objetos que auxiliam os colaboradores no desenvolvimento das tarefas exigidas, como barras de aço, trena, linha de náilon, mangueira de nível, esquadro, prumo de face, nível de bolha, desempenadeiras, escantilhão, carrinho de mão, betoneiras, cavaletes ou plataformas e régua de alumínio, serão necessários para executar o método com eficiência (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2010).

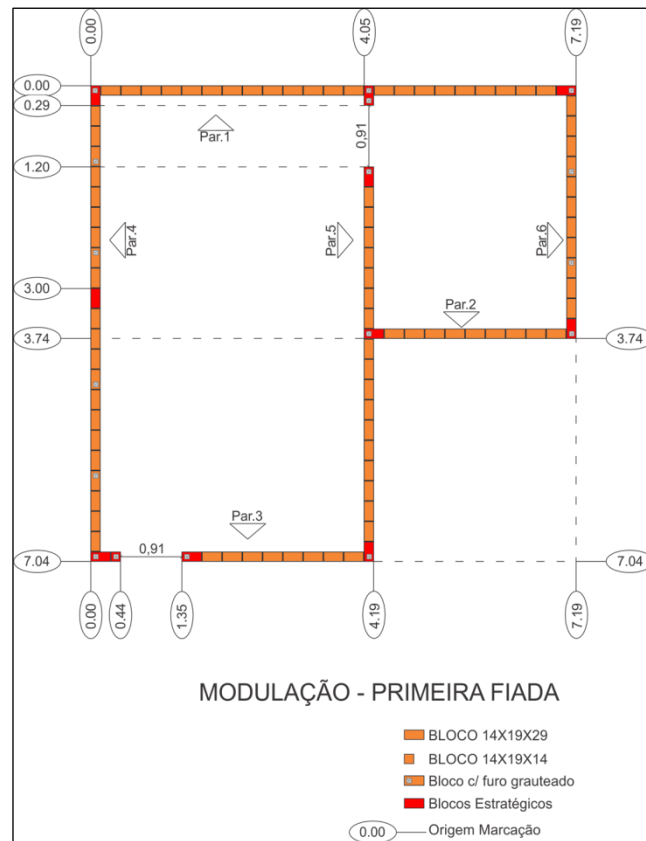
3.6.1 Marcação da Primeira Fiada

Essa etapa do processo é considerada por muitos a mais importante desse modelo construtivo, pois através dela é realizada a referência das fiadas seguintes. Os blocos devem ser locados corretamente conferindo se estão alinhados, nivelados e apurados. Através desse serviço, pode ser feita a locação e conferência dos vãos das portas, a verificação geral das cotas e o posicionamento dos condutos elétricos (MANZIONE, 2007).

É necessário à apresentação da planta da primeira fiada, para que sejam feitas as locações dos eixos, conforme apresentado na figura 33. Feito a locação dos eixos é necessário o assentamento dos blocos estratégicos, que ficam localizados no início da parede e no encontro entre elas, que a partir deles é feita a conferência de esquadro e nivelamento do pavimento. O local onde será assentado os primeiros blocos é necessário que seja molhada a superfície, para uma melhor aderência da argamassa dos blocos na superfície. A planta de primeira fiada deve apresentar os blocos estratégicos, as amarrações necessárias, os blocos de grauteamento, e especificar o modelo dos blocos que serão utilizados no desenvolvimento do projeto (SOUSA & AVILA, 2014).

Após o assentamento dos blocos estratégicos, é feita a verificação vertical e a verificação horizontal, utilizando o prumo e o escantilhão respectivamente.

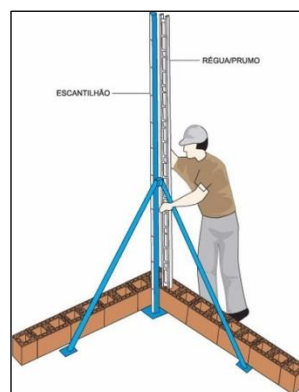
Figura 33 - Planta de Primeira Fiada



Fonte: MELO, 2020.

Como citado anteriormente, o escantilhão é uma ferramenta que auxilia bastante na hora da marcação da primeira fiada, pois sua haste principal apresenta marcadores que são utilizados para referenciar os níveis e alturas das fiadas seguintes, apresentado na figura 34. Podendo ser industrializado ou produzido pelos colaboradores, essa ferramenta é posicionada nas extremidades da alvenaria fixando suas bases com pregos (VIEIRA & SILVA, 2019).

Figura 34 – Escantilhão

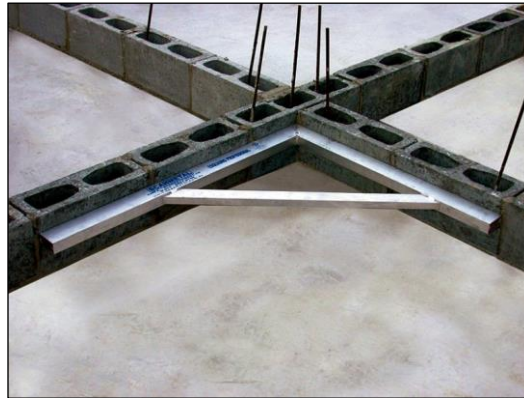


Fonte: AECWEB, 2020.

3.6.2 Assentamento da Primeira Fiada

Nessa etapa é necessária a utilização do esquadro, figura 35, ferramenta que auxilia na conferência e determinação da perpendicularidade dos blocos que serão assentados na primeira fiada em relação aos blocos de referência. No entanto, o esquadro pode apresentar outro modelo, não somente com o ângulo reto (90°), mas também o de 135° (Graus). A superfície ao qual serão assentados os blocos deve ser molhada, para que possa haver uma melhor aderência da argamassa na superfície (MANZIONE, 2007).

Figura 35 – Esquadro



Fonte: AECWEB, 2020.

Os blocos que serão assentados na primeira fiada, devem seguir o padrão designado por planta, mantendo o desenho original e seguindo os espaços definidos. Tomando como referencial linhas que foram fixadas em esticadores, posicionados na cabeça dos blocos estratégicos, e com o auxílio de uma régua prumo-técnica inicia-se o assentamento da primeira fiada (SOUSA & AVILA, 2014).

3.6.2.1 Argamassa de Assentamento

A NBR 15961-1:2011 caracteriza a argamassa de assentamento como um elemento de ligação entre os blocos, que irá garantir uma distribuição uniforme dos esforços. Um composto produzido com cimento, água, agregado miúdo e um aditivo que garanta a plasticidade e retenção de água para hidratação da mistura, podendo ser cal ou outra adição.

Contendo materiais específicos para fabricação da argamassa, cada um deles contem suas propriedades e suas particularidades necessárias para a mistura. A água não pode ter um

pH inferior a 5,8 ou superior a 8,0, deve respeitar os limites da adição, e ser livre de substâncias prejudiciais para a mistura. Os agregados contribuem para um maior rendimento da mistura, além de auxiliar na resistência à compressão da argamassa, sendo os agregados miúdos e agregados graúdos respectivamente. O cimento deve ser preferencialmente Portland, podendo ser qualquer tipo deles, como o comum, de alta resistência inicial, de alto forno, de moderada ou alta resistência a sulfatos e pozolânico. Os aditivos utilizados vão depender da necessidade desejada no momento, plasticidade, retração da água, diminuição do tempo de pega e aumento do tempo de pega, respeitando o manual do fabricante e as normas vigentes para cada produto (VIEIRA & SILVA, 2019).

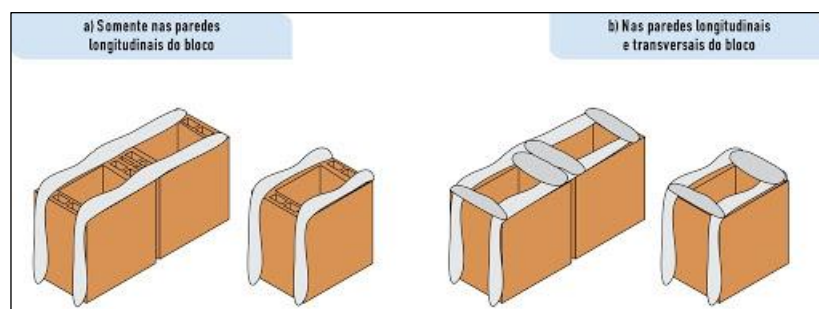
3.6.2.2 Aplicação da Argamassa nos Blocos

Como a argamassa tem a função de unir as peças assegurando aderência e vedação, é necessário cumprir alguns requisitos exigidos.

Deve-se escolher uma argamassa que tenha uma alta capacidade de reter água na mistura, evitando a desidratação e prejudicando as funções devido à perda de água. É necessário observar a proporção de cimento que contém na mistura, pois uma argamassa que apresenta uma quantidade grande de cimento pode ser muito rígida além de difícil trabalhabilidade, e argamassa com pouco cimento podem conter baixas resistência e aderência, prejudicando o resultado final da parede (CAMACHO, 2006).

A argamassa aplicada deve preencher todas as juntas entre os blocos, tanto na longitudinal quanto na transversal, ou somente na longitudinal, apresentado na figura 36. Ao aplicar a argamassa desse modo, é possível aumentar a resistência à compressão e ao cisalhamento da peça (ABNT NBR 15961-1: 2011).

Figura 36 - Apresentação da forma de aplicação da argamassa nas paredes longitudinais e transversais dos blocos



Fonte: SELECTA, 2018.

Sendo de forma tradicional – colher de pedreiro –, ou de forma que aumente a produtividade – bisnaga ou paleta –, é recomendado que as juntas apresentem uma espessura mínima de 1 centímetro (cm), conforme figura 37.

Figura 37 - Aplicação da Argamassa Polimérica com Bisnaga



Fonte: MAQBLOCOS, 2020.

3.6.3 Amarração

Etapa de execução responsável pela junção e alinhamento das paredes, esse processo é feito pelos seus próprios blocos de concreto, criando uma estrutura mais eficiente e de certa forma inflexível.

A amarração das paredes é importante seguir os regulamentos das normas de desempenho para se ter uma execução impecável, garantindo o intertravamento dos blocos de acordo com sua função para cada amarração (PAULUZZI, 2015).

De acordo com a ABNT NBR 15961-1, as amarrações são classificadas como:

- **Amarração direta de paredes:**

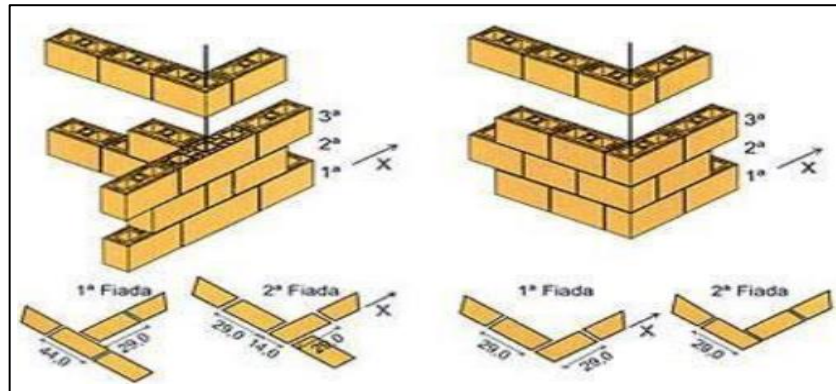
“Padrão de paredes por intertravamento de blocos, obtidos com a interpenetração alternada de 50% das fiadas de uma parede na outra ao longo das interfaces comum. (p.19).

- **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”. (pg19).

Processo executado com o entrelaçamento dos blocos, a armação direta apresentado na figura 38 só é plausível quando a largura dos blocos na modulação tenha a metade do comprimento utilizado, uma vantagem desse tipo de amarração é a economia de graute com a aplicação da ferragem vertical como é ilustrado na figura 38 (CERÂMICA LORENZETTI, 2020).

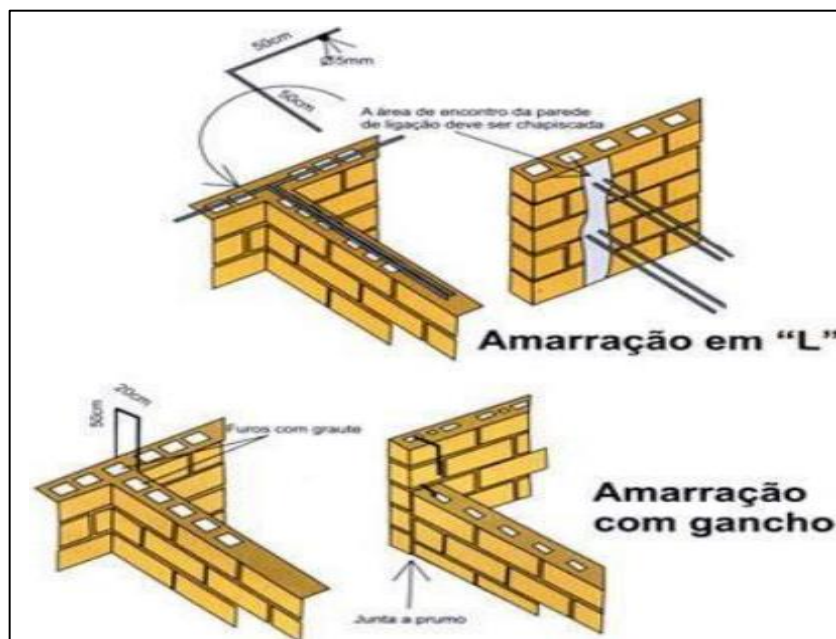
Figura 38 – Amarrações diretas



Fonte: CERÂMICA LORENZETTI, 2020.

Amarração em L ou ganchos é do tipo indireta, apresentado na figura 39, o bloco utilizado não pode ser executado em amarração direta. Nesse processo são aplicados ferros de 5 mm (Milímetros) do tipo CA-50, figura 39.

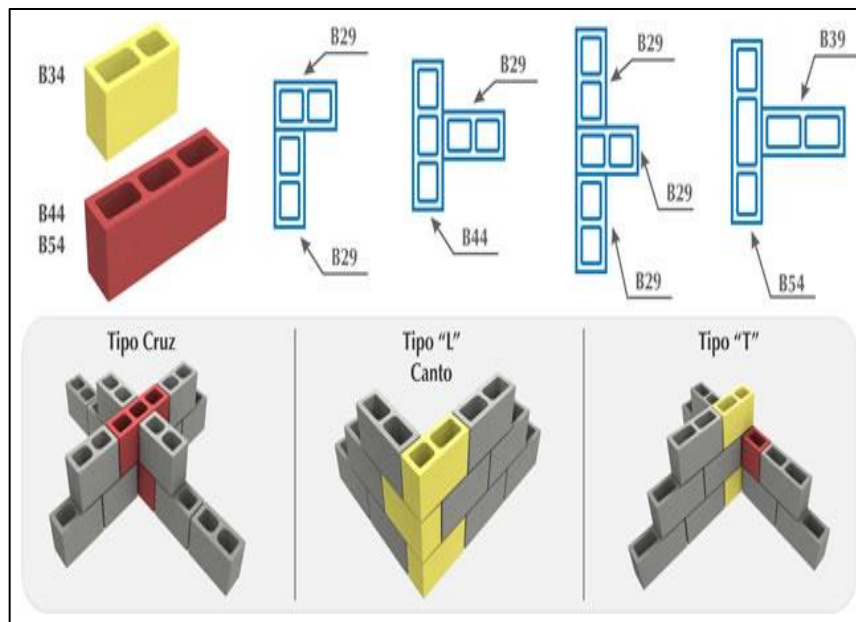
Figura 39 – Amarração em “L” e com gancho



Fonte: CERÂMICA LORENZETTI, 2020.

Além da direta e indireta, a alvenaria estrutural conta com mais outras categorias de amarrações, tais como amarração nos cantos e amarração na junção de paredes, em L, T ou X/cruz, conforme a figura 40 (VIEIRA & SILVA, 2019).

Figura 40 - Amarração nos cantos e amarração na junção de paredes



Fonte: GOIARTE, 2018.

3.6.4 Grauteamento e Graute

A NBR 8798 (ABNT, 1985), é a norma regulamentadora a respeito do graute, nela diz que esse material é responsável por preencher todos os vazios de blocos e canaletas de concreto, com a finalidade de aumentar a resistência da estrutura. O graute é composto por:

- Água;
- Agregados, passante na peneira 12,5mm;
- Cimento, tipo Portland;
- Alguns aditivos, como super plastificantes, cal, pozolanas e outros.

Em suma, segundo Selecta (2020), o graute tem como objetivo aumentar a resistência aos esforços de compressão em certos pontos da alvenaria estrutural, ocupando os vazios dos blocos e das canaletas, sendo ele um concreto com agregados de pequenas dimensões e alta trabalhabilidade. Com sua alta fluidez com o *Slump* entre 20 a 28 cm, sua relação água/cimento pode chegar até 0.9, para garantir sua facilidade de escoamento entre os vazios dos blocos é necessário a aplicação de cal até 10% do volume de cimento.

De acordo com Souza (2017), antes de iniciar o grauteamento o correto é limpar o excesso de argamassa entre as ligações dos blocos possibilitando a passagem do graute, e sendo necessário que o bloco esteja molhado, seu lançamento possui a altura máxima 2,5 metros e mínima de 1,6 metros, conforme figura 41.

Figura 41 - Grauteamento



Fonte – COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2017.

3.6.5 Elevação da Alvenaria

Para o levantamento da alvenaria é de suma importância seguir os projetos de paginação que devem ser fornecidos em projeto, onde apresentam o detalhamento dos vãos de portas e janelas, vergas e contravergas, caixas de passagem e eletrodutos. Com auxílio das ferramentas já citadas anteriormente, é necessário manter o prumo e o nível de cada fiada assentada, para que assim possa ser possível manter o alinhamento e a planicidade das paredes como apresentado na figura 42 (SOUSA & AVILA, 2014).

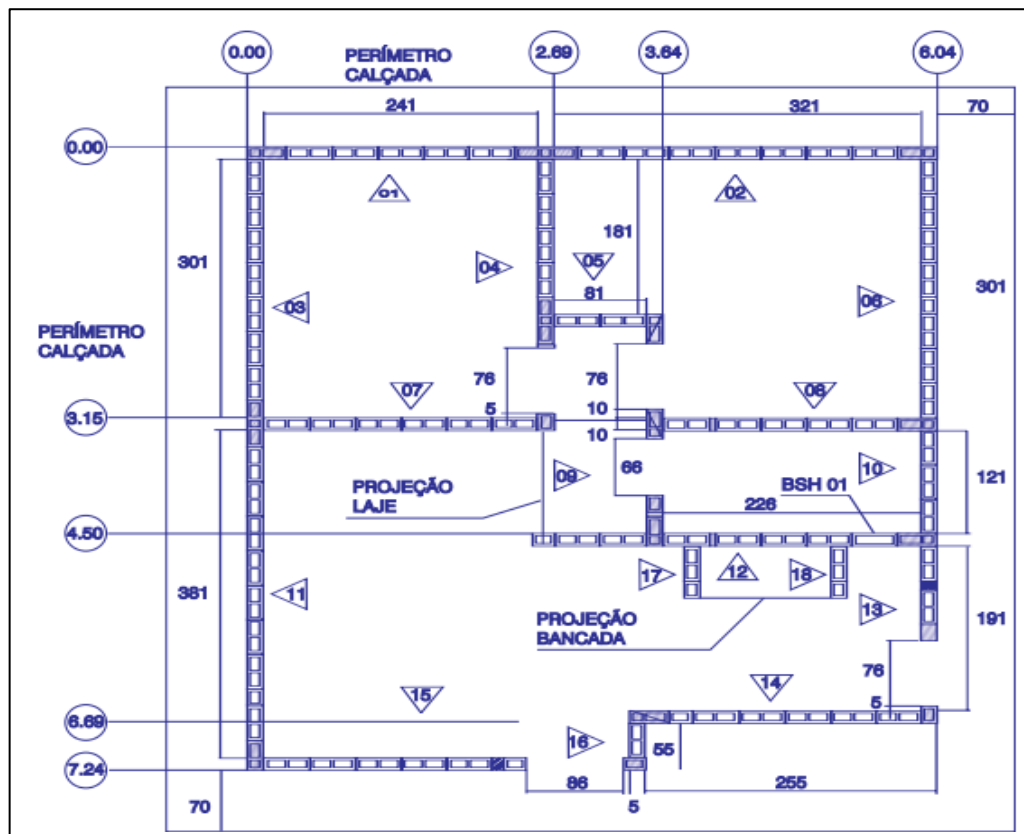
Figura 42 – Levantamento da Alvenaria



Fonte: SUA OBRA, 2020.

Segundo a ABCP, (2016), essa é a etapa da execução que ocorre a separação das operações de medir, riscar, fixar referencias e definir níveis, do assentamento dos blocos da primeira fiada. Portanto esse processo ainda conta com o auxílio da planta da primeira fiada, que foi utilizada para marcação e assentamento da primeira fiada com um posicionamento ideal, figura 43. A partir da primeira fiada o serviço se torna mais produtivo melhorando as condições de trabalho.

Figura 43 – Planta da primeira fiada



Fonte: ABCP, 2016.

Conforme Souza e Ávila (2014), a elevação estrutural é composta por dois processos, primeira fiada e segunda fiada.

A primeira fiada é constituída pelas seguintes etapas:

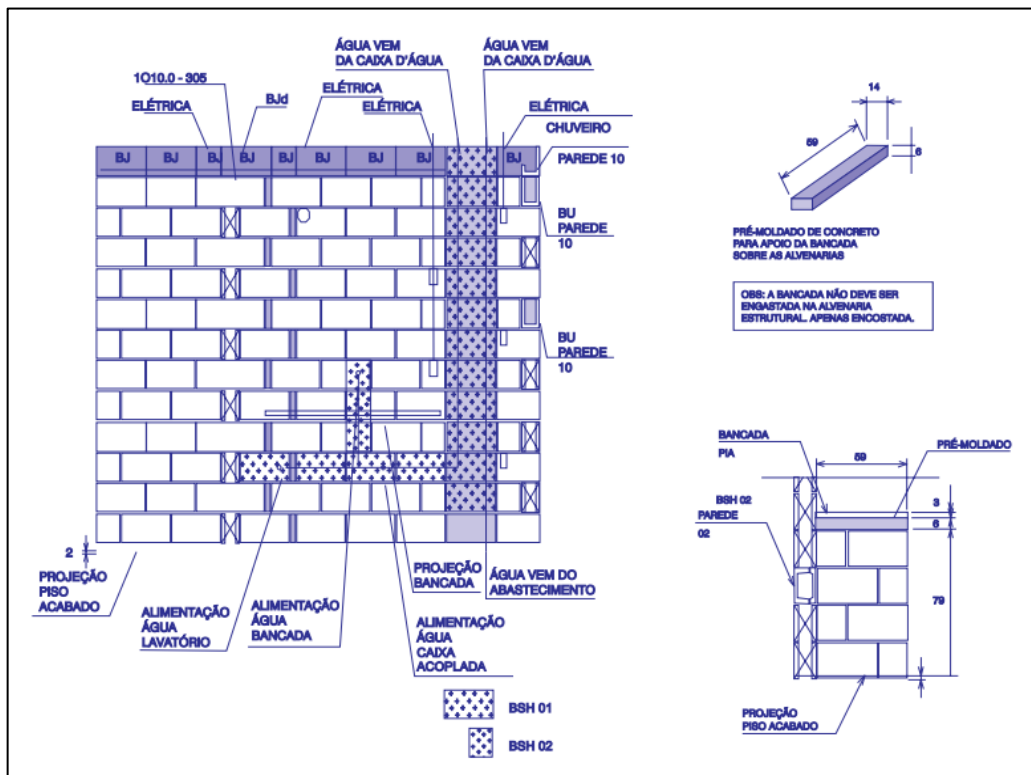
- Ligações verticais dos blocos totalmente preenchidas;
- Limpeza da passagem de graute vertical;
- Aplicação de graute em todos os vazios dos blocos;
- Posicionamento das caixas elétricas com um acompanhamento do profissional responsável.

A segunda fiada é constituída pelas seguintes etapas:

- Início no peitoril da janela e finalização no apoio da laje;
- Marcação dos vãos de janelas e portas com suportes metálicos;
- Posicionamento de vergas de janelas e portas.

Ainda de acordo com Souza e Ávila (2014), toda alvenaria estrutural deve ser executada através de um projeto identificando paginação e numeração, assim como na figura 44, com isso os profissionais minimizam os erros de execução, porém se algum bloco não for posicionado de acordo com o projeto, a alvenaria terá que ser desfeita.

Figura 44 – Elevação da parede com detalhes da estrutura



Fonte: ABCP, 2016.

3.6.6 Instalações Hidráulicas e Elétricas

Selecta (2020), afirma que é proibido a passagem de sistemas hidráulicos em paredes de alvenaria estrutural, com a exceção de que as instalações ou manutenções não necessitam de cortes. As instalações hidráulicas são instaladas nas paredes de forma horizontal e vertical seguindo alguns critérios tais como:

Instalação de forma horizontal:

- Pelas paredes hidráulicas (vedação);

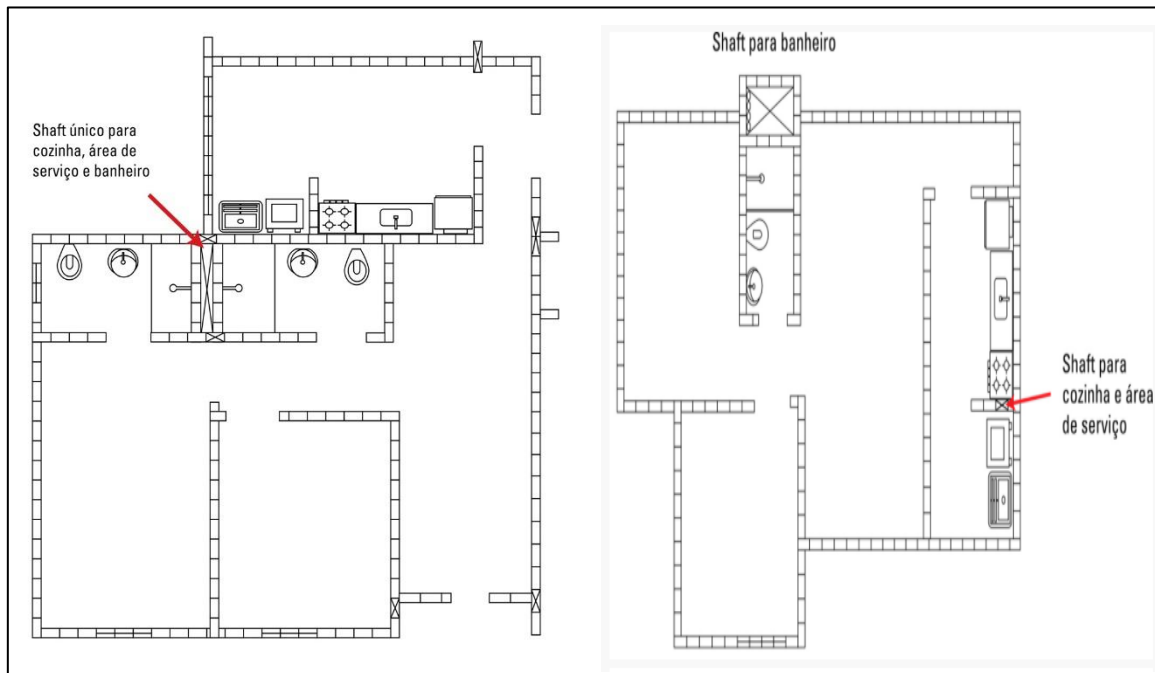
- Encaminhamento pelo forro, encobertos por sanca de gesso;

Instalação de forma vertical:

- Utilização de blocos especiais (vedação);
- Tubulações externas protegidas por carenagens;
- Utilização de shafts;

Segundo Pauluzzi (2020), a utilização de passagem hidráulica em blocos de concreto não é aconselhável porque ele perde seu papel estrutural. Então a forma mais viável para o posicionamento do sistema hidráulico é com “shafts” ou paredes hidráulicas conforma a figura 45.

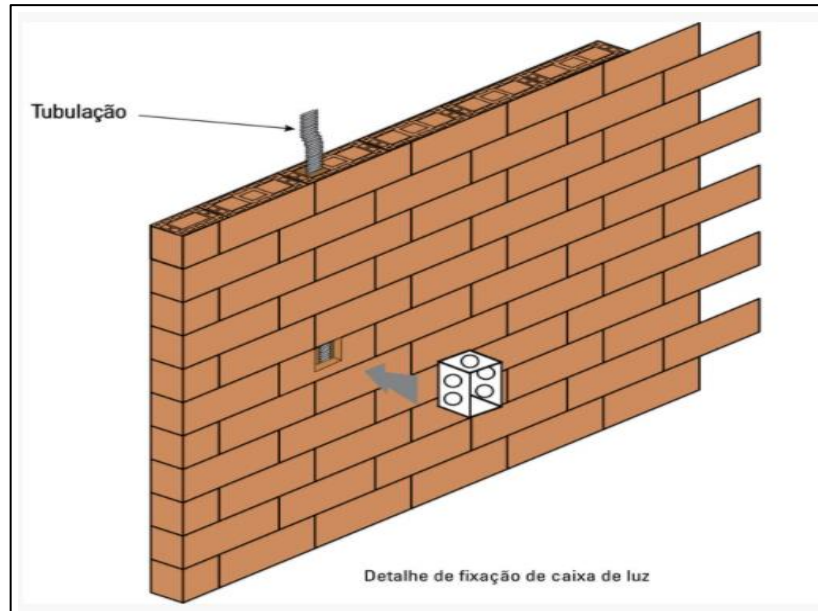
Figura 45 – Localização dos “shafts”



Fonte: SELECTA, 2020.

De acordo com Figueró (2009), em instalações elétricas o posicionamento dos conduítes é executado logo após que a parede estrutural estiver respaldada conforme a figura 46, já que eles são passados dentro dos blocos. Então não é aconselhável executar esse procedimento durante a elevação da parede porque este serviço reduz a produção da obra. As caixas de luz são chumbadas em blocos elétricos, de acordo com as dimensões das caixas os blocos são cortados em uma bancada apropriada e com as ferramentas próprias para esse tipo de serviço, com isso evita-se os operários executar esse corte com a parede respaldada.

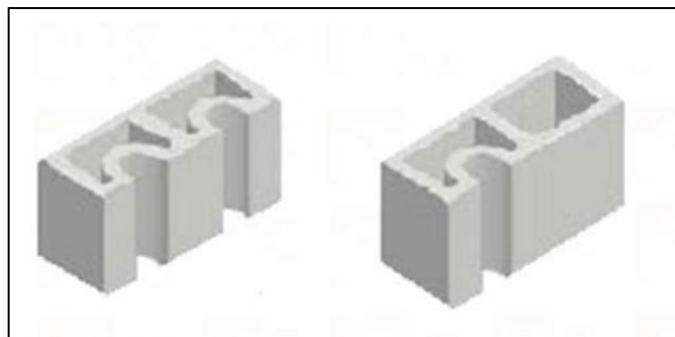
Figura 46 – Posicionamento da tubulação e caixa de luz após a parede respaldada



Fonte: SELECTA, 2020.

Segundo a NBR 159961 (2011), não é permitido a passagem de tubulações que conduzam fluidos dentro das paredes estruturais, por esse motivo são fabricados os blocos especiais, conforme a figura 47. De acordo com Vieira e Silva (2019), uma paginação e uma modulação executada com esses blocos especiais possibilita uma maior produtividade no serviço de instalações e assentamento.

Figura 47 – Blocos especiais elétrico e hidráulico



Fonte: FK COMERCIO, 2020. (Adaptado)

4 ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS

O estudo apresentou diversos fatores particulares de cada método em si, nesse tópico será feita uma análise comparativa referencial entre os métodos estudados, levantando valores apresentados pelas tabelas orçamentarias apresentadas pela AGETOP (Agência Goiana de Transporte e Obras) e SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). Buscou-se dois trabalhos de regiões diferentes para comparar parâmetros como tempo e custo da execução de paredes de concreto e alvenaria estrutural.

4.1 PREÇO

Sousa e Ávila (2014) apresentam uma tabela orçamentaria que distingue como os empreendimentos feitos pelos dois métodos sendo considerados paralelos, assim pode-se analisar os dados para uma mesma unidade habitacional de 43,5 m² (Tabela 1). E com isso devemos levar em consideração alguns fatores para a análise:

- A exclusão dos serviços oriundos da fundação;
- A exclusão dos serviços preliminares;
- A divisão das etapas percorridas pelos métodos comparados em 12 etapas:
 - Estrutura;
 - Instalações;
 - Revestimentos;
 - Peitoril e Soleira;
 - Esquadrias de madeira;
 - Esquadrias de alumínio;
 - Esquadrias Metálicas;
 - Pavimentação;
 - Pintura;
 - Louças e bancadas;
 - Forros;
 - Cobertura.

Tabela 1 – Preço do Método por Unidade Habitacional

Método Executivo	Preço da UH	Preço / m²
Parede de Concreto	R\$ 30.567,84	R\$ 700,29
Alvenaria Estrutural	R\$ 25.073,59	R\$ 574,42

Fonte: SOUSA E AVILA, 2014 (Adaptado).

Analisando a tabela apresentada baseada na composição de custo do trabalho investigado, é possível observar a diferença de preço entre os dois métodos apresentados, uma vez que o método de alvenaria estrutural não utiliza fôrmas metálicas, fazendo com que haja uma diferença notável caso fosse adquirir a mesma. Mesmo sem considerar as fôrmas metálicas, a diferença entre eles é bem perceptível, pois alguns serviços executados são mais caros na parede de concreto.

Já Rosário (2017) realizou levantamentos em projetos de arquitetura, hidráulicos, elétrico e estrutural dos métodos para habitação unifamiliar, e no levantamento de custo de insumos com ajuda das tabelas da TCPO 14, SINAPI (Fevereiro/2015) e SINDUSCON/AP, fez-se a inserção de dados na planilha sintética de custos e cronograma físico-financeiro para a residência unifamiliar e os resultados. Encontrando custos por metro quadrado na utilização de cada método construtivo conforme Tabela 2.

Tabela 2 Comparativa de custos em relação as modalidades

Método	Custo/m²
Parede de Concreto Armado Moldados no Local	R\$ 2.029,81
Alvenaria Estrutural com Bloco Cimentício	R\$ 1.399,31

Fonte: ROSÁRIO, 2017 (Adaptado).

Assim, levando em consideração a diferença de valores devido a região da obra e o ano do orçamento, pode-se observar que a alvenaria estrutural apresenta menores custos de execução, confirmando o estudo de Sousa e Avila (2014).

4.2 QUESITO TEMPO

Mesmo com empreendimentos paralelos, o tempo gasto para construção dos dois métodos é diferente, devido à proporcionalidade dos desenvolvimentos feitos pelos dois. Uma vez que o método alvenaria estrutural é considerado uma “arte”, e o método da parede de concreto é considerado industrializado.

A produtividade dos métodos é diferente devido o fator rapidez, como o método da alvenaria estrutural deve ser executado com assentamento de bloco por bloco, o tempo de execução é estendido, por causa da fabricação da argamasa que será utilizada, e nas paredes de concreto não, após a conclusão da montagem das fôrmas, a concretagem como um processo industrializado, é considerado rápido, pois leva cerca de 50 minutos para concretagem, um dia após a concretagem pode-se aplicar um produto químico com a utilização de pulverizadores, fazendo com que cerca de 18 horas após a concretagem seja possível a retirada das fôrmas, podendo assim seguir com o processo (SOUSA E AVILA, 2014).

O tempo de execução dos métodos pode ser considerado não somente na etapa de execução do método, mas na etapa de finalização dos mesmos, Devido o acabamento em paredes de concreto poder ser aplicado diretamente na base, se torna rápido para a finalização, já o método de alvenaria estrutural, é necessário uma série de etapas para o mesmo ato, como o chapisco na base, o emboço após o chapisco, o reboco após o emboço e por fim o acabamento necessário.

Já Rosário (2017) observou que a projeção do tempo de construção de uma unidade unifamiliar de forma simultânea, dura aproximadamente 06 (seis) semanas, de modo que no método construtivo em parede de concreto há a possibilidade de não haver a necessidade de parada, devido às adversidades de intempéries de chuvas, qualificação de mão de obra e material adicional para sua execução. Além de ser mais rápido.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os dados apresentados durante todo o corpo da pesquisa, é possível tomar como conclusão que os dois métodos apresentados podem ser de bastante utilidade em unidades habitacionais.

Em construções de uma alta repetitividade é recomendado que utilize o método de paredes de concreto, devido a fácil reutilização das fôrmas e rápida finalização do método, considerando aspectos como o tempo de execução do empreendimento, e a fácil conclusão com o acabamento necessário. No entanto, empreendimentos com uma baixa área de construção e pouca repetitividade, não é recomendado a utilização do método, devido ao seu alto custo de execução e necessária uma mão de obra qualificada e especializada. Assim sendo, é possível considerar o seu custo/benefício quando analisar métodos construtivos para obras de grande porte.

Construções de área consideradas baixas, é possível a utilização do método de alvenaria estrutural. Com fácil manuseio, não é necessária uma mão de obra qualificada, podendo ser dois pedreiros e um ajudante para a execução do mesmo. Com um custo baixo, porém um tempo estendido, o método de alvenaria estrutural pode ser aplicado em todo tipo de empreendimento, desde construções residenciais à comerciais. O seu custo baixo ajuda bastante quando analisado para aplicação de alguns empreendimentos, no entanto, o seu alto tempo para execução faz com que seja repensado se aplicado em obras de grande repetitividade.

Contudo, cada método apresentou uma série de vantagens e desvantagens envolvendo várias formas de aplicação. Sendo necessária a análise de um todo do empreendimento a ser construído para a escolha correta do método. Levando em consideração a região de execução e o período no ano. Pois, observa-se que além da diferença no orçamento devido a geografia da obra, há possibilidade de escolher melhor o método construtivo devido o clima e tempo do período de execução.

REFERÊNCIAS

ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland). **Alvenaria em blocos de concreto: Execução de alvenaria – Marcação, 2016.** Disponível em: < https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/AE_PR4_Execucao_alvenaria_marcacao.pdf>. Acesso em 20 de setembro de 2020.

ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland). **Alvenaria em blocos de concreto: Execução de alvenaria – Elevação, 2016.** Disponível em: < https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/AE_PR5_Execucao_alvenaria_elevacao.pdf>. Acesso em 20 de setembro de 2020.

ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland). **Alvenaria em blocos de concreto: Como escolher e controlar a qualidade dos blocos, 2016.** Disponível em: < https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/AE_PR1_Como-Escolher-Controlar-a-Qual-dos-Blocos.pdf>. Acesso em 10 de junho 2020.

ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland). **Alvenaria Estrutural: Aplicações.** 2009. Disponível em: < <https://abcp.org.br/basico-sobre-cimento/aplicacoes/aplicacoes-alvenaria-estrutural/>>. Acesso em 21 de Maio 2020.

AC COMUNICAÇÃO. **Obra da OAS Empreendimentos é destaque no Concrete Show South América 2012.** Disponível em: < <https://aconline.com.br/?noticias=obra-da-oas-empreendimentos-e-destaque-noconcrete-show-south-america-2012%2F>>. Acesso em 20 de maio de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT NBR 8798/1985 – Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT NBR 6118: 2014 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT NBR 6136/2007 - Alvenaria estrutural – Blocos.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT NBR 7173: 1982 – Alvenaria Estrutural - Bloco vazado de concreto simples sem a funcionalidade estrutural.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT NBR 9833: 2009 – Concreto fresco – Determinação da massa específica, do rendimento e do teor de ar pelo método gravimétrico.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT NBR 12655: 2015 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT NBR 14931: 2004 – Desmoldantes.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15575: 2013 – **Edificações habitacionais – Desempenho.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15823-2: 2017 – **Concreto auto adensável – Parte 2: Determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual – Método do cone de Abrams.**

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 16055:2012 - **Parede de Concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e Procedimentos.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR NM 67: 1998 – **Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Manual Técnico para Implementação: Habitação 1.0.** Bairro Saudável. Editora ABCP, São Paulo, 2002.

Astra, 2020. **Distanciadores Plásticos para Ferragens.** Disponível em: < <http://www.astra-sa.com.br/pics/downloads/construtoras/distanciadores.pdf>>. Acesso em 18 de agosto de 2020.

BATTAGLIA, Rafael. **Infográfico: A Catedral de Notre Dame em Paris.** Super Interessante. 2019. Disponível em: <https://super.abril.com.br/historia/infografico-a-catedral-de-notre-dame-em-paris/>. Acesso em 19 de outubro de 2020.

BENTLEY, Chris; MASENGARB, Jennifer. **Building Skyscrapers on Chicago’s Swampy Soil.** Wbez, Chicago - IL. 2017. Disponível em: <https://www.wbez.org/stories/building-skyscrapers-on-chicagos-swampy-soil/a6227da4-43a0-49e0-9bea-e8b2af77e60b>. Acesso em 19 de outubro de 2020.

CAMACHO, Dr Jefferson Sidney. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural.** Núcleo de Ensino e pesquisa da Alvenaria Estrutural. Ilha Solteira – São Paulo, 2006.

Centro Brasileiro da Construção em Aço, CBCA. **Construção industrializada é o futuro da construção civil.** Revista Congresso Latino-americano Steel Frame, 2015. Disponível em: < <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detalhes.php?cod=7163>> . Acesso em 28 de agosto de 2020.

CERAMICA LORENZETTI, **Manual Alvenaria estrutural – Sistema Construtivo de Alvenaria Estrutural.** Disponível em: < https://cdn.awsli.com.br/473/473829/arquivos/manual_alvenaria.pdf> . Acesso em 1 de agosto de 2020.

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

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO (2010). **Banco de Obras – Alvenaria Estrutural**. Disponível em: < <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/banco-obras/1/alvenaria-estrutural?nPag=1> >. Acesso em 26 de junho de 2020.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Alvenaria Estrutural – Materiais**. Disponível em: < <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/1/materiais/qualidade/9/materiais.html> >. Acesso em 26 de junho 2020

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

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Parede de Concreto – Vantagens**. Disponível em: < <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/vantagens/viabilidade/20/vantagens.html> >. Acesso em 19 de maio de 2020.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Paredes de Concreto**. Disponível em: < <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/noticias/44/industrializacao-da-construcao-civil-para-o-segundo-economico.html> >. Acesso em 23 de março de 2020.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Parede de Concreto - Materiais**. Disponível em: < <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/materiais/qualidade/26/materiais.html> >. Acesso em 01 de junho de 2020.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO (2011). **Formas**. Disponível em: < <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/formas/execucao/31/formas.html> >. Acesso em 15 de setembro de 2020.

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 setembro de 2020.

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 outubro de 2020.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO (2010) - **Utilização de ferramentas próprias para alvenaria estrutural**. Disponível em: < <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/boaspraticas/3/utilizacao-de-ferramentas-proprias-para-alvenaria-estrutural.html> >. Acesso em 19 de setembro de 2020.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Coletânea de ativos Parede de concreto, 2007/2008.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Coletânea de ativos Parede de concreto, 2009/2010.

COSTA, Amanda da Silva. SIAC/PBQP-H: **Interpretação dos Requisitos e Avaliação das Motivações e Dificuldades na sua Implantação por Construtoras**. Projeto de Graduação de Engenheiro Civil – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro – RJ, 2016. Disponível em: <

<http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10016818.pdf>>. Acesso em 02 de outubro de 2020.

COSTA, Michelle Cristina de Freitas. **A Industrialização da Construção Habitacional Através do Sistema Construtivo Paredes de Concreto Fabricadas IN LOCO**. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte – MG, 2013. Disponível em: < https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9LEHVK/1/a_industrializa_o_da_constru_o_habitacional_atrav_s_do_sistema_construtivo_paredes_de_concreto_.pdf>. Acesso em 01 de outubro de 2020.

ESCOBAR, Renan. **CONCRETO LEVE ESTRUTURAL: Substituição do agregado graúdo convencional por argila expandida**. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Engenharia Civil do Departamento de Construção Civil– DACOC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em engenharia civil. Campo Mourão, PR, 2016. Disponível em: < http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6892/1/CM_COECI_2016_1_29.pdf>. Acesso em 29 de abril de 2020.

FK COMERCIO. **Bloco de Concreto Estrutural**. Disponível em:

<http://www.fkcomercio.com.br/bloco_de_concreto_estrutural.html>. Acesso em 15 de setembro de 2020.

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.

FERRAZ, Fabiano. **Métodos Construtivos em Paredes de Concreto**. 2018. Universidade de Araraquara – SP. Artigo publicado pela Semana Acadêmica. Disponível em:< https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_pronto_fabiano_02-12.pdf>. Acesso em 05 de outubro de 2020.

FONSECA, É. C. da.; ALMEIDA, F. G.; SANTOS, R. R. dos.; OLIVEIRA, T. B. de.; **Estudo de dosagem e avaliação de concreto celular espumoso com adição de cal e cinzas da biomassa de eucalipto para fins de alvenaria estrutural**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Curso superior de Engenharia Civil) Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Teófilo Otoni, MG, 2019. Disponível em: < <http://site.ufvjm.edu.br/icet/files/2019/05/ESTUDO-DE-DOSAGEM-E-AVALIA%3%87%C3%83O-DE-CONCRETO-CELULAR-ESPUMOS-COM-ADI%3%87%C3%83O-DE-CAL-E-CINZAS-DA-BIOMASSA-DE-EUCALIPTO-PARA-FINS-DE-ALVENARIA-ESTRUTURAL.pdf>>. Acesso em 07 de abril de 2020.

FUSCO, Péricles Brasiliense. **Tecnologia do Concreto Estrutural**. São Paulo: PINI, (2008) Disponível em: < <https://pt.wikipedia.org/wiki/Concreto>>. Acesso em 15 de março de 2020.

GEOFIX. **Uso de Concreto em Fundações - Conceitos Básicos, Traços Especiais, Execução, Logística e Estudos de Casos**. Disponível em: < <http://www.geofix.com.br/biblioteca-cursos.php>>. Acesso em 11 de maio de 2020.

GOIARTE. **Blocos – Processo de Amarração**. Disponível em: < http://www.goiarte.com.br/?page_id=75096 >. Acesso em 30 de junho de 2020.

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 29 de agosto de 2020.

INFOESCOLA, 2006. **Teatro Municipal de São Paulo**. Disponível em: < <https://www.infoescola.com/teatro/teatro-municipal-de-sao-paulo/> >. Acesso em 17 de outubro de 2020.

KAEFER, Luís Fernando. **Cimento.org – A evolução do concreto**. Disponível em: < <https://cimento.org/concreto/> >. Acesso em 10 de março de 2020.

LORDESLEEM JÚNIOR, A. C.; FONTENELLE, E. C.; BARROS, M. M. B. de; SABBATINI, F. H.; **Estágio atual do uso de paredes maciças moldadas no local em São Paulo**. In: Congresso Latino-Americano Tecnologia e Gestão na Produção de edifícios. São Paulo, SP, 1998.

MACÊDO, Julianne. **Um estudo sobre o sistema construtivo formado por paredes de concreto moldadas no local**. Universidade Federal da Paraíba Centro de tecnologia curso de engenharia civil. Trabalho de conclusão de curso. João Pessoa, PB, 2016. Disponível em: < <http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2015.2/um-estudo-sobre-o-sistema-construtivo-formado-por-paredes-de-concreto-moldadas-no-local.pdf> >. Acesso em 15 de abril de 2020.

MANZIONE, L. **Projeto e execução de alvenaria estrutural**. 2ª ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2007.

MAPA DA OBRA. **Desmoldante para Fôrmas: Saiba como escolher e Utilizar**. 2018. Disponível em: < <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/saiba-como-escolher-e-utilizar-desmoldante-para-formas-de-concreto/> >. Acesso em 17 de setembro de 2020.

MAQBLOCOS. **Soluções Completas para Concreto**. Belo Horizonte – MG. Disponível em: < <https://www.maqblocos.com.br/pagina-inicial> >. Acesso em 28 de outubro de 2020.

MARMENTINI, GABRIEL. **Entenda o Programa Minha Casa Minha Vida**. Disponível em: < <https://www.politize.com.br/minha-casa-minha-vida-entenda/> >. Acesso em 22 de março de 2020.

MELO, Marcia. **Alvenaria Estrutural em Blocos Cerâmicos – Modulação**. LigaBlog. 2020. Disponível em: <https://blogdaliga.com.br/alvenaria-estrutural-em-blocos-ceramicos/>. Acesso em 28 de setembro de 2020.

MISURELLI H.; MASSUDA C. **Parede de concreto**. Revista Técnica, ed. 147. Disponível em: <http://technet17.pini.com.br/engenharia-civil/147/paredes-de-concreto-285766-1.aspx>. Acesso em 02 de outubro de 2020.

MORAIS, Gabriela Miranda de. **Planejamento da Execução de Paredes de Concreto Armado: Um Estudo de Caso**. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Graduação de Engenharia Civil) Universidade Federal de Goiás – UFG, Goiania, 2017. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/PLANEJAMENTO_DA_EXECUCO%C3%87%C3%83O_DE_PAREDES_DE_CONCRETO_ARMADO_-_UM_ESTUDO_DE_CASO.pdf>. Acesso em 25 de abril de 2020.

MORQUECHO, Fernando Bezerra Galvão. **Análise de edifícios em paredes de concreto moldadas in loco**. 2016. Monografia (Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, RN, 2016. Disponível em: <https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/2450/1/MONOGRRAFIA%20FERNANDO%20MORQUECHO_ANALISE%20DE%20EDIFICIOS%20EM%20PAREDES%20DE%20CONCRETO%20MOLDADAS%20IN%20LOCO.pdf>. Acesso em 30 de abril de 2020.

NOVELLI, Rafael. **Origem do concreto**. Nove Engenharia. Disponível em: <<https://www.novesengenharia.com.br/origem-do-concreto/>>. Acesso em 08 de maio de 2020.

NUCLEO PAREDE DE CONCRETO. **Desmoldantes**. Disponível em: <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/artigos/desmoldantes>>. Acesso em 10 de outubro de 2020.

OKAMURA, Hajime; OUCHI, Masahiro. Self-Compacting Concrete. Journal of Advanced Concrete Technology. Japan Concrete Institute, Japão. v. 1, n 1, p. 5- 15, abr. 2003. Disponível em: <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jact/1/1/1_1_5/article>. Acesso em 1 de março de 2020.

OKAMURA, H.; Ozawa, K. (1995), “**Mix design for self-compacting concrete**”, Concrete Library of JSCE, nº 25, pp. 107-120. Disponível em: <[https://www.iosrjen.org/Papers/vol2_issue9%20\(part-3\)/E0293341.pdf](https://www.iosrjen.org/Papers/vol2_issue9%20(part-3)/E0293341.pdf)>. Acesso em 03 de março de 2020.

PAULUZZI. **Alvenaria Estrutural – Brasil**. Disponível em: <<https://pauluzzi.com.br/alvenaria-estrutural/>>. Acesso 20 de Junho de 2020.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Editora PINI, 1ª ed. 3ª tiragem. São Paulo, 2003.

ROSÁRIO, Alex Márcio Cabral. **ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE ALVENARIA ESTRUTURAL, PAREDES DE CONCRETO ARMADO E ALVENARIA EM PAINÉIS MODULARES**. Revista CONSTRUINDO 1º Ed., p. 61 – 74. Jan – Jun., 2017.

SACHT, H. M. **Painéis de vedação de concreto moldado in loco: avaliação do desempenho térmico e desenvolvimento de concretos**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2008.

SANTOS, Everton de Britto. **Estudo comparativo de viabilidade entre alvenaria de blocos cerâmicos e paredes de concreto moldadas no local com fôrmas metálicas em habitações populares**. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Curso superior de Engenharia Civil) Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campo Mourão, 2013.

SATO, Luana. **A EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS EM SÃO PAULO: Residências Unifamiliares de Alto Padrão**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Civil. São Paulo, SP, 2011. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-11082011-140108/publico/Dissertacao_Luana_Sato.pdf>. Acesso em 03 de setembro de 2020.

SELECTA, Soluções em Blocos. **Guia Técnico – Alvenaria Estrutural**. Disponível em: <<http://www.grupoestrutural.com.br/selecta/guia-tecnico/>>. Acesso em 23 de outubro de 2020.

SILVA, João Batista Rodrigues. **Parede de Concreto – Velocidade e Qualidade**. Disponível em: <<http://www.abesc.org.br/assets/files/paredes-concreto-concrete-show.pdf>>. Acesso em 25 de setembro de 2020.

SILVESTRE, Michelli. **Associação Brasileira de Cimento Portland – Notícias – Alvenaria estrutural em pauta**. 2013. Disponível em: <<https://abcp.org.br/imprensa/noticias/alvenaria-estrutural-em-pauta/>>. Acesso 26 de junho de 2020.

SILVESTRE, Michelli. **Influência dos sistemas construtivos nas modificações promovidas pelo usuário em unidades de his: Estudo de caso na região do vale do Paraíba /SP**. Dissertação apresentada à escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre em ciências. São Paulo, SP, 2013. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-15052014-154643/publico/DissertacaoMichelliSilvestre_Completa_Password_Removed.pdf>. Acesso em 20 de abril de 2020.

SOUZA E AVILA. **Análise comparativa da viabilidade econômica entre os sistemas construtivos “Parede de concreto” e “Alvenaria Estrutural” – Estudo de caso**. Universidade Federal de Goiás escola de engenharia civil curso de graduação em engenharia civil. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação. Goiânia, GO, 2014. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/AN%C3%81LISE_COMPARATIVA_DA_VIABILIDADE_ECON%C3%94MICA_ENTRE_OS_SISTEMAS_CONSTRUTIVOS_%E2%80%9CPAREDE_DE_CONCRETO%E2%80%9D_E_%E2%80%9CALVENARIA_ESTRUTURAL%E2%80%9D_%E2%80%93_ESTUDO_DE_CASO.pdf>. Acesso em 03 de março de 2020.

SOUSA, Rainer Gonçalves. **História do cimento**. Disponível em: <<https://www.historiadomundo.com.br/curiosidades/historia-do-cimento.htm>>. Acesso em 15 de maio de 2020.

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 7 de setembro de 2020.

SUA OBRA. **Assentamento de Blocos**. Disponível em:

<https://www.suaobra.com.br/dicas/confira-qual-traco-usar-na-argamassa-para-assentamento-de-blocos>. Acesso em 25 de outubro de 2020.

TAKATA, Leandro. **Aspectos executivos e a qualidade de estruturas em concreto armado: Estudo de caso**. Dissertação apresentada ao programa de pós graduação em construção civil do Centro de Ciências Exatas e de tecnologia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em construção civil. São Carlos, SP, 2009. Disponível em: <

<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4655/3273.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 05 de abril de 2020.

TÉCHNE – **Como Construir Paredes de Concreto** – Hugo Missurelli e Clovis Massuda – São Paulo: Editora PINI, nº 147, p. 74 - 80, junho, 2009.

TECNOSIL. **Concreto auto adensável: Principais características e aplicações**. Disponível em: < <https://www.tecnosilbr.com.br/concreto-auto-adensavel-principais-caracteristicas-e-aplicacoes-2/>>. Acesso em 01 de junho de 2020.

TECNOSIL. **Paredes de concreto moldadas in loco: o que são e porque usá-las na sua obra**. Disponível em: < <https://www.tecnosilbr.com.br/paredes/>>. Acesso em 14 de maio de 2020.

VERÍSSIMO E CÉSAR JR. **Concreto Protendido Fundamentos Básicos**. Universidade Federal de Viçosa centro de ciências exatas e tecnológicas departamento de engenharia civil. Suporte bibliográfico. Viçosa, MG, 1998. Disponível em: < <http://wwwp.feb.unesp.br/lutt/Concreto%20Protendido/CP-vol1.pdf>>. Acesso em 03 de abril de 2020.

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.

VIEIRA, Glécia. **CONSTRUIR É OFERECER CONFORTO, ESTÉTICA, TECNOLOGIA E DURABILIDADE**. Coordenadora de projetos na Regional Norte/Nordeste da ABCP, em Palestra na Concrete Show. 2019. Disponível em: < <https://abcp.org.br/imprensa/noticias/construir-e-oferecer-conforto-estetica-tecnologia-e-durabilidade/>>. Acesso em 23 de abril de 2020.

VOTORANTIM, CIMENTO. **Parede de Concreto reduz Custo de Obras com Alta Repetitividade**. Disponível em: < <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/parede-de-concreto-reduz-custo-de-obras-com-alta-repetitividade/>>. Acesso em 15 de outubro de 2020.

WENDLER, Arnaldo. Coletânea de ativos em paredes de concreto. Disponível em: < <https://abcp.org.br/download/?search=Parede%20de%20Concreto#Dload>>. Acesso em 14 de maio de 2020.