

FACULDADE DOCTUM

VINÍCIUS ALBERTO DA SILVA

**PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO:
CONCRETO CELULAR X CONCRETO AUTO ADENSÁVEL**

Juiz de Fora
2019

VINÍCIUS ALBERTO DA SILVA

**PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO:
CONCRETO CELULAR X CONCRETO AUTO ADENSÁVEL**

Monografia de Conclusão de Curso,
apresentada ao curso de Engenharia
Civil, Faculdade Doctum de Juiz de Fora,
como requisito parcial à obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof. MSc. Ana Cristina
Junqueira Ribeiro

Juiz de Fora
2019

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Faculdade Doctum/JF

Silva, Vinícius Alberto.

Paredes de Concreto Moldadas *in loco*: Concreto Celular x Concreto Auto-Adensável/ Vinícius Alberto da Silva – Juiz de Fora, MG, 2019.

58 folhas.

Monografia (Curso de Engenharia Civil) –
Faculdade Doctum Juiz de Fora.

1. Concreto. Forma Metálica. Paredes de Concreto
I. Título. II Faculdade Doctum Juiz de Fora

TERMO DE APROVAÇÃO

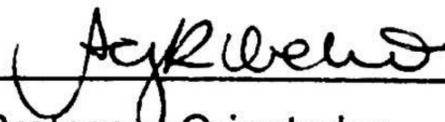
FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Parede de Concreto moldada in loco: concreto celular x concreto auto adensável

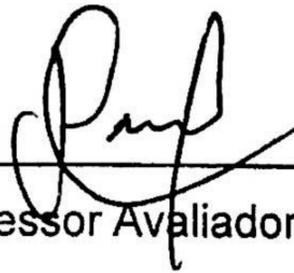
elaborado pelos alunos Vinicius Alberto da Silva

foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceita pelo curso de Engenharia Civil, como requisito parcial da obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

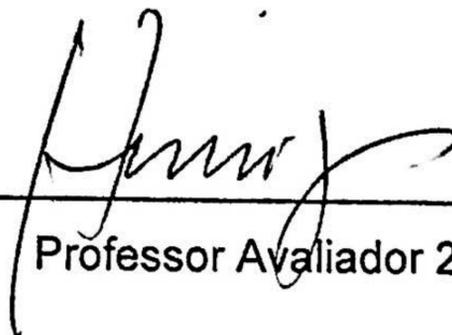
Juiz de Fora, 05 de dezembro de 2019.



Professor Orientador



Professor Avaliador 1



Professor Avaliador 2

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora Aparecida por ter me capacitado para a conclusão deste trabalho. Agradeço também à minha orientadora Professora Mestre Ana Cristina Junqueira Ribeiro por todo apoio, paciência e por ter acreditado em mim.

RESUMO

SILVA, VINÍCIUS ALBERTO. **PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS *IN LOCO*: CONCRETO CELULAR X CONCRETO AUTO ADENSÁVEL**. Número de folhas (58). Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2019.

A parede de concreto foi uma solução encontrada pela Indústria da construção civil para seguir exigentes padrões de qualidade do Programa Minha Casa Minha Vida criado pelo Governo Federal que tem intuito de construir moradias para pessoas com baixa e média renda a fim de garantir habitação. Objetivo do estudo é a comparação do avanço tecnológicos na área do concreto para paredes. Sua metodologia principal é a realização uma revisão de literatura do método construtivo de paredes de concreto moldadas in loco. Tal revisão se faz necessária visto o método citado ser uma alternativa para que seja sanado o déficit habitacional existente no Brasil. As paredes de concreto são uma inovação tecnologia da construção civil, um tipo de obra modular e racional, na qual as paredes e lajes são todas feitas em concreto e concretadas de uma só vez. As formas utilizadas na concretagem possuem vários tipos de materiais constituintes para diferentes tipos de utilização que atesta que o processo de execução seja racional e padronizado. E ainda há um controle tecnológico do concreto que garante um resultado final vantajoso e confiável.

Palavras-chave: Concreto, Forma Metálica, Paredes de Concreto.

ABSTRACT

The concrete wall was a solution found by the construction industry to follow the demanding quality standards of the Minha Casa Minha Vida Program created by the Federal Government that aims to build housing for low and middle income people to guarantee housing. Objective of the study is to compare technological advances in the area of concrete for walls. Its main methodology is to conduct a literature review of the constructive method of cast-in-place concrete walls. Such revision is necessary since the mentioned method is an alternative to remedy the existing housing deficit in Brazil. Concrete walls are an innovative building technology, a rational and modular type of work, in which the walls and slabs are all made of concrete and concreted at once. The forms used in the embodiment have various types of constituent materials for different types of use which attests that the execution process is rational and standardized. And yet there is a technological control of the concrete that guarantees an advantageous and reliable end result.

Key words: Concrete Walls, Metal Form, Concrete.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – ABNT-NBR/16055.2012.....	25
Figura 2 – <i>Slump Test</i>	28
Figura 3 – <i>Slump Flow Test</i>	29
Figura 4 – Concreto Celular.....	32
Figura 5 – Concreto Auto Adensável.....	36
Figura 6 – Fôrma Metálica.....	38
Figura 7 – Fôrma Mista.....	39
Figura 8 – Fôrma Plástica.....	40
Figura 9 – Detalhamento de Painéis e Equipamentos.....	42
Figura 10 - Processo Executivo.....	42
Figura 11 - Armadura.....	45
Figura 12 - Instalações Eléticas.....	46
Figura 13 - Instalações Hidráulicas.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Vantagens e Desvantagens das Fôrmas.....	41
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Utilização dos Concretos	49
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND
ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
BNH	BANCO NACIONAL DE HABITAÇÃO
CAA	CONCRETO AUTO ADENSÁVEL
CBIC	CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO
FGTS	FUNDO DE GARANTIA POR TEMPO DE SERVIÇO
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
MCMV	MINHA CASA MINHA VIDA
SFH	SISTEMA FINANCEIRO DE HABITAÇÃO

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo geral	15
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
1.2 JUSTIFICATIVA.....	16
1.3 METODOLOGIA	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 Déficit Habitacional	18
2.2 Programa Minha Casa Minha Vida.....	19
2.3 Racionalização na Construção Civil.....	21
2.4 Obras Modulares	22
2.5 Sistema Construtivo de Paredes de Concreto.	24
2.5.1 Conceito	24
2.5.2 Histórico.....	24
2.5.3 Normatização.....	25
2.6 Elementos Constituintes.	26
2.6.1 Concreto.....	26
2.6.2 Propriedades do Concreto Fresco.....	27
2.6.3 Tipos de Concreto.....	29
2.6.3.1 Concreto Celular Espumoso.	29
2.6.3.2 Concreto Auto Adensável.....	32
2.6.3 Transporte, Lançamento e Cura do Concreto.	36
2.6.4 Fôrmas	37
2.6.4.1 Tipos de Fôrmas.....	37

2.6.4.2 Processo Executivo	41
2.6.5 Parâmetros para Escolha das Fôrmas	43
2.6.6 Armação	44
2.6.7. Instalações Prediais	45
2.6.7.1 Instalações Elétricas	45
2.6.7.2 Instalações Hidráulicas.....	46
3 ANÁLISES E RESULTADOS	47
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

A população brasileira chegou a um número de 208,5 milhões de pessoas, como apresentado pela última pesquisa feita pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018). Este número representa um constante crescimento da população, que no Censo realizado em 1872 era de 10 milhões de pessoas. Com o abastardo crescimento demográfico, aumenta também o anseio dos cidadãos por moradia, gerando assim o *déficit* habitacional. (IBGE, 2018).

Partindo deste cenário, se faz vital o desenvolvimento de novos métodos construtivos que tenham como principal objetivo acelerar o processo de construção. Mas essa aceleração não deve ser desordenada, pois se deve atentar à qualidade e segurança da moradia oferecida, garantindo o acesso digno à moradia como diz o Art. 6º da Constituição Brasileira. (BRASIL, 1988).

Uma das soluções para a questão explanada é o método construtivo de paredes de concreto moldada *in loco*. Processo construtivo que conta com uma enorme vantagem de demandar um menor tempo de execução quando comparado a outros métodos.

Entrou em vigor em maio de 2012 o texto da NBR 16055:2012, que regulamenta o método construtivo em questão. A publicação desse texto ocasiona uma maior compreensão do mercado de trabalho, popularizando o método, como previu o engenheiro Arnoldo Wendler, coordenador da NBR.(ABNT, 2012).

Portanto esse trabalho visa apresentar os conceitos do método construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco*.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Esse trabalho tem como objetivo apresentar um referencial teórico do método construtivo que utiliza paredes de concreto “moldadas *in loco*”, analisando suas características construtivas, processos de produção e diferentes características construtivas.

1.1.2 Objetivos específicos

Com intuito de atingir o objetivo principal foram acertados os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar o método das paredes de concreto “moldadas *in loco*” no Brasil;
- Discutir as principais características dos elementos que constituem o processo executivo de paredes de concreto;
- Analisar o concreto e o sistema de fôrmas no processo produtivo para aplicação em paredes de concreto.

1.2 Justificativa

Na contemporaneidade há um grande *déficit* habitacional brasileiro em especial nas classes mais desprovidas de recursos financeiros. De modo a vencer esse *déficit* o governo vem ofertando financiamento de obras de baixo custo e oferecendo subsídio ao adquirente em função da renda. Desse modo concebe-se o programa do governo federal Minha Casa Minha Vida.

Os empresários da construção civil a fim de adequar suas obras tendo em vista os incentivos do governo, buscam sempre uma alternativa que minimiza tempo, gerando assim uma economia financeira. Foi nessa atual conjuntura que as paredes de concreto “moldadas *in loco*” se fizeram uma boa predileção para se construir em grandes volumes.

Fundamenta-se essa monografia devido à conveniência de uma análise das especificações desse método construtivo de paredes de concreto, com o propósito de apurar como tal método é utilizado e se os resultados obtidos são satisfatórios.

1.3 Metodologia

Neste trabalho de conclusão de curso foram utilizados principalmente dois processos metodológicos. O primeiro deles é processo descritivo, ou seja, uma revisão bibliográfica que apresenta todas as informações necessárias para o conhecimento do sistema de paredes de concreto. Tais informações foram obtidas através de pesquisas em artigos técnicos, outros trabalhos de conclusão de curso com tema semelhante, dissertações de mestrado, teses de doutorado e a NBR 16055. O segundo método utilizado foi uma análise qualitativa de resultados, ou seja, será coletado informações de autores que utilizaram determinados tipos de concretos e fôrmas para ser observado os resultados de sua utilização. A pesquisa bibliográfica foi realizada em plataformas acadêmicas, com os descritores parede de concreto, concreto auto adensável, concreto celular.

O referencial teórico é denominado também de revisão bibliográfica ou revisão de literatura. O referencial é parte do escopo de um projeto de pesquisa, que mostra a gama de colaborações científicas sobre um determinado assunto específico. (SANTOS, CANDELORO, 2010).

Um tópico que é extremamente exigido em um projeto de pesquisa e nem sempre é realizado de forma adequada é o referencial teórico. Tal tópico não é somente uma monotonia de livros e autores que falaram sobre o tema, mas sim uma descrição completa, ou seja, o conhecimento atual do tema. (BARRAL, 2007).

A análise descritiva, como o próprio nome já diz, é basicamente da descrição dos principais tópicos dentro dos dados existentes a fim de observar questões que nos levam a novas pesquisas. Este tipo de análise é obrigatoriamente feito em cima de fatos e não de hipóteses. Além disso, inclui a coleta de dados e descreve os resultados obtidos. (*in*, QUESTION-PRÓ, 2019).

O método de análise qualitativo é exploratório, ou seja, visa extrair dos autores suas opiniões que foram abertamente ditas sobre o determinado tema ou conceito. Elas causam a imersão em aspectos e motivações de forma espontânea. Sua utilização se faz necessária quando se busca entendimento sobre a natureza de um assunto, deixando lugar para a interpretação. (VERGARA, 2006).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 . Déficit Habitacional

O déficit habitacional em nosso país é um fato que alcança uma grande fatia da população, em maior número nas classes mais desfavorecidas financeiramente. Factualmente, o problema habitacional se deu de forma progressiva e foi ocasionado por diversos fatores, como por exemplo, o êxodo rural. (BOTEGA, 2008).

O número de cidadãos buscando uma melhor situação para viver nos grandes centros das cidades não era bem-proporcionado ao número de habitações em disponibilidade, e muitos desses cidadãos se viam obrigados a se fixarem em favelas e/ou moradias sem o mínimo de estrutura para sua sobrevivência. (BOTEGA, 2008).

Fez-se imprescindível a realização de uma política governamental eficaz para o setor de habitação e, no ano de 1964, com a criação do SFH (Sistema Financeiro de Habitação) se deu o início da criação das premissas financeiras para se subsidiar as pessoas as quais não possuíam uma forma respeitável de moradia. (VASCONCELOS E CÂNDIDO JÚNIOR, 2018).

Em 1971, o BNH (Banco Nacional da Habitação) emitiu um parecer constando que os proventos destinados à habitação atenderam efetivamente apenas 24% do carecimento populacional. Além de não ter conseguido sanar o grande *déficit* habitacional, com a chegada dos anos 1980, a situação econômica do Brasil se encontrava em um estágio de inconstância e recessão. As adequações salariais não condiziam com a inflação vivida no país, em consequência disso, parte dos favorecidos não conseguiam honrar com o pagamento das prestações dos imóveis. (BOLAFFI, 2005).

Sendo assim, ainda que o SFH conseguisse subsidiar uma grande quantidade de imóveis, não haveria ressarcimento por parte dos contribuintes. Com o sistema condenado ao insucesso, em 1986 chegou ao fim o BNH. Sem panoramas e programas bem-sucedidos, o tópico da habitação perdeu primazia e notoriedade dos governantes e ficou um longo tempo inerte. Um novo programa fraquejado por parte do governo, poderia ser capaz de gerar uma grande queda no número de eleitores. (BOLAFFI, 2005).

2.2. Programa Minha Casa Minha Vida

No ano de 2002, um novo presidente do Brasil é eleito pelo povo, Luiz Inácio Lula da Silva. Um dos principais objetivos do governo de Lula era concentrar em políticas de governo para as classes mais desfavorecidas. Já em 2003, foi formado o Ministério das Cidades com a meta de propiciar a igualdade social entre as classes, de forma a melhorar a habitação, saneamento básico e transporte. (VENTIM, 2013).

Já em 2008, com a chegada em nosso país de uma crise financeira que assolou diversos países do globo, nosso governo mirou como possibilidade de remédio para minorar os impactos da crise, investir na edificação de habitações de cunho social. Isto posto, foi constituído o Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), que pelo meio de construção de residências populares, oxigenou o mercado da construção civil e reduziu os efeitos da tal crise no Brasil. (VENTIM, 2013).

“Artigo 2º: O MCMV tem como finalidade criar mecanismos de incentivo á produção e à aquisição de novas unidades habitacionais pelas famílias com renda mensal de até 10 (dez) salários mínimos, que residam em qualquer dos Municípios brasileiros.” (*in*, www.mpsp.mp.br).

Divulgado para a população somente em março de 2009, o programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) é uma mescla de elucidacões para os primordiais impasses apresentados pelos estudos do Plano Nacional de Habitação. O programa possui um principal objetivo que é: alcançar especialmente os aspectos econômicos dos financiamentos das edificações por intermédio da outorga de subsídios oferecidos às famílias das classes sociais menos providas de recursos, possibilitando a redução do considerável *déficit* em habitações presente na esfera de renda mensal que compreende até seis salários mínimos. (D’AMICO, 2011).

Atualmente o programa passa por sua terceira remodelação. As últimas modificações foram feitas no ano de 2017 e seu foco principal foi em ajustes nas faixas de renda e em condições de financiamento. Hoje o programa conta com três faixas de financiamentos que são:

- Faixa 1: é destinada a famílias que possuam renda mensal de até R\$ 1.800,00. O prazo de financiamento nessa faixa é de até 120 meses, com prestações que vão de R\$ 80,00 a R\$ 270,00, variando com a renda familiar. Além

disso, o que garante o financiamento é o próprio imóvel que será comprado. Nesta faixa, grande parte do valor do imóvel é financiada pelo governo.

- Faixa 2: o público alvo são famílias que possuam renda mensal de até R\$ 4.000,00. O financiamento do imóvel é realizado sob uma taxa de juros anual que varia de 5,5% a 7,0% ao ano com prazo de pagamento em até 30 anos. Nessa faixa de renda o governo subsidia até R\$ 29.000,00 gerando uma facilitação de compra.

- Faixa 3: feitas para famílias com renda mensal de até R\$ 9.000,00. Porém na faixa três a taxa de juros varia 8,16% a 9,16% porém o prazo de financiamento é o mesmo da faixa 2, 30 anos. (SAPORITO, 2015).

Nas 3 faixas citadas, as taxas de juros são todas abaixo dos valores de mercado. Ademais, as famílias que pertencem à faixa 3 são determinadas a financiar o bem utilizando recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS). Além da divisão por renda, existe outro parâmetro que é pré-requisito para a inserção no programa, o imóvel tem que respeitar um teto máximo de valor que varia de acordo com o estado e a cidade que o imóvel se encontra. Na região sudeste e no distrito federal o valor tem um teto de R\$ 240.000,00. Já nas regiões nordeste e norte, o valor limite é de R\$ 180.000,00. (SOUSA, 2017).

Em concordância com Virgílio (2010), a política de habitação no Brasil tem por obrigação admitir a existência de três perfis de contribuintes a serem beneficiados: contribuintes inábeis a quitação do financiamento, contribuintes com chance parcial de quitação do financiamento e contribuintes com total chance de quitação do financiamento. Ao primeiro perfil de contribuinte só há a possibilidade de recorrer a programas sociais de habitação, sendo a única cota que possui um real risco de não cumprimento dos compromissos assumidos. O segundo perfil de contribuinte são cidadãos que de fato contribuirão para o pleno sucesso do programa (terão redução de taxas e um maior prazo para fazerem os pagamentos). Já o terceiro perfil não necessita dos benefícios do programa e pode ser atendido diretamente pelo mercado.

De acordo com uma pesquisa realizada pela Fundação Getúlio Vargas em 2014 solicitada pela CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), o Programa Minha Casa Minha Vida, conseguiu construir um número plausível de unidades habitacionais, ocasionando assim, uma ligeira redução no *déficit*

habitacional do Brasil, contudo resta um longo caminho a ser percorrido para se chegar a um valor de redução eloquente. (*in*, construção e mercado, 2014).

O Ministério do Desenvolvimento Regional e a Casa Civil arquitetaram uma medida que resguarda uma importância de R\$ 800 milhões destinados ao programa Minha Casa Minha Vida. A medida, segundo o atual governo, assegura a sequência das obras e facultará a continuidade dos repasses financeiros ao programa, que serão repassados R\$ 550 milhões em abril e maio. No mês de junho o repasse será de R\$ 500 milhões. (XIMENES, 2019).

2.3. Racionalização na Construção Civil

Os precedentes relatos sobre racionalização nas construções de moradias sucederam em alguns países da Europa posteriormente a segunda Grande Guerra. (NOGUEIRA et al, 2009).

As esferas de produção industrial no Brasil estão progressivamente mais implicadas no controle de qualidade de processos e produtos. A esfera da construção civil tem a necessidade de reexaminar seus métodos, uma vez que o Brasil é marcado por um imenso desperdício neste setor, grande parte desse desperdício é gerado por materiais perdidos nos métodos construtivos. (SABBATINI, 1989).

Com a crescente das restrições de recursos e aumento do número de empresas do ramo, para um empreendimento ser bem-sucedido faz-se imprescindível usar como fonte de permanência no mercado o raciocínio, e utilizar fatores simples dentro da empresa como estratégias marcantes para o sucesso da mesma. Para isso, é quase obrigatório o máximo uso de racionalidade na elaboração de projetos ou de atividades de produção, com o menor desperdício de mão de obra pretendendo a maximização dos custos, com a maior velocidade de produção possível em um nível máximo de segurança no local de trabalho. (GEHBAUER, 2004).

É pertinente enfatizar a extrema necessidade de intervenções dentro da operação da construção civil, condigno aos seus riscos aos trabalhadores e impactos causados ao meio ambiente. Sendo assim, a racionalização dos processos construtivos é vital. (MELO et al, 2008).

Para Gehbauer (2004), o ato de racionalizar é analisar sistematicamente as etapas e processos que serão realizados, com o propósito de encontrar os pontos fracos, como por exemplo: falhas na preparação e difusão das informações, tempos os quais a produção fica parada sem um motivo pertinente e grandes deslocamentos de transporte evitáveis. Além de ficar atento às chances de melhoria, analisá-las e colocá-las em prática para assim testá-las e serem aceitas pelos envolvidos.

Senge (1998) acrescenta que as empresas que sobreviverão e se manterão líderes são as que enxergam o futuro, as que são capazes de assimilar as informações novas, mudar, se adaptar, logo, as que tenham capacidade de aprender.

Com a utilização de paredes de concreto, um sistema racionalizado, permite que seja feito um planejamento completo e detalhado da obra que reduz as atividades artesanais e improvisações, diminuindo o número de operários no canteiro. Isso faz com que o tempo e o custo da obra diminuam, aumentam a produtividade e a margem do negócio. (FONSECA,2014).

2.4. Obras Modulares

A incessante busca pelo aprimoramento de processos construtivos, ajustados com a atual demanda de mercado, faz com que o método construtivo constituído de construções modulares seja um processo imensamente vantajoso, uma vez que o mesmo apresenta bons resultados no que diz respeito à sustentabilidade, qualidade, conforto térmico, competitividade e rapidez. (NOGUEIRA et al, 2009).

No Brasil a construção civil é apontada como antiquada, posta em comparação a outros setores que passaram pela industrialização, ainda que possua um grande protagonismo no país. De acordo com Telles (1994) e Pereira (2018), essa defasagem se dá ao período colonial que passamos, com decorrência da escravidão. A mão de obra nacional não tinha muito valor de mercado, por esse motivo não era atrativo aperfeiçoá-la. Para os escravos não havia inspiração alguma para se aprimorar as técnicas as quais só trariam lucros para seus carrascos.

A adição de mecanismos fabris ocasionou um aumento de desempenho do trabalho e alargou a produção global, e no século XIX o Taylorismo-Fordismo apareceu como uma nova filosofia. Este procedimento desfruta essencialmente de métodos de padronização e produção em larga escala, tendo como alvo principal a

atenuação de despesas e aumento do percentual nos lucros. O serviço é feito de uma forma especializada, repartido em setores, gerando ganhos de produtividade. Essa filosofia perdura até os tempos atuais. (PEPE, BRANDT, 2009).

Para que a construção civil seja competente em cumprir com o papel que lhe é exigido pela sociedade moderna, é imprescindível que a mesma esteja apta a construir edificações que, além de atender condições primaciais (segurança, durabilidade e acabamento) seja capaz também de apresentar habilidades relacionadas a desempenho ambiental, baixo custo e produtividade, habilidades de suma importância, que nos dias atuais exprimem um grande desafio para a engenharia. (GREVEN, BALDAUF, 2007).

Nos esforços em busca do desenvolvimento dessas características na indústria da construção civil no país, é que o presente trabalho tem a intenção de reativar conceitos, trazendo à pauta a questão da Coordenação Modular, esta já “antiga” inovação. Cada vez mais necessária e mais óbvia, a Coordenação Modular é ponto elementar para que vários problemas sejam solucionados, do projeto dos componentes à manutenção das edificações (GREVEN, BAUDAUF, 2007).

A Coordenação Modular é um sistema que qualificou a indústria da construção em um grande número de países, e, no contexto atual da produção de edificações, é imprescindível que ela volte a ser considerada, agora aliada a questões econômicas e de sustentabilidade (GREVEN, BAUDAUF, 2007).

Com relação à sustentabilidade, a utilização da Coordenação Modular traz um melhor aproveitamento dos componentes construtivos e, em consequência disso, otimização do consumo de matérias-primas, de consumo energético para produção desses componentes e, por fim, de sobras desses componentes em função dos inúmeros cortes que sofrem na etapa de construção. Segundo Yeang (1999), que faz um balanço dos *unputs* (insumos) e *outputs* (produtos) da construção civil, 40% das matérias-primas (por peso) do mundo são usadas na construção de edificações a cada ano; 36% a 45% do *input* de energia de uma nação é usado nas edificações e 20% a 26% do lixo de aterros vem das construções. (GREVEN, BAUDAUF, 2007).

2.5. Sistema Construtivo de Paredes de Concreto

2.5.1 Conceito

O sistema construtivo de parede de concreto moldado *in loco* é uma tecnologia em que as paredes de vedação internas e externas são substituídas por uma estrutura de concreto armado. As paredes devem ser dimensionadas para resistir aos esforços horizontais e verticais, eliminando a necessidade de pilares e vigas. A fôrma utilizada pode ser metálica, metálica com madeira ou plástica, e as paredes são armadas com telas soldadas. (FONSECA, 2014).

O método é indicado para obras que possuem um elevado grau de repetitividade e também é indicado para empreendimentos de alto, médio e baixo padrão, uma vez que as fôrmas possuem grande versatilidade. O que se usa para fazer a definição das fôrmas é uma grande e minuciosa análise dos custos, analisando também os custos com mão-de-obra, tempo de construção e encargos. Sua utilização é sugerida para casas térreas, sobrados e inclusive já foi construído edifícios de até 30 andares. (ABCP, 2016).

2.5.2 Histórico

Em meados dos anos 80 a empresa *Gethal* começou a desenvolver tal tecnologia, porém o método demorou a ser rentável financeiramente quando comparado ao sistema construtivo convencional. (SACHT et al, 2011).

Na mesma década, a francesa *Outinord* utilizava um sistema parecido, onde se utilizavam fôrmas metálicas que permitiam a concretagem simultânea de paredes e lajes. Essa tecnologia foi importada para o Brasil, na tentativa de ser empregada, mas não houve sucesso. (SACHT et al, 2011).

Contudo, ficou inviável dar continuidade naquela época pois o Brasil atravessava um período econômico que não permitia novos investimentos e o método ainda não havia ganhado confiança de mercado (BRAGUIM, 2013).

Em 2006, a Rodobens Negócios Imobiliários realizou a primeira obra utilizando fôrmas de plástico na construção de um condomínio residencial com o sistema construtivo de paredes de concreto. Geraldo Cêsta, diretor da Rodobens, informou que tais fôrmas foram alugadas e que a empresa tinha feito um pedido de fôrmas de alumínio importadas dos Estados Unidos. (BREDA, 2012).

Breda (2012) acrescentou também que naquela época as fôrmas plásticas produzidas no Brasil não possuíam o padrão de qualidade necessário para que se obtivesse desempenho satisfatório.

2.5.3 Normatização

Passados 30 anos que o método construtivo foi utilizado sem nenhuma normatização, no ano de 2012 a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou a NBR 16.055:2012 (“Paredes de concreto moldada no local para a Construção de Edificações”) que normatiza a execução com método construtivo, conforme figura abaixo. (ABNT, 2012).

Figura 1: ABNT - NBR 16.055:2012



Fonte: ABNT, 2019

Após a realização de pesquisas sobre o tema, o texto demorou oito meses para ser redigido, aprovado e submetido à sabatina da ABNT, para aí então ser publicado. Possuir uma norma regulamentadora para um método construtivo é extremamente vantajoso, pois projetar e construir sob uma norma da ABNT além de

ser vantajoso contribui para a propagação do método. O financiador do empreendimento feito em paredes de concreto consegue cobrar qualidade e pode também fiscalizar com base no texto da norma. Uma vez publicada a norma ela obriga a todas as empresas regulamentar seus projetos conforme a mesma. (ANAUATE, 2012).

2.6. Elementos Constituintes

O citado método construtivo é formado essencialmente por três elementos: concreto, fôrma e armação. Em concordância com a NBR 16.055:2012, a junção desses elementos deve resultar num produto final que resista a todas as ações que possam causar qualquer efeito, tanto na construção como na utilização da unidade habitacional.(ABNT, 2012).

Algumas características das estruturas de paredes de concreto e seus elementos principais são:

- No geral a espessura das lajes e paredes é de 10 cm;
- Paredes e lajes possuem armação feita com telas de aço eletros soldadas de malha quadrada de 100 mm e fios com diâmetro de 4,2 mm;
- A resistência à compressão do concreto, aos 28 dias, é de 25 MPa e a resistência mínima do concreto na desforma em 14 horas, é de 3 Mpa;
- A consistência especificada para o concreto é de 22 ± 2 cm (*slump test*). (SILVA, 2011).

2.6.1. Concreto

Segundo Isaia (2007) o concreto tornou-se o insumo mais consumido pelo homem depois da água.

O concreto representa uma parcela significativa no custo da obra, e por isso merece atenção especial. (MONGE, 2019).

De acordo com Mehta e Monteiro (2014) existem três grandes motivos pelos quais o concreto é tão utilizado na engenharia. O primeiro deles é devido sua resistência à ação da água o que faz do concreto um material ideal para

construções. O segundo motivo é trabalhabilidade do concreto, que quando fresco possui consistência plástica, podendo-se obter uma gama de elementos estruturais, de variadas formas e tamanhos. O terceiro motivo está relacionado ao baixo custo para se obter materiais e para se produzir o concreto. Uma vez que seus componentes são de baixo custo e são abundantes em grande parte do Brasil.

Os elementos constituintes do concreto são a água e o cimento. Esse composto possui o nome de pasta, e esta pasta adicionada de agregado miúdo se transforma em argamassa, adicionando agregado graúdo na argamassa se obtém o concreto. (ISAIA, 2007).

2.6.2. Propriedades do Concreto Fresco

A condição de concreto fresco se dá desde a sua produção até o lançamento na fôrma. Nesta condição o concreto deve possuir algumas propriedades para ser considerado fresco, sendo elas: coesão suficiente para suportar o transporte e o lançamento nas fôrmas sem que haja segregação e consistência, de modo que o mesmo consiga ser adensado, ou seja, o concreto fresco deve possuir a trabalhabilidade adequada para o que se destina. (NEVILLE, BROOKS, 2013).

A consistência do concreto pode ser determinada como a capacidade do concreto de se deformar, ou seja, suportar o próprio peso. (ISAIA, 2007).

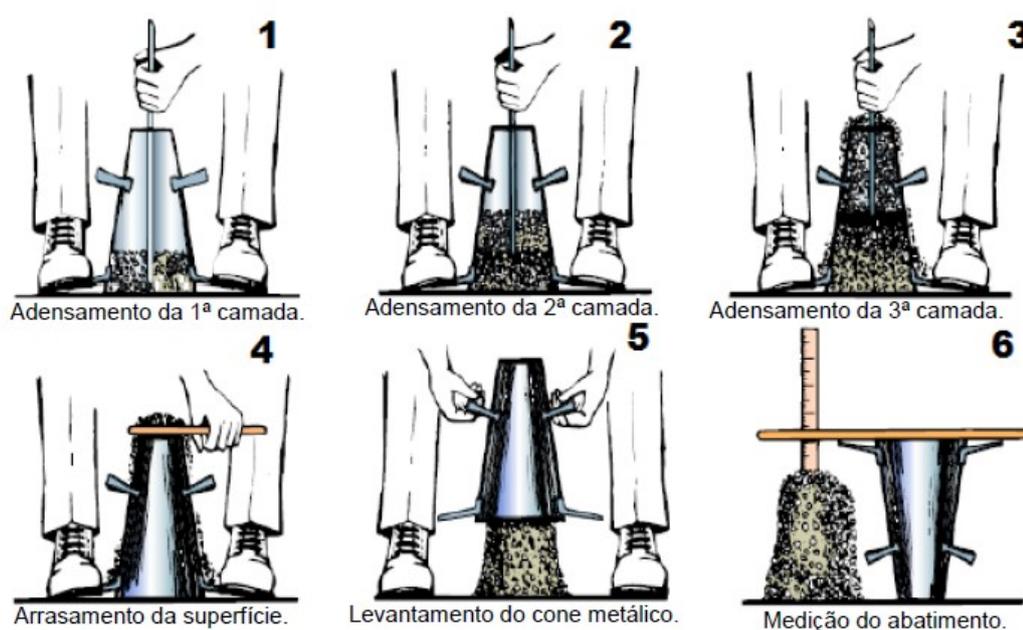
A consistência do concreto fresco está diretamente ligada as suas características, com a água presente na massa e a coesão entre seus componentes. Quando se altera a quantidade de água na mistura ou quando se emprega o uso de aditivos sua plasticidade é mudada, variando também a deformação do concreto quando solicitado. (BORTOLINI, 2012).

O *Slump test* ou ensaio de abatimento do concreto, é um ensaio utilizado para aferir a trabalhabilidade do concreto em seu estado fresco, seu principal objetivo é medir a consistência e avaliar se o mesmo está adequado para o uso que se destina. (BORTOLINI, 2012).

Segundo a NBR NM 67 (1998) os equipamentos necessários para a realização do ensaio são: um cone oco com cota interna de 200 mm na base inferior, 100 mm na base superior e 300 mm de altura; uma placa de metal para ser usada como base medindo no mínimo 500 mm de lado e uma haste com 8 mm de raio e 600 mm de comprimento. (ABNT, 1998).

Para dar início ao ensaio o cone é colocado sobre a base metálica, posteriormente se preenche o cone com concreto em 3 camadas com espessura igual, adensando cada camada dando 25 golpes com a haste metálica. Logo após a última camada ser adensada ocorre a remoção do excesso de concreto de cima do cone, a vista disso, o cone começa a ser removido lentamente para que haja o abatimento do concreto. O abatimento é medido pela diferença da altura do concreto em relação ao cone. A figura a seguir ilustra o processo. (ABTN, 1998).

Figura 2: Slump test

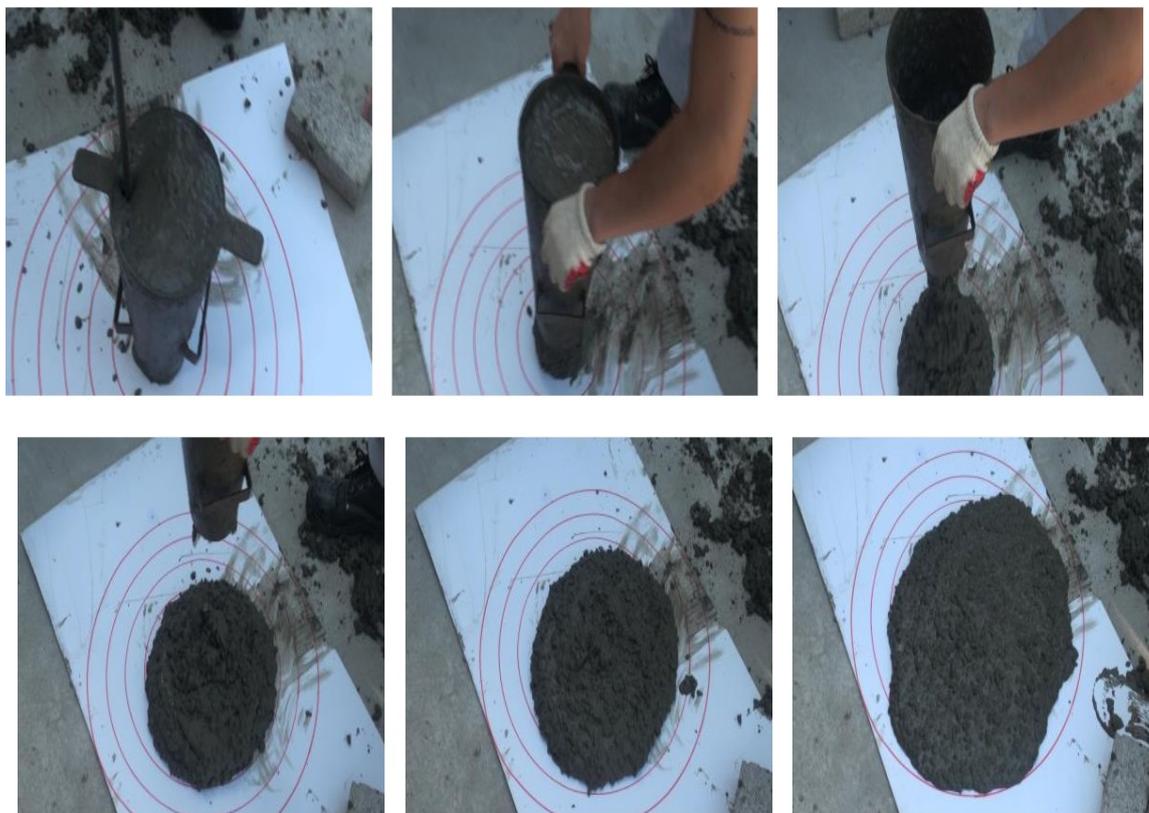


Fonte: Alves, 2017.

Quando se utiliza concretos fluidos, ou seja, com alta espalhabilidade, é recomendado a realização do teste de espalhamento do cone ou *Slump Flow Test*. (GASPARINI, 2015).

Os equipamentos e instruções para a realização do *Slump Flow Test* são as mesmas do *Slump Test*. Com a ressalva de que é necessário fazer um círculo de 500 mm de diâmetro na base metálica e possuir um cronômetro. Para a realização do teste são necessárias duas pessoas. (CALADO et al, 2015).

Logo após o erguimento do cone metálico que está completo de concreto e em cima da base metálica, o profissional aciona o cronômetro e afere o tempo que o concreto gasta para percorrer os 500 mm. Ilustrado pela figura abaixo. (TUTIKIAN, 2004).

Figura 3: *Slump Flow Test*

Fonte: *in*, www.fundacaomatiasmachline, 2013

2.6.3. Tipos de Concreto

2.6.3.1 Concreto Celular Espumoso

De acordo com a ABNT NBR 12.645 – 1992 o concreto celular espumoso é definido da seguinte maneira:

Concreto leve obtido pela introdução, nas argamassas, de bolhas de ar, com dimensões milimétricas, homogêneas, uniformemente distribuídas, estáveis, incomunicáveis e indeformadas ao fim do processo, cuja densidade de massa aparente no estado fresco deve estar compreendida entre 1300 kg/m³ e 1900 kg/m³.

Nota: As bolhas de ar podem ser obtidas na forma de uma espuma pré-formada ou geradas no interior do misturador por ação mecânica deste, devido a um agente espumante.(ABNT, 1992, p. 3).

Em concordância com Neville (1997) concretos leves possuem menor massa específica devido a troca de materiais sólidos por materiais porosos nas partículas dos agregados e no cimento.

A redução da massa específica do concreto gera um grande impacto nas propriedades mecânicas do mesmo, uma vez que o teor relativo da espuma ocasiona uma redução ou aumento nas propriedades do concreto endurecido, estando diretamente ligado à quantidade de vazios da massa. (TORALLES – CARBONARI, 2008).

Ademais da massa específica do concreto, outra característica de suma importância é a trabalhabilidade. Sobre trabalhabilidade, Cortelassi (2005) diz que “O concreto celular possui uma trabalhabilidade maior que o concreto convencional, pois possui muitos vazios em sua composição”.

Em concordância com que Neville (1997) comenta, ao invés do concreto possuir agregados graúdos, é adicionado o agente espumigêno, que libera uma grande quantidade de bolhas de ar que possuem grande elasticidade e um menor atrito superficial quando comparado com agregados graúdos. Gerando assim, um concreto com melhor trabalhabilidade, fluidez e plasticidade.

Concomitantemente que a adição de bolhas de ar no concreto melhora a trabalhabilidade, precariza a resistência do mesmo à compressão. Desse modo, a contabilização dos vazios formados pelos poros capilares e celulares, ou seja, a porosidade do concreto melhora seu isolamento térmico, acústico e resistência a chamas. Logo se conclui que a redução do peso do concreto celular é bem sucedida quando se obtém essas características. (TORALLES-CARBONARI, 2008).

A retração do concreto é um transcurso de redução de volume da massa, gerada na maioria das vezes pelo egresso de água por meio de exsudação. O processo de retração do concreto pode ocasionar fissuras e rachaduras. (AOKI, MEDEIROS, 2016).

No momento em que se aumenta o teor de espuma no concreto, aumenta-se também os valores de retração, fazendo um crescimento diretamente proporcional. (TORALLES-CARBONARI, 2008).

Pelo fato da perda de umidade do concreto celular ocorrer de um modo mais rápido do que o recebimento de umidade por permeabilidade, pode haver uma significativa redução do seu volume, ou seja, ocorre a chamada redução plástica ou inicial. (FREITAS, 2004). Em decorrência desta perda de umidade, Ferreira (1986)

completa que ocorre o aparecimento de tensões internas de tração nos grãos do agregado, trações essas que ultrapassam a resistência do concreto celular, e tais tensões geram fissuras. Ademais, quando ocorre a cura do concreto ao ar, sofrem a ação do gás carbônico presente na atmosfera, fazendo com que ocorra a carbonatação, que intensifica o fenômeno da retração.

Por conta dos problemas de retração, em decorrência da alta porosidade do concreto, é aconselhável que se evite a aplicação do mesmo em ambientes marinhos, uma vez que os ataques dos cloretos são bem mais intensos. Uma forma de minimizar a retração dos concretos celulares e avolumar sua resistência à tração e desse modo, reduzir as fissurações, é a adição de fibras leves na massa do concreto, porém esse mecanismo necessita mais pesquisas. (BREDA, 2012).

Com relação à resistência a compressão, Freitas (2004) diz que:

A resistência à compressão do concreto celular espumoso varia com os seguintes fatores: consumo de cimento, fator água/cimento, finura do cimento, idade, tipo de cura (úmida ou ar), processo de produção, tipo de agente espumígeno, volume de espuma, quantidade e granulometria dos agregados adicionados à mistura e, principalmente, o volume de ar incorporado que representará a porosidade e a massa específica do concreto celular. (FREITAS, 2004, p. 10).

De acordo com Pereira (2018) as principais vantagens do concreto celular são:

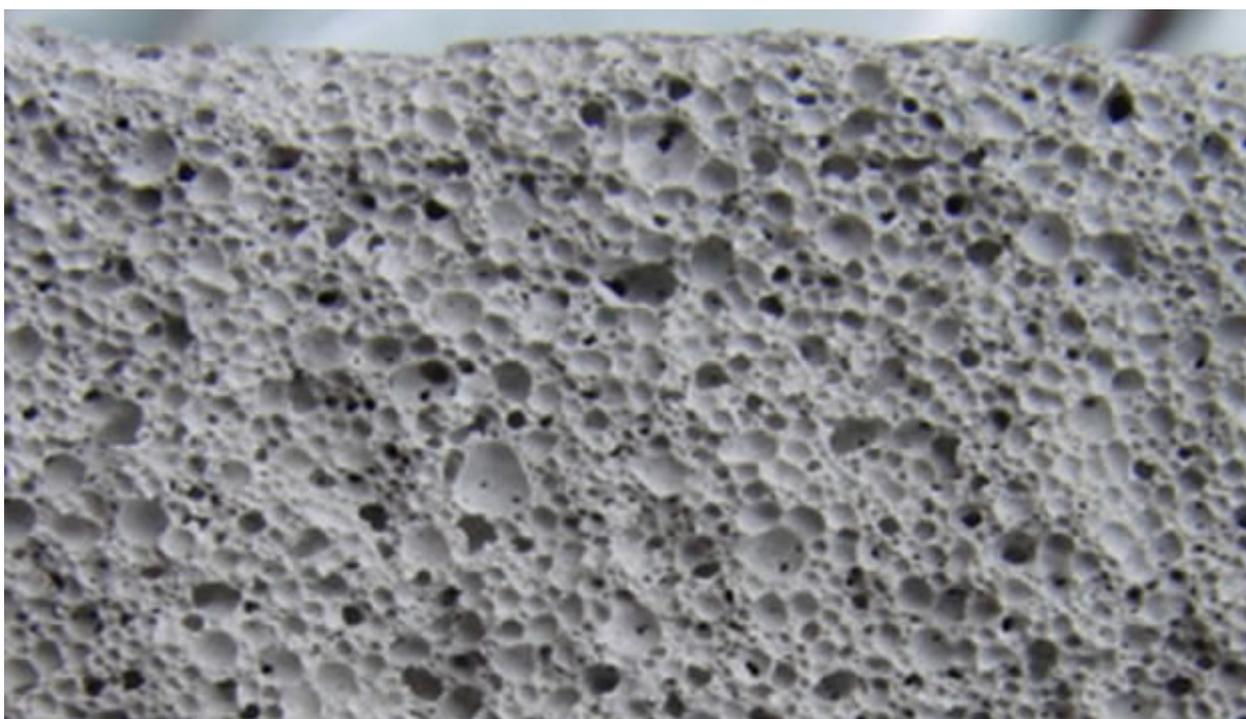
- Leveza: Principal característica positiva do concreto celular, que se dá devido a existência de poros no concreto, gerando um grande número de vazios no concreto, reduzindo seu peso;
- Desempenho térmico: O concreto celular possui um ótimo isolamento térmico, melhor que os concretos convencionais, o que faz com que seu uso seja uma boa opção vedante;
- Desempenho acústico: Apresenta melhor característica de isolamento acústico, o que melhora a qualidade da habitação;
- Redução do percentual de concreto: Reduz até em 30% o uso de concreto na obra, uma vez que o peso próprio da edificação será reduzido;
- Redução de custos: Em decorrência da redução de peso da estrutura, redução do percentual de concreto e maior agilidade e velocidade de trabalho, é possível reduzir os custos da obra;

- Resistência ao fogo: O concreto celular é menos combustível.

Ainda em concordância com Pereira (2018) as principais desvantagens do concreto celular são:

- Baixo desempenho mecânico: Em função do alto número de poros causados pela espuma incorporada na massa, o concreto celular acaba perdendo características mecânicas, gerando uma redução da sua resistência à compressão;
- Menor módulo de elasticidade: Em consequência da eliminação dos agregados sólidos, é plausível dizer que o concreto celular possui um baixo módulo de elasticidade, fato esse que pode causar deformação nas estruturas;
- Alto custo de produção: Mesmo com a redução de custos causadas pelo baixo percentual de concreto devido a leveza da estrutura, o concreto celular ainda é um concreto caro. Pois o uso do agente expander e aditivos aplicados à massa eleva seu custo de produção. A figura a seguir é um exemplo de concreto celular.

Figura 4: Concreto celular



Fonte: *in*, www.gruppiconcreto, 2019.

2.6.3.2 Concreto Auto Adensável

Posteriormente à descoberta de aditivos para serem utilizados em concretos na década de 70, o que foi visto como um dos maiores avanços da construção civil,

o concreto auto adensável (CAA) é retratado como uma das maiores revoluções tecnológicas que aconteceram com o concreto. (RANJBAR et al, 2014).

A produção de concretos fluidos e com resistência à segregação é um importante avanço tecnológico, que foi obtido através de pesquisas aplicadas ao uso de aditivos superplastificantes combinados com um alto teor de cimento e aditivos minerais. Os aditivos presentes no concreto reduzem a água de amassamento e melhora a fluidez do concreto. Deve-se ter atenção à compatibilidade entre o aditivo e o tipo de cimento utilizado, uma vez que acontece uma interação química entre os mesmos. A dosagem do concreto é extremamente importante pois devemos chegar a uma combinação que se obtenha um equilíbrio entre qualidade do concreto e custo. (FONSECA, 2014).

A ABNT NBR 15.823 – 2010 define concreto auto adensável como aquele que possui a fluidez para adensar. Utilizando seu próprio peso, preenchendo as fôrmas, passando pelas armaduras sem segregar, mantendo sua característica homogênea durante o transporte, lançamento e cura do concreto. (ABNT, 2010).

Conforme Tutikian e Dal Molim (2008), os insumos empregados na mistura para concreto auto adensável são exatamente os mesmos para o concreto convencional, isto é, agregado miúdo e graúdo com dimensão determinada (entre 19 e 25 mm) e cimento *Portland*, contudo há uma crescente nas inclusões de materiais finos quimicamente ativos (*filers*), plastificantes e até alteradores de viscosidade.

Qualquer derivação de cimento do tipo *Portland* utilizados na produção de concreto convencional, desde que esteja em concordância com as normas, podem ser empregados na produção de concreto auto adensável. A definição do tipo de cimento utilizado será realizada com base nas especificações e premissas determinadas em projeto. (GOMES, BARROS, 2009).

O emprego de agregados utilizados em concreto auto adensável, de modo geral, necessitam atender os mesmos pressupostos que os agregados utilizados no concreto convencional. Entretanto devem ser selecionados com precisão, uma vez que o concreto auto adensável demanda uma grande quantidade de finos para se manter coeso e sem segregar. É aconselhável que as partículas que possuam diâmetro de 0,125 mm sejam tratadas como parte dos finos, pois influenciarão diretamente na reologia do concreto. (OKAMURA, OUCHI, 2003).

A importância que o agregado miúdo possui sobre as características do concreto auto adensável fresco é significativamente maior em relação ao agregado

graúdo. Partículas com adiantos inferiores a 0,125 mm devem ser consideradas no teor de finos da massa e também devem ser levadas em consideração quando calculada a relação de materiais finos e água. (EFNARC, 2005).

Em geral, pode ser utilizado todos os tipos de areia na produção do concreto auto adensável, areias de rio, eólicas, industriais, sendo que as industriais necessitam de atenção especial pelo fato de as mesmas possuírem granulometria descontínua, principalmente as areias médias. (TUTIKAN, DAL MOLIN, 2008).

O alto volume de pasta no concreto auto adensável pode ajudar na diminuição do atrito interno entre as partículas de areia, porém uma equilibrada distribuição granulométrica ainda tem sua devida importância. Diversos processos de dosagem do concreto auto adensável utilizam areias misturadas para auxiliar o agregado com a curva granulométrica e essa técnica pode ajudar a reduzir o teor da pasta. (EFNARC, 2005).

De acordo com o que diz Efnarc (2005), todos os tipos de agregados graúdos podem ser utilizados na fabricação de concreto auto adensável. Contudo o agregado leve tem sido mais utilizado e tem dado positivos resultados quando aplicado. É necessário se atentar, uma vez que o agregado graúdo pode migrar para a superfície do concreto, quando a viscosidade da pasta estiver baixa e esse fenômeno tem a chance de não ser detectado em ensaios de resistência à segregação.

O concreto auto adensável tem na sua composição, além dos insumos fundamentais para a fabricação de concreto, aditivos minerais quimicamente ativos ou não e aditivos que reduzem a ação da água (plastificantes) e algumas situações aditivos que modificam a viscosidade do concreto que podem ser utilizados simultaneamente. (HERBUDIMAN, SAPTAJI, 2013).

Os aditivos minerais adicionados ao concreto auto adensável são materiais silicosos que são bem moídos e na maioria das vezes são adicionados em grande quantidade. Possuem o objetivo de melhorar a trabalhabilidade, resistência a fissuração e a expansão. Tais minerais podem ser pozolanas naturais ou resíduos industriais. (MEHTA, MONTEIRO, 2014).

O processo de retração do concreto auto adensável é considerado alto devido ao grande consumo de finos que esse concreto demanda. A retração total é a soma das retrações autógena e por secagem. O fenômeno da retração autógena se dá durante a cura do concreto e é causada pelo consumo de água na hidratação do

cimento. O processo de retração por secagem é ocasionado pela perda de água do concreto na atmosfera. Na maioria das vezes essa perda vem da pasta de cimento, podendo também vir do agregado. (TOKUDOME, 2006).

A resistência à compressão é a característica mais estudada do concreto auto adensável. Diversos pesquisadores estão estudando essa característica e os resultados estão caminhando para o aspecto de que os superfluidificantes que são empregados no concreto auto adensável não influenciam na sua capacidade de resistir à compressão. Os índices de resistência do concreto auto adensável endurecido, na maioria das vezes, são iguais aos concretos que são fabricados sem nenhum tipo de controle com aditivos. Entretanto essa teoria é contestada por alguns pesquisadores, alguns até chegaram a resultados diferentes. Tal variação nos resultados se dá graças aos tipos de aditivos e materiais que foram utilizados na fabricação dos concretos em cada tipo de pesquisa. (TOKUDOME, 2006).

De acordo com pesquisas realizadas por Arbelaéz (2003), o concreto auto adensável mostrou-se levemente mais resistente à compressão do que o concreto convencional equivalente.

Segundo Mendes et al, (2017) essas são as vantagens do concreto auto adensável:

- Redução de mão-de-obra: Demanda menos profissionais no momento da concretagem;
- Sustentabilidade: Pode ser fabricado com resíduos oriundos de construção civil como blocos estruturas de concreto trituradas. Os melhores agregados finos são provenientes de indústrias, empregando assim a reutilização de materiais;
- Fluidez: Devido a sua capacidade de escoamento, pode ser utilizado em estruturas com menor espaçamento de aço pois o concreto preenche os vazios e gera um acabamento melhor;
- Redução de ruídos: O concreto auto adensável não tem necessidade de ser vibrado, o que gera um conforto acústico melhor no ambiente de trabalho;
- Durabilidade: O concreto auto adensável possui uma vida maior, quando comparado com outros concretos. Em decorrência da presença de finos na sua composição o concreto fica mais aglutinado e mais resistente a entrada de agentes agressivos.

Ainda em concordância com Mendes et al, (2017) essas são as desvantagens do concreto auto adensável:

- **Custo:** O custo para se produzir o concreto auto adensável chega a ser 10% maior do que o concreto convencional;
- **Produção:** Pelo fato de o concreto se auto adensar e por possuir aditivos que reduzem seu tempo de cura, o concreto auto adensável não pode ser usinado em grande escala. O ideal é que seja usinado sobre a exata demanda.

A figura a seguir apresenta o concreto auto adensável.

Figura 5: Concreto auto adensável



Fonte: *in*, [www.engenhareia.wordpress](http://www.engenhareia.wordpress.com), 2017.

2.6.3.3 Transporte, Lançamento e Cura do Concreto

O meio de transporte mais recomendado para transportar o concreto da usina até a obra é através de caminhões betoneira. Antes do início da concretagem, é imprescindível que seja conferida a nota fiscal emitida pela concreteira para certificar-se de que o material dentro do caminhão é o mesmo que foi solicitado.

Algumas empresas fazem seu próprio controle tecnológico através do ensaio de ruptura em corpos de prova e também a realização do *Slump Test*. (ABCP, 2016).

Pelo fato de o concreto ser lançado diretamente nas formas é primordial que haja um estudo detalhado levando em conta as propriedades do concreto que estará sendo lançado, o tipo e formato das fôrmas e o *design* do canteiro. O lançamento é inicialmente em uma das extremidades da edificação e somente após uma notável quantidade de paredes próximas a essa extremidade estejam cheias é que se muda a direção do lançamento para o lado oposto da edificação, até que todas as quatro extremidades da edificação estejam completamente concretadas. O uso da bomba lançadora de concreto reduz drasticamente a chance de falhas na concretagem, uma vez que, não pode haver qualquer interrupção que ultrapasse a marca de 30 minutos, para que não fique caracterizada uma junta de dilatação. (MISURELLI, MASSUDA, 2009).

Para que a cura do concreto seja realizada adequadamente, o concreto deverá ser resguardado contra ações que poderão ser prejudiciais ao processo de cura como: chuva forte, choques, mudanças repentinas de temperaturas e vibrações que poderão afetar a aderência no aço ou até mesmo causar fissuras na estrutura. (ABCP, 2016).

2.6.4. Fôrmas

Como diz a NBR: 16.055 – 2012, as fôrmas são estruturas provisórias, que possuem o objetivo de moldar o concreto no estado fresco. Tais formas tem em sua composição também os escoramentos, aprumadores, andaimes e também as peças que fazem a união das formas. Por determinação da citada norma, o sistema de fôrmas deve ser projetado para:

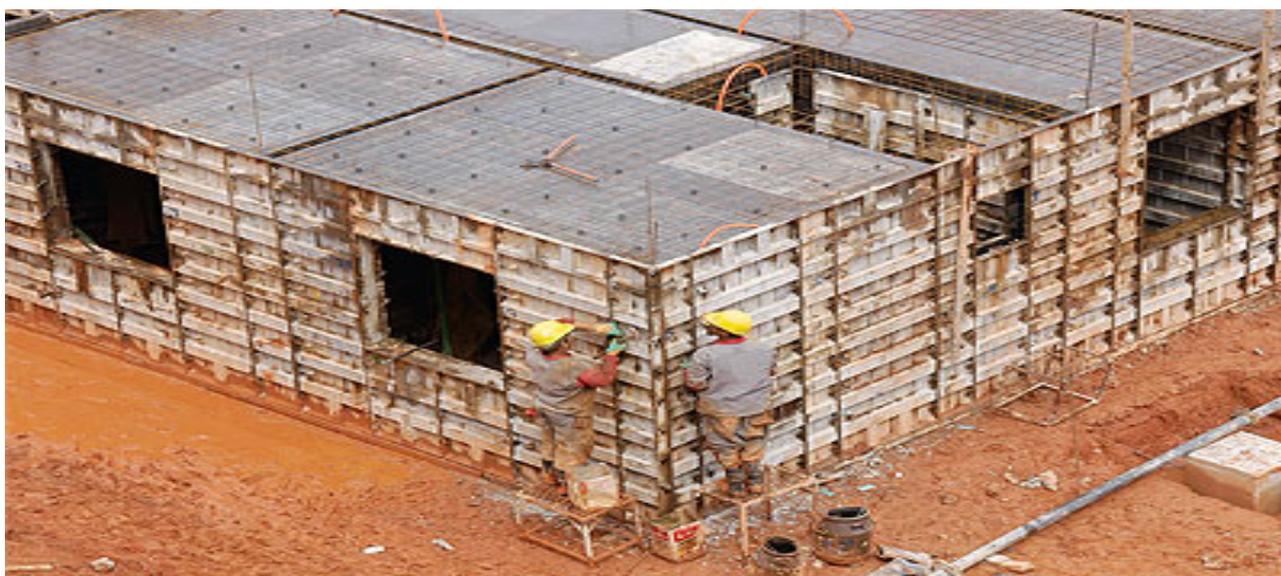
- Ter capacidade de resistir a todas as solicitações que ocorrem no processo executivo tais como: efeitos acidentais que possam ocorrer na concretagem, peso próprio da forma e cura do concreto;
- Garantir sua integridade de modo a preservar os elementos estruturais, estando em dentro dos limites previstos;
- Assegurar que estará estanque o tempo todo e que manterá a geometria das peças moldadas.(ABNT, 2012).

2.6.4.1. Tipos de Fôrmas

Em concordância com a norma que rege as Paredes de Concreto moldadas *in loco*, existem substancialmente 3 tipos de fôrmas: metálicas, mistas (madeira e metal) e fôrmas plásticas. A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP,2016) caracteriza as formas da seguinte maneira:

- Fôrma metálica: Sua composição de quadros e chapas é na maioria das vezes de alumínio, por ter menor peso e maior resistência a impactos. O aço também é utilizado na confecção de fôrmas. As fôrmas metálicas possuem o maior valor quando comparada com as outras, mas também possui a maior vida útil, usando de forma adequada se chega ao número de 1000 utilizações. (Figura 6).

Figura 6: Forma metálica



Fonte: Faria, 2009.

- Fôrma mista: São compostas por materiais metálicos e madeiras. Os metais são utilizados para fazer as partes estruturais da fôrma, como travamentos e fechamentos. A madeira é utilizada em chapas que ficarão em contato com o concreto. (Figura 7).

Figura 7: Fôrma mista



Fonte: Faria, 2009.

- Fôrma plástica: São feitas as chapas e os quadros das fôrmas em material reciclado, sendo as fôrmas mais baratas, porém são também as com menor vida útil, utilizada de forma correta pode-se chegar ao número de 100 utilizações. (ABCP, 2016). A figura abaixo ilustra as formas plásticas.

Figura 8: Fôrma Plástica



Fonte: Santos, 2016.

De modo a auxiliar na aprendizagem sobre os tipos existentes de fôrmas, Vaquero e Mayor (2008) fizeram uma comparação entre os diversos tipos de fôrmas mostrando suas vantagens e desvantagens (tabela 1).

Tabela 01: Vantagens e desvantagens das formas

Tipologia	Vantagens	Desvantagens
Metálicas	<ul style="list-style-type: none"> - Painéis duráveis; - Equipamentos leves; - Qualidade de prumo e alinhamento; - Bom acabamento superficial; - Boa rigidez de montagem; - Boa estanqueidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto custo de aquisição; - Pouca disponibilidade de mercado; - Dificuldade de modulação; - Necessita mão-de-obra especialista.
Mistas	<ul style="list-style-type: none"> - Feita no Brasil com menor custo; - Maior durabilidade; - Montagem fácil; - Bom acabamento superficial - Boa disponibilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Painéis mais pesados; - Demanda troca frequente dos painéis de madeira; - Grande quantidade de peças soltas.
Plásticas	<ul style="list-style-type: none"> - Painéis leves; - Menor custo de aquisição; - Disponibilidade de modulação; - Disponibilidade de locação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade de prumo e alinhamento; - Acabamento superficial com pouca qualidade; - Menor durabilidade; - Pouca disponibilidade no mercado.

Fonte: Vaquero Y Mayor (2008)

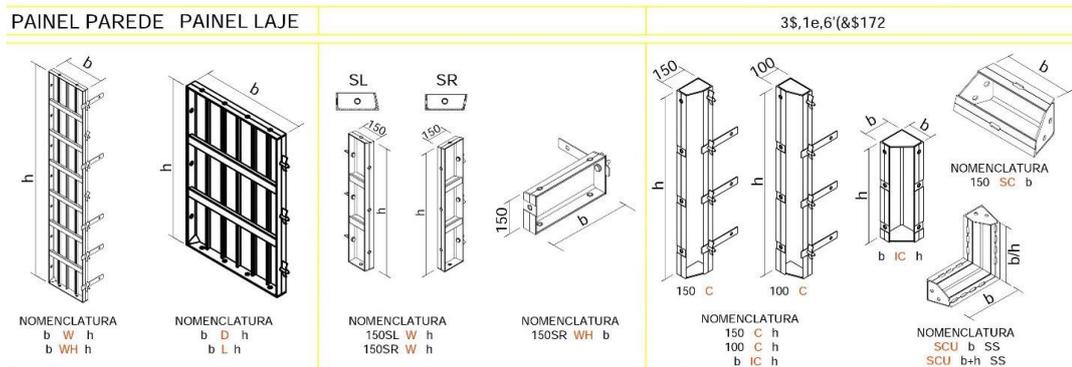
2.6.4.2. Processo Executivo

De modo a executar a montagem das fôrmas de forma correta é extremamente necessário fazer a compatibilização de todos os projetos, com atenção especial no projeto de formas. (MISURELLI, MASSUDA, 2009).

É imprescindível que haja a exata compatibilização entre o projeto estrutural e o projeto de fôrmas e que seja levado em consideração as seguintes premissas:

- Detalhamento dos painéis e suas posições; (Figura 9)
- Detalhamento de todos os equipamentos e travamentos das formas; (Figura 9)
- Detalhamento das escoras;
- Sequência executiva de montagem e desmontagem.

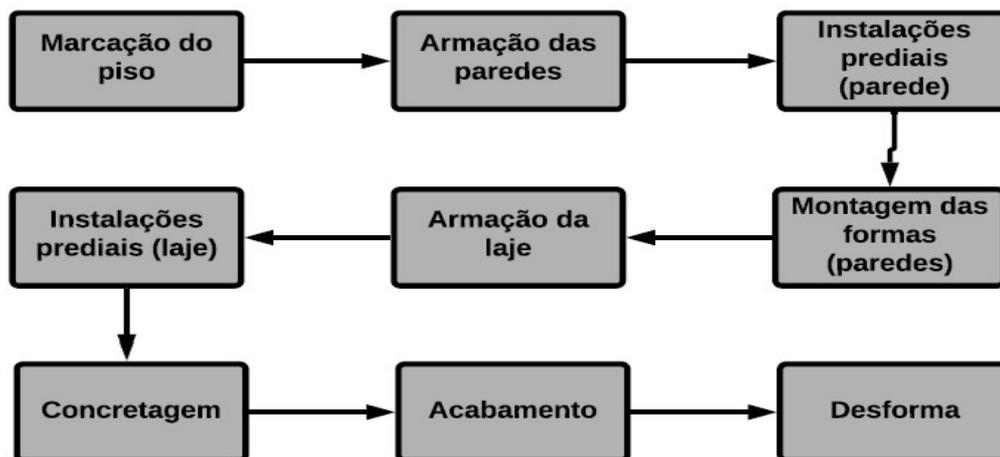
Figura 9: Detalhamento de painéis e equipamentos.



Fonte: *in*, www.mills.com.br. (2016)

O processo executivo de paredes de concreto pode ter variações de empresa para empresa. O tipo das fôrmas, a dosagem do concreto são exemplos de características que podem mudar na execução do método construtivo. (VENTURINI, 2011). A figura abaixo detalha o processo executivo padrão do método.

Figura 10: Processo executivo



Fonte: Areas (2013)

Antes de começar o processo de desforma, é importante ter a certeza de que o concreto está resistente da maneira que foi pedido em projeto. Logo após as fôrmas serem retiradas é imprescindível que sejam limpas para a reutilização, as chapas devem ser escovadas de modo a retirar todo e qualquer resíduo que tenha ficado na chapa e possibilitando a aplicação do desmoldante para a próxima

utilização. Como existem diversos tipos de fôrmas, deve atentar-se ao tipo de desmoldante utilizado, se é o certo para o tipo de fôrma utilizada. (ABCP, 2016).

2.6.5 Parâmetros para Escolha das Fôrmas

Descrito por Faria (2009), a escolha do tipo de fôrma é feita por um estudo de viabilidade técnica e econômica. Considerando a decisão técnica, leva-se em consideração:

- A produção média feita por hora homem por metro quadrado: É necessário atentar-se ao tempo médio de produção, levando em consideração não só a montagem e desmontagem da forma, mas também a armação e montagem das instalações prediais;
- Peso da forma por metro quadrado: Deve ser levado em consideração pois será necessária mobilização e desmobilização de máquinas para transporte dentro do canteiro das formas;
- Quantidade de peças: Quanto menos peças possuir o conjunto de formas é melhor, uma vez que com menos peças se reduz o tempo de montagem, diminuindo o uso da mão-de-obra, e também correndo menos risco de perda de peças;
- Vida útil da fôrma: As formas feitas de alumínio têm tendência a serem melhores, pois são mais leves e mais duráveis. Já as formas mistas e plásticas não apresentam tanta durabilidade.

Ainda sob o olhar de Faria (2009), os parâmetros que devem ser analisados na questão econômica para se escolher o tipo adequado de fôrma são:

- Mercado: Observa-se nesse tópico a disponibilidade dos fornecedores de atender a demanda, tanto na entrega, capacitação e assistência;
- Compra ou locação: Deve ser analisado com base na situação financeira da construtora como será feita a aquisição das fôrmas, ou seja, se será alugada ou comprada. Em caso de compra das fôrmas deverá ser analisado o custo com amortização do investimento, custo com manutenção e estocagem das fôrmas. Quando alugada, deve-se possuir um bom contrato de locação determinando tempo, custo de peças perdidas e também verificar se a empresa que estará alugando compartilha do cronograma da obra.

De outro modo, Cichinelli (2010), descreve como parâmetro para a escolha das fôrmas, o *check-list* a seguir:

- É necessário garantir a montagem manual das fôrmas, que devem ter o menor peso possível e a menor quantidade de peças soltas. Os elementos devem assegurar o alinhamento, prumo e travamento dos painéis;
- O processo de desforma deve ser feito sem que ocorra impacto algum sobre a parede que acabara de ser concretada;
- Na maioria das vezes a concretagem é feita com concreto auto adensável, que é muito fluido. As fôrmas em hipótese alguma podem perder estanqueidade, para manter as características do concreto e o acabamento da parede;
- Os painéis que ficarão em contato direto com o concreto deverão estar lisos e sem nenhum tipo de imperfeição. Quanto menos ancoragens forem necessárias será melhor;
- Os painéis que permitam a fixação das peças hidráulicas, elétricas e também janelas e portas são melhores, pois otimizam a montagem das fôrmas.

2.6.6 Armação

Hoje o aço é um insumo altamente utilizado no canteiro de obra. Seus parâmetros são definidos em laboratórios, sendo assim, o projetista estrutural apenas determina o tipo de aço adequado baseado na norma. Ocorrendo a compra de um aço fora dos padrões de qualidade, ou com especificação diferente da que foi determinado pelo projetista a estrutura pode ser comprometida. (NEVILLE, BROOKS, 2013).

Primeiramente é realizado o alinhamento das barras de arranque que são posicionadas a cada 50 cm (aço CA-60: \varnothing 5 mm) e nessas barras fixam-se as telas conforme altura estabelecida em projeto. (SILVA, 2011).

As armaduras são telas soldadas posicionadas na vertical entre as fôrmas. Em caso de prédios ou residências de múltiplos andares é utilizado um reforço estrutural no lado externo das paredes. As aberturas de portas e janelas possuem reforços de barras de aço convencionais. Assim como todo material, o aço também possui limitações, por isso é imprescindível seguir algumas recomendações para

garantir que o mesmo suporte todos os esforços. (INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS, 2017).

Figura 11: Armadura.



Fonte: Alves, 2019

2.6.7. Instalações Prediais

A característica mais importante do sistema construtivo de parede de concreto, é permitir que logo após a desforma as paredes contenham, embutido em todo o seu interior os elementos previstos em projeto como instalações elétrica e hidráulica, portas, janelas e cobertura. (FARIA, 2009).

2.6.7.1. Instalações Elétricas

Os interruptores e as caixinhas de passagens ficam presas nas chapas das fôrmas e são usados gabaritos para garantir que estejam alinhadas e na posição correta. As caixinhas são específicas para esse método construtivo e são totalmente lacradas para que não sejam inundadas pelo concreto. Os conduítes elétricos ficam

presos nas armaduras das paredes para evitar qualquer tipo de deslocamento na hora da concretagem. Conforme figura 4. (*in*, Comunidade da Construção, 2010).

Na ocasião em que aconteça algum equívoco de execução ou erro de posicionamento de algum item das instalações elétricas das paredes e das lajes, só tem um método de reparo que é quebrando a estrutura para corrigir o erro. Essa situação é inadmissível, uma vez que, influencia em questões estruturais do empreendimento e gera um retrabalho e atraso na obra. (*in*, Comunidade da Construção, 2010). Conforme ilustra a figura abaixo.

Figura 12: Instalações elétricas



Fonte: Santos, 2015.

2.6.7.2. Instalações Hidráulicas

Segundo Chaves (2009), a montagem das instalações hidráulicas pode ser embutidas nas paredes, desde que o diâmetro máximo não ultrapasse 32 mm, devendo-se evitar o posicionamento em pontos de indução de fissuras, como

próximo a vãos de esquadrias por exemplo. A tubulação deve ser testada antes da concretagem.

Existem inúmeras determinações que devem ser consideradas para que se instale a tubulação de água fria dentro das paredes. Em virtude dessas determinações é corriqueiro que se use forro de gesso para encobrir os tubos horizontais. Já os tubos verticais na maioria das vezes ficam dentro de *Shafts*, o que possibilita uma fácil manutenção, caso seja necessário. (Chaves, 2009). Ilustrado pela figura abaixo.

Figura 13: Instalações hidráulicas.



Fonte: in, www.núcleo de paredes de Concreto, 2016.

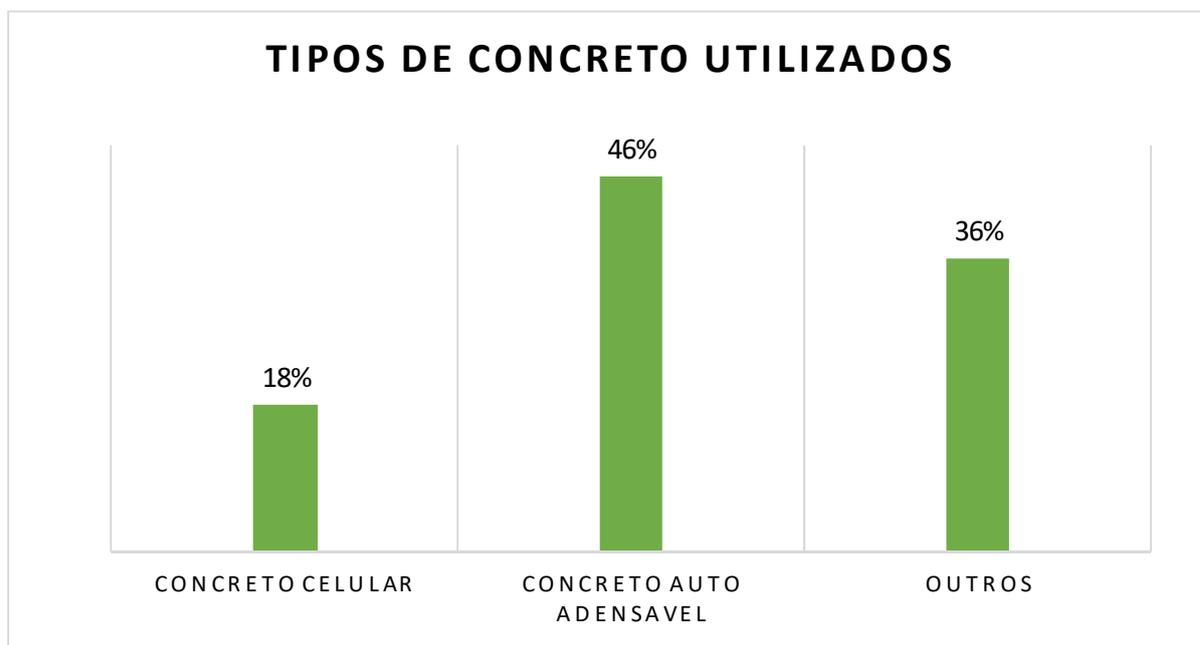
3 ANÁLISES E RESULTADOS

De suma importância para a execução e padronização dos processos, a ABNT NBR 16.055 é uma fonte de estímulo para que o método seja aplicado, uma vez que antes da publicação na norma no ano de 2012 haviam algumas questões estruturais que geravam entraves na hora de se optar pelo método, os quais foram sanados.

No início das construções das paredes de concreto, foi muito utilizado o concreto celular, que foi considerado um grande avanço tecnológico da época. Porém com o passar do tempo foi perdendo espaço para o concreto auto adensável, principalmente por seu baixo desempenho mecânico. Pelo fato de possuir bolhas de ar introduzidas mecanicamente em sua composição ele perde densidade, gerando assim, uma perda de resistência à compressão, como disse Pereira (2018).

Dito isso, atualmente grande parte do mercado da construção civil opta pelo uso do concreto auto adensável, devido sua alta resistência à compressão, o que é a função principal de um concreto. Em seus estudos, Martins (2018) chegou à conclusão de que o concreto auto adensável aplicado em paredes de concreto pode chegar a uma resistência de 20 Mpa, enquanto o concreto auto celular tem a resistência máxima de 10 Mpa. Outra característica extremamente notável nos concretos auto adensáveis é sua baixa permeabilidade, possibilita que a face externa da parede de concreto fique em contato direto com intempéries, sendo protegida apenas pela pintura. Martins (2018) afirmou também que o concreto auto adensável possui maior resistência à água pois possui um fator água/cimento mais baixo. Em decorrência da baixa permeabilidade é possível se eliminar o uso de vibradores no momento da concretagem. Tutikian (2004) diz que a dispensa de vibradores é um ponto totalmente positivo pois gera uma economia de energia elétrica e combustível (no caso de vibradores a gasolina) e também garante uma economia de mão de obra e diminuição de ruídos na obra. Somado a isso, a ausência de vibradores prolonga a vida útil das fôrmas pois os vibradores causam patologias nas mesmas. Por tais vantagens o concreto auto adensável é o mais utilizado atualmente, mesmo tendo o custo mais elevado que o concreto celular. Seus pontos positivos justificam seu elevado valor. O gráfico abaixo mostra a utilização dos concretos nas paredes de concreto.

Gráfico 01: Utilização dos concretos.



Fonte: ABCP, 2016.

Como foi observado neste trabalho, existem diversos tipos de fôrmas para diversas aplicações. A escolha do material constituinte da fôrma demanda um estudo e uma análise crítica do tipo de empreendimento a ser construído, sua localização geográfica e também o poder de investimento da empresa. Atualmente em nossa região (Sudeste) a forma mais utilizada é a metálica, pelo fato de possuir uma gama de fornecedores principalmente no estado de São Paulo. Não só pela disponibilidade que se opta pela fôrma metálica, mas também pela liberdade que a mesma oferece, proporcionando uma melhor geometria para o projeto arquitetônico, o que não é possível com a fôrma mista, como analisou Miranda (2017). O número de utilizações da fôrma é um item de extrema relevância no momento da escolha do tipo de fôrmas. Um estudo realizado pela ABCP (2016), diz que as fôrmas metálicas usadas de forma correta podem chegar a mil utilizações enquanto a fôrma plástica pode ser usada apenas cem vezes. Mesmo com a fôrma metálica possuindo um custo mais elevado comparado com as outras, é a alternativa com o melhor custo benefício.

A análise dos resultados mostra que a combinação concreto auto adensável e fôrma metálica é a mais utilizada hoje. Pelo fato de atenderem as premissas da NBR 16.055 e também por atenderem as determinações também da norma desempenho NBR15.575.2013. Tais determinações são de extrema importância pois são exigidas também pela Caixa Econômica Federal, que é a financiadora dos empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente monografia relatou as características do método construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco*, assim como seus principais elementos constituintes que são o concreto, fôrmas e armação.

Assim sendo, é possível dizer que o método construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco*, surgiu como mais uma alternativa na construção civil para obras que necessitam de rapidez e racionalização. Possui algumas vantagens como, industrialização da construção, menor tempo de obra, bom comportamento estrutural dentre outras mais ditas.

Com a explanação do método feita no referencial teórico, foi possível analisar na literatura que o tema sofreu uma popularização principalmente em 2012 como consequência da publicação da NBR 16.055.

Com a chegada do concreto auto adensável e o aperfeiçoamento das fôrmas metálicas foi possível chegar a uma boa combinação para a execução das paredes de concreto em conformidade com as normas vigentes e padrões de qualidade exigidos.

Logo se conclui que o método construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco* é uma alternativa viável para vencer o *déficit* habitacional existente no Brasil.

Para futuros estudos recomenda-se um estudo de viabilidade de um empreendimento feito em paredes de concreto e um comparativo com outros métodos construtivos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. R. Comparativo de Custo e Processo Construtivo dos Sistemas de Vedação Convencional e Paredes de Concreto Moldadas In Loco. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil). Instituto Federal Goiano, Rio Verde. 2019. Disponível em:
<<https://sites.google.com/a/todoimoveis.com/www-todonatal-com/sistema-construtivo-parede-de-concreto>> Acesso em out. 2019.

AOKI, J. MEDEIROS, G. Retração – Redução de Efeito e Compensação. 2016. Disponível em:
<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=1681#targetText=A%20retra%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A9%20o%20processo,e%20por%20seca%C3%A7%C3%A3o%20ou%20hidr%C3%A1ulica>). Acesso em 11 out. 2019.

ANAUTE M. Núcleo Parede de Concreto. 2012. Disponível em:
<<http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque-interno/programa-minha-casa-minha-vida-e-parededeconcreto>>. Acesso em 10 junho 2019

ARBELÁEZ, J. C.A.; et al. **Avaliação do Comportamento da Aderência de Armaduras ativas em Concretos Auto-Adensáveis. 45º Congresso Brasileiro do Concreto.** IBRACON - Instituto Brasileiro do Concreto, 2003.

ARÊAS, D. M. **Descrição do Processo Construtivo de Parede de Concreto para Obra de Baixo Padrão.** Rio de Janeiro: UFRJ, Escola Politécnica, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO *PORTLAND*. Parede de Concreto - Coletânea de ativos 2011/2013. 2016. Disponível em:<
<https://abcp.org.br/download/coletanea-de-ativos-em-paredes-de-concreto-2011-2013/>>. Acesso em 20 set. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12645:** Execução de Paredes de Concreto Celular Espumoso Moldados no Local. Procedimento. Elaboração: Rio de Janeiro: 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-2:** Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15823:** Concreto Autoadensável. Elaboração: Rio de Janeiro: 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055:** Parede de Concreto Moldada no local para a Construção de Edificações – Requisitos e Procedimentos. Elaboração. Rio de Janeiro: 2012.

ASSOCIAÇÃO MERCOSUL DE NORMALIZAÇÃO. **NBR NM 67:** Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco cone – Elaboração. Rio de Janeiro: 1998 a.

BARRAL, W. B. **Metodologia da Pesquisa Jurídica**. Belo Horizonte: Del Rey, 2007. 210 p.

BOLAFFI, G. Habitação e Urbanismo: O Problema e o Falso Problema. In BAPTISTA, S.M. *Racionalização e Industrialização da Construção Civil*. 2005. Universidade Federal de São Carlos.

BORTOLINI, R. Concreto: Ensaio do abatimento (*slump test*). 2012. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/eso/content/?p=956>>. Acesso em 05 out. 2019.

BOTEGA, L. R. **A política habitacional no Brasil (1930-1990)**. 2008. *Revela*, Santa Maria, ano I, n.02, p. 1-14, Março.

BRAGUIM, T. C. Utilização de modelos de cálculo para projeto de edifícios de paredes de concreto armado moldadas no local. 2013. 227 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo. 2013. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3144/tde-18082014-144751/publico/Diss_THALES_Braguim.pdf>. Acesso em 15 set. 2019.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988

BREDA, C. F. Concreto Celular Espumoso Moldado no Local: identificação dos incentivos e obstáculos enfrentados pelas empresas construtoras para a implementação do método construtivo. 2012. Monografia (Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/sala_de_imprensa/noticias/concreto_show_09_seminario_parede_concreto/05_Porque_utilizamos_parede_Concrcto_Geraldo_Cesta_Rodobe ns.pdf>. Acesso em 10 set. 2019.

CALADO, C. F. A.; CAMÕES, A.; JALALI, S.; JUNIOR, B. B. **Concreto autoadensável (CAA), mais do que alternativa ao concreto convencional (CC)**. 2015. Recife: Edure, 1 ed.

CICHINELLI, G. C. Sistemas de fôrmas. 2010. **Revista Técnica**, São Paulo: Pini, ano 19, n. 155, fev. Não paginado. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/155/artigo162891-1.asp>>. Acesso em 26 out. 2019.

CONSTRUÇÃO E MERCADO. Brasil precisa investir R\$ 760 bilhões nos próximos 10 anos para superar *deficit* habitacional. 2014. Ed. Pini. São Paulo, 13 out. 2014. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/negocios/brasil-precisa-investir-r-760-bilhoes-nos-proximos-10-anos-327718-1.aspx>>. Acesso em 02 set. 2019

CORTELASSI, E. M. Avaliação do comportamento de concretos celulares espumosos de alto desempenho. 2005. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

CORTELASSI, E. M.; TORALLES-CARBONARI, B. M. Avaliação da resistência mecânica de concretos celulares espumosos de alto desempenho. *In: GERAÇÃO DE VALOR NO AMBIENTE CONSTRUÍDO: INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE*, 12. 2008, Fortaleza. **Anais do XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Fortaleza: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2008. Não paginado.

D' AMICO, F. O Programa Minha Casa Minha Vida e a Caixa Econômica Federal. *In: COSTA, Juliana Camargos. O desenvolvimento econômico brasileiro e a Caixa*. Rio de Janeiro: Centro Internacional Celso Furtado de Políticas para o Desenvolvimento, Caixa Econômica Federal, 2011.

EFNARC. (2005). ***The European Guidelines for Self-Compacting Concrete; specification, production and use***, (May), 63. Disponível em: <<http://www.efnarc.org/pdf/SCCGuidelinesMay2005.pdf>>. Acesso em 05 set. 2019.

FARIA, R. Paredes Maciças. 2009. ***Revista Técnica***, São Paulo: Pini, ano 18, n. 143, fev. Não paginado. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/143/artigo126454-1.asp?o=r>>. Acesso em: 7 out. 2019.

FARIA, R. Normas de paredes de concreto moldadas "in loco". 2009. ***Revista Técnica***, n.146, maio. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-42>>. Acesso em 02 set. 2019.

FERREIRA, O. A. R. Concreto leves: o concreto celular espumoso. 1986. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

FONSECA A. Produtos e serviços de suporte à parede de concreto, 2014. Disponível em < <http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque-interno/produtos-eservicos-de-suporte-a-parede-de-concreto>>. Acesso em 02 out. 2019.

FREITAS, I. Produção e propriedades físicas e mecânicas do concreto celular espumoso. 2004. 194 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004.

GASPARINI, V. *Slump*: abatimento ou espalhamento? 2015. Disponível em: <<https://mundoconcreto.wordpress.com/2015/10/09/slump-abatimento-ou-espalhamento/>>. Acesso em 20 out. 2019.

GEHBAUER, F. Racionalização Na Construção Civil. Recife: Projeto Competir. Senai, Sebrae, Gtz, 2004.

GOMES, Paulo C. C.; BARROS, Alexandre R. **Métodos de dosagem de concreto auto-adensável**. São Paulo: Pini, 2009.

GREVEN, H.; BALDAUF, A. **Introdução à coordenação modular da construção no Brasil: uma abordagem atualizada**. Porto Alegre: ANTAC, 2007.

HERBUDIMAN, B.; SAPTAJI, A. M. **Self-Compacting Concrete with Recycled Traditional Roof Tile Powder**. *Procedia Engineering*, 54, 805–816. doi:10.1016/j.proeng.2013.03.074. 2013.

ISAIA, G. C. **Concreto: Ensino pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON; 2007. 1v. 792 p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. Estatísticas Sociais. 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em 15 ago. 2019.

IBTS. INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS. Disponível em <<http://www.abesc.org.br/assets/files/paredes-concreto-concrete-show.pdf>>. Acesso em 18 set. 2019

MARTINS, H. N. A. L. Influência do Tipo de Concreto sobre o Desempenho do Sistema Construtivo Paredes de Concreto Moldadas no Local. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). Instituição Anhaguera Educacional Ltda, Campo Grande. 2018. Disponível em: <<https://repositorio.pgsskroton.com.br/bitstream/123456789/22859/1/HUD%20NEWTON%20APARECIDO%20LUZ%20MARTINS.pdf>>. Acesso em 15 jul. 2019.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto**. Microestrutura, propriedades e materiais. 2014. 2 ed. São Paulo: Ibracon; 751 p.

MELO, M. T. C. de.; SOUZA, I. S. B. de.; TAVARES, D. K. P.; PIMENTA, H. C. D.; GOUVINHAS, R. P. Proposta de Racionalização na Construção Civil: Um Estudo de Caso em uma Construtora na Cidade de Natal/Rn. In: Xxviii Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2008. Enegep, Rio De Janeiro. Disponível Em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_sto_069_490_11833.pdf>. Acesso em 20 set. 2019.

MENDES A.; CONTI, B.; NUMATA, G.; LETCOOVISKI, G.; MOREIRA, P. **Concreto Auto-Adensável**. 2017. Disponível em: <<https://engharefaia.wordpress.com/2017/07/07/concreto-auto-adensavel/#more-366>>. Acesso em 15 ago. 2019

MISURELLI H.; MASSUDA C. Como construir parede de concreto. **Revista Técnica**: ed. 147; 2009. p. 74-80, jun.

MORAIS, G. M.. Planejamento da Execução de Paredes de Concreto Armado: Um Estudo de Caso de Morais/Goiânia. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2017. Disponível em: <https://eec.ufg.br/up/140/o/PLANEJAMENTO_DA_EXECU%C3%87%C3%83O_DE_PAREDES_DE_CONCRETO_ARMADO_-_UM_ESTUDO_DE_CASO.pdf>. Acesso em 10 set. 2019.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Tecnologia do concreto**. 2013. 2. ed. Porto Alegre: Bookman; 448 p.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. São Paulo, Pini; 2 ed. 1997

NOGUEIRA, F. A. D.; AGOSTINHO, R. de O.; CALISSI, R. R.; BARRETO, V. N. Paredes de Concreto em Edifícios de Interesse Social. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo. 2009. Disponível em: <<http://engenharia.anhembi.br/tcc-11/civil-22.pdf>>. Acesso em 24 ago. 2019.

OKAMURA, H.; OUCHI, M.. **Self-Compacting Concrete**. Journal of Advanced Concrete Technology Vol. 1, No. 1, 5-15, Abril 2003 .2003 Japan Concrete Institute. Abril, 2003.

PEPE, A.R.C., BRANDT, P.S.C. **Avaliação de Um Sistema Construtivo Industrializado Para Residência Unifamiliar, Barretos**: UniFEB; 2009.

PEREIRA, C. O que é Concreto Celular?. Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/concreto-celular/>>. Acesso em: 12 de out. de 2019.

RANJBAR, M. M.; BEYGI, M. H.; NIKBIN, I. M.; REZVANI, M.; BARARI, A. **Evaluation of the strength variation of normal and lightweight self-compacting concrete in full scale walls**. Materiali in Tehnologije, 45(6), 571–577. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84860725756&partnerID=tZOtx3y1> 2014>. Acesso em 15 ago. 2019.

SABBATINI, F. H. Desenvolvimento de Métodos, Processos e Sistemas Construtivos – Formulação e Aplicação de uma Metodologia. 1989. 207 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 1989. Disponível em: <[http://www.pec.poli.br/conteudo/bibliografia/_tesesabbatini%202007v5%20\(3\).pdf](http://www.pec.poli.br/conteudo/bibliografia/_tesesabbatini%202007v5%20(3).pdf)>. Acesso em 18 ago. 2019.

SACHT, H. M.; ROSSIGNOLO, P.; BUENO, C. Vedações verticais em concreto moldado in loco: avaliação do conforto térmico de habitações térreas no estado de São Paulo. 2011. IBRACON Structures and Materials Journal, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 031 – 048. Disponível em: <<http://www.revistas.ibracon.org.br/index.php/riem/article/view/117/143>>. Acesso em 17 out. 2019.

SANTOS, A. Casa moldada “in loco” desencadeia franquia. 2015. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/casa-moldada-in-loco-desencadeia-franquia/>>. Acesso em 10 set. 2019.

SANTOS, A. Fôrmas para parede de concreto protagonizam na Bauma. 2016. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/formas-para-parede-de-concreto-bauma/>>. Acesso em jul. 2019.

SANTOS, V. D.; CANDELORO, R. J. **Trabalhos Acadêmicos**: Uma orientação para a pesquisa e normas técnicas. 2010. Porto Alegre/RS: AGE Ltda. 149 p.

SAPORITO, J. T. **Análise do programa minha casa minha vida para empreendimentos voltados para famílias classificadas na faixa 1 do programa.** São Paulo, 2015. 117p.

SENGE, M. P. **A Quinta Disciplina: Arte e Prática da Organização que Aprende.** São Paulo: Best Seller, 1998. 441p.

SILVA, F. Fôrmas de alumínio para paredes estruturais de concreto armado moldadas no local, 2011. Disponível em:
<<http://arci53.blogspot.com.br/2010/02/formas-de-aluminio-para-paredes.html>>
Acesso em 09 set. 2019.

SOUSA, I. G. Habitação Social no Programa Minha Casa Minha Vida: Avaliação do Residencial Pitangueiras, São José De Ribamar/Ma, sob as Preferências do Usuário. 2017. 147 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. 2017. Disponível em:
<<https://repositorio.unb.br/handle/10482/23368>>. Acesso em 25 set. 2019.

TELLES, P.C.S. **História da Engenharia o Brasil: séculos XVI a XIX.** 1994. Rio de Janeiro: Clavero; v.1 e 2. 510 p.

TOKUDOME, S. Contribuição para o Desenvolvimento do Concreto Auto-Adensável. 2011. 118 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas. 2006. Disponível em:
<<https://issuu.com/estelaschiavonivilela/docs/tokudomeshingiro>>. Acesso em 15 out. 2019.

TUTIKIAN, B. F. **Métodos para dosagens de concretos auto adensáveis.** Porto Alegre; 2004.

TUTIKIAN, B. F.; DAL MOLIN, D. C. **Concreto auto adensável.** São Paulo: Pini, 1 ed. 2008.

VAQUERO Y MAYOR, A. Parede de concreto: uma alternativa competitiva. *In:* Seminário Habitação: Paredes de Concreto, 2008. **Revista Técnica.** São Paulo: Associação Brasileira de Cimento *Portland*. Não paginado.

VASCONCELOS, J. R.; CÂNDIDO JÚNIOR, J. O. O Problema Habitacional no Brasil: Déficit, Financiamento e Perspectivas. 2018. Disponível em:
<http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1945/1/td_0410.pdf>
Acesso em 09 set. 2019.

VENTIN, T. A. Viabilidade econômica de um empreendimento utilizando o sistema construtivo parede de concreto moldada in loco. 2013. 70f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

VENTURINI, J. Casas com paredes de concreto. 2011. **Revista Equipe de Obra.** São Paulo, v. VII, n. 37, julho. Disponível em:

<<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/37/casas-com-paredes-de-concreto-220698-1.aspx>>. Acesso em: 20 maio 2019.

VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração**. 2006. 2. ed. São Paulo: Atlas; 287 p.

VIRGILIO, L.M. Financiamento para habitações populares no Brasil e no México: uma análise comparada. 2010. 98 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 2010. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-26112010-111316/publico/Dissertacao_Luciane_Mota_Virgilio.pdf>. Acesso em 18 ago. 2019.

XIMENES, E. Governo garante aporte de R\$ 800 milhões para o Minha Casa Minha Vida. 2019. **Jornal Opção**. 18/04/2019. Disponível em: <https://www.jornalopcao.com.br/ultimas-noticias/governo-garante-aporte-de-r-800-milhoes-para-o-minha-casa-minha-vida-178803/>>. Acesso em 10 de out. de 2019.

<<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemasconstrutivos/2/armacao/execucao/32/armacao.html>>. Acesso em 15 ago 2019.

<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemasconstrutivos/2/logistica/planejamento/25/logistica.html>> Acesso em 03 junho 2019

<https://engharefaia.wordpress.com/2017/07/07/concreto-auto-adensavel/>
<http://paredesdeconcreto.com.br/2017/09/08/conheca-o-concreto-auto-adensavel/>. Acesso em 10 out. 2019.

<https://www.fundacaomatiasmachline.org.br>. Acesso em 03 out. 2019.

<http://www.gruppiconcreto.com.br/concreto/> acesso em 15 mai. 2019.

https://www.mills.com.br/site/?gclid=Cj0KCQiAno_uBRC1ARIsAB496IXauzxC6EKzRLz6BnbJGfKg_tLdQ1hVHwI6U9J-yS2kQAvv99e19BQaAmL2EALw_wcB. Acesso em 25 set. 2019.

http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_consumidor/legislacao/leg_habitacao/leg_hab_sfh/Lei-Minha-casa-minha-vida.htm. Acesso em 10 out. 2019.

<http://nucleoparededeconcreto.com.br/destaque-home/as-vantagens-de-ter-uma-equipe-capacitada-2>> Acesso em 10 de maio de 2019.

<https://www.questionpro.com/blog/pt-br/analise-descritiva/#:~:text=%C3%89%20o%20melhor%20m%C3%A9todo%20para,mais%20complexos%20para%20modelos%20simples.&text=Convindo%20voc%C3%AA%20a%20ler%3A%20M%C3%A9todos%20de%20coleta%20de%20dados%20qualitativos>
Acesso em 29 de set. 2019.

<http://www.recriarimoveis.com.br/blog/minha-casa-minha-vida-2017-entenda-o-que-muda-no-programa/minha-casa-minha-vida-2017-entenda-o-que-muda-tabela-renda/>
Acesso em 10 ago. 2019.

http://www.sh.com.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=17%3Aconcreto-reformado&catid=13%3Aformaspara-concreto&Itemid=64&lang=pt. Acesso em 05 de maio 2019.