



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



VITOR ARANTES SANTOS

**SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS *IN*
LOCO DO PROJETO AO GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO**

Uberlândia
2021

VITOR ARANTES SANTOS

**SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS *IN*
LOCO DO PROJETO AO GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Antônio de Paulo Peruzzi

Uberlândia

2021

VITOR ARANTES SANTOS

SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS *IN LOCO* DO PROJETO AO GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Prof. Dr. Antônio de Paulo Peruzzi

Área de concentração: Gerenciamento de projetos e materiais de construção civil

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Joseph Salem Barbar – Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Rodrigo Gustavo Delalibera – Universidade Federal de Uberlândia

Uberlândia
2021

Dedico este trabalho a minha família, pelo estímulo, carinho e compreensão, em especial dedico a minha bisavó Diva Arantes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que sempre esteve presente em minha vida com sua majestosa graça e misericórdia concedeu-me em meu coração o amor pela engenharia e meu propósito de vida.

Agradeço de forma imensurável a minha avó Delma Arantes que incessantemente não mediu esforços para me apoiar. Seus esforços me inspiraram a continuar independente de todas as dificuldades encontradas pelo caminho.

Estendo meus agradecimentos aos meus pais Juliana e Valter e a toda a minha família que sempre acreditaram neste sonho e somaram forças imprescindíveis para o meu desenvolvimento e formaram a minha base, desta forma agradeço e espero ter honrado o sacrifício e a dedicação de todos.

Agradeço a uma pessoa especial que esteve presente em todos os momentos que precisei e foi uma das maiores incentivadoras deste sonho, me fazendo enxergar os motivos para continuar nas horas difíceis e compartilhando momentos que nunca serão esquecidos e que fizeram todo esforço valer a pena.

Aos meus amigos Augusto Dias e Tulio Alves que durante toda a graduação compartilharam as dificuldades e honraram uma amizade que levarei por toda vida, os meus sinceros agradecimentos.

De forma equivalente explico minha gratidão ao professor Antônio Peruzzi pela honra de ter sido meu orientado e por ter disponibilizado seu tempo e seu valioso conhecimento durante a orientação e auxílio na realização deste trabalho.

“O entusiasmo é a maior força da alma. Conserva-o e
nunca te faltará poder para conseguires o que desejas. ”

(Napoleon Hill)

RESUMO

Em uma evolução acelerada do mercado de construção civil, a preocupação com obras mais produtivas, atendendo aos aspectos de qualidade e sustentabilidade além de apresentarem prazo e custo otimizados, norteou o crescimento considerável de uma maior valorização de ferramentas de gestão e adoção de sistemas construtivos inovadores nos últimos anos. Com o mercado cada vez mais exigente e competitivo, foram necessárias atualizações, tanto na forma de concepção e execução de obras adotando métodos construtivos mais eficientes, quanto no planejamento e gerenciamento de projetos. O presente trabalho visa abordar o sistema construtivo em paredes de concreto moldadas *in loco* de uma perspectiva ampla partindo desde a concepção inicial até o gerenciamento do projeto. Neste contexto será abordado os principais fundamentos do sistema de paredes de concreto, os materiais empregados, bem como as etapas envolvidas no processo de execução, análise da viabilidade de aplicação e as ferramentas de gestão do projeto aplicados diretamente a uma obra industrializada.

Palavras-chave: Gerenciamento de projetos. Industrialização da construção. Paredes de concreto

ABSTRACT

In the fast develop of the civil construction market, the concern with more productive constructions involving the aspects of quality and sustainability in order to show optimized schedules and cost, directed the considerable growth in the importance of management tools and adoption of innovative construction systems in recent years. With the labour market becoming increasingly demanding and competitive, updates were required as in the way of conceiving and execution of constructions as in adopting building methods more efficient such as planning and project management. This present work aims to show the on-site moulded concrete walls system from a wide perspective starting since initial conception in to management of project. Within this framework, will be approaching the main fundamentals of wall concrete systems, the materials used, as well as the steps involved in the execution process, viability analysis and the project management tools applied direct in the industrialized construction.

Keywords: Project Management. Industrialization of construction. Concrete walls.

SUMÁRIO

<u>1</u>	<u>INTRODUÇÃO</u>	1
<u>1.1</u>	<u>JUSTIFICATIVA</u>	3
<u>1.2</u>	<u>OBJETIVOS DO TRABALHO</u>	4
<u>1.3</u>	<u>APRESENTAÇÃO</u>	4
<u>2</u>	<u>SISTEMA CONSTRUTIVO</u>	5
<u>2.1</u>	<u>FUNDAÇÃO</u>	10
<u>2.2</u>	<u>MONTAGEM DA ARMADURA</u>	13
<u>2.3</u>	<u>INSTALAÇÕES</u>	15
<u>2.3.1</u>	<u>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</u>	16
<u>2.3.2</u>	<u>INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS</u>	18
<u>2.4</u>	<u>FÔRMAS</u>	20
<u>2.4.1</u>	<u>MONTAGEM DAS FÔRMAS</u>	21
<u>2.4.2</u>	<u>TIPOS DE FORMA</u>	22
<u>2.5</u>	<u>CONCRETAGEM</u>	25
<u>2.5.1</u>	<u>CONCRETOS ESPECIAIS</u>	27
<u>2.5.2.1</u>	<u>CONCRETO COM AR INCORPORADO (CAI)</u>	28
<u>2.5.1.2</u>	<u>CONCRETO ALTO-ADENSÁVEL (CAA)</u>	32
<u>2.6</u>	<u>DESFORMA</u>	35
<u>3</u>	<u>VIABILIDADE DE APLICAÇÃO</u>	36
<u>4</u>	<u>GERENCIAMENTO DO PROJETO</u>	37
<u>4.1</u>	<u>INICIALIZAÇÃO</u>	39
<u>4.2</u>	<u>PLANEJAMENTO</u>	40
<u>4.3</u>	<u>EXECUÇÃO</u>	42
<u>4.4</u>	<u>MONITORAMENTO E CONTROLE</u>	43
<u>4.5</u>	<u>ENCERRAMENTO</u>	44
<u>5</u>	<u>CONCLUSÃO E DISCUSSÕES</u>	46

1 INTRODUÇÃO

O primeiro aspecto importante a ser abordado está no sentido da palavra “projeto”. Na língua portuguesa a palavra “projeto” pode apresentar diversos significados, entretanto há duas definições mais comuns e é fundamental que a diferenciação das definições esteja clara e bem entendida. Sendo assim, “projeto” pode ser entendido, em um primeiro momento, no sentido de planejar algo antes de uma ação, derivada do termo em inglês “*project*”. Todavia a outra definição muito comum para a palavra projeto, diz respeito a parte gráfica ou design, ou seja, está relacionada literalmente em colocar a ideia no “papel” e criar uma concepção de engenharia, também conhecido pelo termo em inglês (*engineering design*).

A definição do Project Management Institute (PMI) é a mais conhecida mundialmente e considera o projeto como sendo um esforço temporário afim de desenvolver um produto, serviço ou resultado exclusivo (PMBOK, 2013).

Vargas (2005) também contribui com esta definição de projeto afirmando que:

Projeto é um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo controlado por pessoas dentro de parâmetros pré-definidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade.

Em relação à definição de mesma palavra (WOODSON, 1967) destaca que:

Um projeto é a atividade iterativa de tomada de decisões para produzir os planos/plantas a partir dos quais serão convertidos, da melhor forma possível ou então da forma mais próxima da “solução ótima”, recursos já existentes em novos sistemas ou dispositivos para atender às necessidades humanas.

Dada as devidas definições, a partir deste momento a palavra “projeto” nesse trabalho será assumida no sentido mais amplo de empreendimento, porém é interessante observar que é ainda na fase de concepção, que define-se as estratégias e as diretrizes que irão nortear todo o restante do projeto. Na visão mais tradicional, escopo, custo e prazo formam o tripé de qualquer projeto, entretanto com o avanço e desenvolvimento da engenharia, adicionou-se ainda mais dois requisitos para estruturação de um bom projeto: segurança e qualidade, que devem ser levados em consideração para a sua estruturação completa (ROSSI, 2020). Ainda para Rossi (2020), é de fundamental importância para uma boa gestão de obra, manter todos os cinco itens

equilibrados, além de desenvolver a capacidade de lidar com pessoas e contribuir com o desenvolvimento de tecnologias e técnicas inovadoras mais otimizadas. Segundo Kureski et. al., 2004) o desenvolvimento de obras eficientes cumpre um importante papel que, além da contribuição social e desenvolvimento urbano, a construção civil deve ser considerada como essencial para o desenvolvimento da economia.

De acordo com dados divulgados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em 1998, a construção representou 6,95% do PIB do Brasil, valor que nunca mais foi atingido pelo setor. Apesar dos altos e baixos em 2019 mesmo em um cenário de crise vivenciada pela pandemia de COVID-19 o setor da construção civil representou 3,20% do PIB nacional e de acordo com Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) para o ano de 2021 relata-se projeções de 4% de aumento em relação a 2020. Tais dados mostram a importância do desenvolvimento deste setor para a economia, uma vez que mesmo dentro de um panorama de crise o setor da construção civil não somente representava uma parcela significativa do PIB como conseguiu um desempenho positivo frente a pandemia. Tal fator pode ser rapidamente atribuído, ao fato das atividades de construção civil e desenvolvimento urbano estarem relacionadas diretamente a geração de empregos e renda que consequentemente implicam no crescimento da economia.

Ainda há um considerável espaço para desenvolvimento tanto na melhoria dos métodos construtivos incluindo a utilização de novos materiais e técnicas, como na adoção de ferramentas inovadoras de gestão, para que o setor da construção cumpra seu papel em atender de forma satisfatória a demanda por determinados empreendimentos, como por exemplo a demanda por moradias de interesse social para mitigação do déficit habitacional existente.

Neste panorama uma das maiores necessidades da construção civil no Brasil é empregar métodos construtivos racionalizados para construção em larga escala visando solucionar a questão do *déficit* habitacional.

De acordo com a última estimativa divulgada pelo IBGE em 2020, a cidade de Uberlândia apresentou um crescimento populacional de 1,11% em relação ao ano anterior totalizando 699.097 habitantes, sendo que segundo dados da Prefeitura Municipal de Uberlândia em 2009 o déficit de habitação na cidade era estimado de 49.552 unidades habitacionais (PMU, 2009, p. 113).

Com o programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) do governo Federal, foi possível coligar métodos mais industrializados da construção civil, que demandaram maior preocupação em relação ao planejamento, gerenciamento e adoção de novos materiais e práticas construtivas,

em resposta ao déficit habitacional existente, promovendo uma opção viável para a retomada do desenvolvimento econômico e social das cidades.

A nova adoção ao modelo de construção mais enxuta e industrializada, como é o caso do sistema construtivo em paredes de concreto, por exemplo, foi um dos grandes propulsores da retomada de crescimento do setor da construção civil ante a crise econômica enfrentada em todo o país.

Ao longo deste trabalho, portanto, serão abordados aspectos que podem justificar e detalhar de forma mais aprofundada este sistema construtivo, utilizando métodos mais industrializados e aliando práticas de gestão de projetos para otimização do tempo e custo, garantindo a qualidade e segurança do empreendimento, e principalmente cumprindo todo o escopo definido na fase de projeto de forma sustentável e eficiente.

JUSTIFICATIVA

A evolução da engenharia civil e a forma de executar obras no Brasil, principalmente, vem ganhando um notório desenvolvimento nos últimos anos, impulsionados por diversos fatores tais como: econômicos, tecnológicos e sociais, promovendo uma adoção de métodos construtivos mais industrializados, aliados a um planejamento adequado e um bom gerenciamento de projetos.

Ademais para acompanhar e participar desta evolução é necessário que se domine todo o processo construtivo, em relação às características e funcionalidades dos materiais empregados, às técnicas de gerenciamento de custo, prazo, escopo, qualidade e segurança, além de estar envolvido cada vez mais com as tendências mais sustentáveis e obras mais enxutas. Dentro deste contexto o espaço para discussão sobre o assunto de gerenciamento de projetos focados em adotar métodos mais industrializados e eficientes, aliados a difusão de conhecimento para contribuir com a formação de profissionais multidisciplinares mais capacitados e capazes de elevar a engenharia a patamares sem precedentes.

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo deste presente trabalho consiste em abordar o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco*, aprofundando o assunto sobre os fundamentos, técnicas e materiais aplicados em um modelo de construção industrializada, além de demonstrar alguns parâmetros de análise de viabilidade, fechando com exemplos de aplicação das técnicas de

gerenciamento de projetos a fim de trazer uma nova perspectiva ao assunto e contribuir com uma visão holística do sistema desde a concepção até a gestão e entrega final do projeto.

1.2 APRESENTAÇÃO

Este texto foi estruturado e elaborado em 5 capítulos que consistem:

- **Capítulo 1** – introdução ao gerenciamento de projetos e ao sistema construtivo em paredes de concreto moldadas *in loco* e como este, contribuiu para a o desenvolvimento e evolução da industrialização da construção civil, mostrando a interação com o déficit habitacional existente que alavancou a aplicação deste sistema construtivo em construções de residências de interesse social. Também neste capítulo será abordado a justificativa e objetivos deste presente trabalho;
- **Capítulo 2** – desenvolvimento mais aprofundado sobre o sistema em paredes de concreto, enaltecendo os princípios e fundamentos do sistema, bem como as etapas envolvidas no processo de execução e particularidades dos materiais empregados no sistema;
- **Capítulo 3** – esclarecimento sobre o funcionamento do sistema construtivo em paredes de concreto, abordando os aspectos e análises quanto a viabilidade de aplicação deste sistema, passando pelas principais vantagens e desvantagens de sua utilização;
- **Capítulo 4** – abordagem dos métodos de gestão tanto do projeto quanto da execução do sistema em paredes de concreto, passando pelos princípios de gerenciamento de projetos como: gestão do escopo, tempo, custo, entre outros;
- **Capítulo 5** – considerações finais inerentes a utilização do sistema construtivo em paredes de concreto sob a ótica do gerenciamento de projetos.

2. SISTEMA CONSTRUTIVO

De acordo com a própria norma ABNT NBR 16055:2012 item 3.1 página 9, a parede de concreto é definida como “elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capaz de suportar carga no mesmo plano da parede”. Ou, então, parede de concreto moldada *in loco* pode ser definida como o elemento do subsistema vedação vertical de formato laminar, obtido por moldagem no seu local definitivo de utilização. Ela é caracterizada pela possibilidade de, ao ser solicitada, distribuir os esforços por toda a parede (LORDSLEEM JÚNIOR et al.,1998, p.153). Desta forma unindo a tecnologia

do concreto armado convencional à construção industrializada, surge o sistema de Paredes de Concreto (DE MORAIS, 2017).

Esse sistema, por sua vez, vem sendo largamente utilizado pelas construtoras em obras que exigem uma alta produtividade em um curto período de tempo, devido as principais vantagens do sistema que, segundo Faria (2013), consistem na otimização do tempo com a execução do sistema de vedação simultaneamente ao sistema estrutural, e com a criação de um fluxo de produção mais eficiente e repetitivo.

Missurelli e Massuda (2009) corroboram com a afirmação complementando, que a adoção do sistema de paredes de concreto em geral minimiza os riscos de erros executivos consideravelmente, proporciona um aumento de produtividade se aplicado em escala.

Justamente a aplicação deste sistema em escala que o uso da parede em concreto moldada *in loco* começou a ganhar popularidade no Brasil. Com incentivos fiscais do governo brasileiro por meio do programa “Minha Casa, Minha Vida” em 2009, visando suprir o problema do déficit habitacional, o sistema de paredes de concreto passou a ganhar mais força para atender a necessidade de entrega rápida de um grande número de edificações, escalonando as obras e aproveitando a principal vantagem do sistema de paredes em concreto moldadas *in loco*, em relação a diminuição de processos e ao ganho de produtividade (TECNOSIL,2020).

Com a injeção de crédito imobiliário a juros baixos e pelo próprio valor de venda das unidades para atender o programa, fez com que as construtoras voltassem os olhos para a redução de custos para se adequar a demanda criada pelo nicho de mercado popular que até então ainda era pouco explorado. Desta maneira o setor de construção imobiliária de interesse social experimentou um crescente nível de industrialização. (Revista Técnica, edição 130, janeiro de 2007).

Além disso, com a publicação da norma NBR 16055:2012 Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e Procedimentos, o sistema de paredes de concreto passou a contar com o respaldo normativo da ABNT, e essa normatização contribuiu significativamente para o fortalecimento deste sistema, aliado ao incentivo do programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) com o intuito de criar mecanismos a produção e à aquisição de novas unidades habitacionais” (BRASIL, 2009, p. 47).

Tais características dessa construção industrializada não se limitam apenas a uma forma de racionalizar as tarefas, mas sim representam uma solução para atender as demandas sociais e o mercado, conforme explanado pelo presidente executivo da Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto, Guilherme Fiorese (2017).

Bekaert (2020), destaca as falas de Íria Donak no artigo complementando:

A industrialização da construção tem se tornado peça decisiva na conjuntura atual da construção civil brasileira, marcada pela necessidade urgente de ampliação e modernização da infraestrutura de transportes e, também, de acelerar a construção habitacional, sobretudo as moradias destinadas aos segmentos de menor renda da população”.

Para se obter uma obra mais industrializada, é preciso basicamente de dois fatores: escala produtiva e padronização. Sendo assim, o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco*, já um primeiro momento, se apresenta como uma ótima solução no que se diz respeito a transição do sistema convencional para um sistema mais industrializado.

De forma geral o sistema em paredes de concreto moldadas *in loco* pode ser considerado relativamente simples e fácil de ser controlado, uma vez que diminui-se drasticamente o número de etapas e de itens a serem monitorados se comparado ao sistema convencional, no qual, na maioria dos modelos construtivos em paredes de concreto estrutura-se em 7 etapas listadas abaixo:

- Execução da Fundação (figura 1);
- Montagem da armadura (figura 1);
- Passagem das instalações elétricas e hidráulicas (figura 1);
- Montagem das fôrmas metálicas (figura 2);
- Concretagem (figura 3);
- Desforma (figura 4);
- Execução da cobertura e acabamentos (figura 5).

Figura 01 – Montagem da armadura e fixação das instalações sobre radier



Fonte: Lorenceto, (2020)

Figura 02 – Montagem das fôrmas para concretagem



Fonte: Lorenceto, (2020)

Figura 03 – Concretagem das paredes



Fonte: Lorenceto, (2020)

Figura 04 – Desforma e execução da cobertura



Fonte: Lorenceto, (2020)

Figura 05 – Execução de acabamento final



Fonte: Lorenceto, (2020)

Apesar da aparente simplicidade do sistema, o planejamento, compatibilização e detalhamento dos projetos, tão bem como a organização para a execução do empreendimento devem ser feitos com muito rigor, levando em consideração as questões de logísticas, suprimentos, prazos, mão de obra qualificada, entre outros aspectos (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2012).

Para a sequência executiva adequada da obra, um dos primeiros itens críticos que devem ser levados em consideração de acordo com Wendler (2012) é o desenvolvimento dos projetos, e neste contexto tem-se como maior responsável o projetista estrutural, acarretando o dever de compatibilizar todos os projetos desde o projeto de fundações ao projeto de instalações e cobertura.

A moldagem in loco dos elementos torna a execução mais prática, contudo é importante que todos os elementos de instalações e esquadrias estejam devidamente posicionados, para uma concretagem das paredes em uma única etapa com todos os elementos embutidos ao final no local adequado (REVISTA TÉCHNE, 2009, p. 74-80).

2.1 FUNDAÇÃO

A escolha do sistema de fundação, segue os mesmos parâmetros para toda e qualquer tipo de obra, que são:

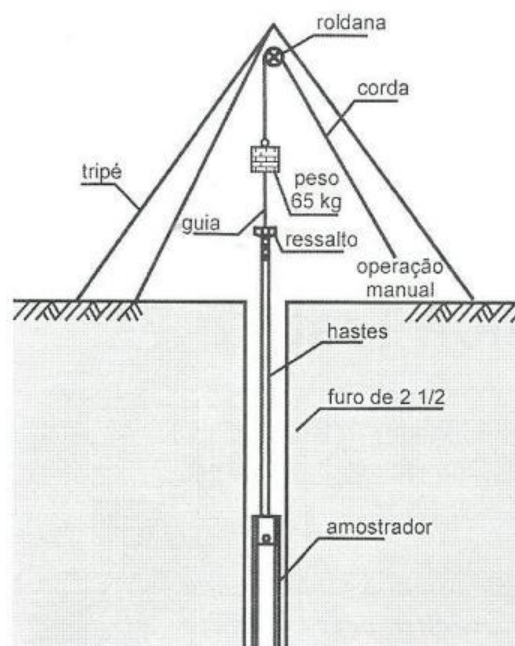
- natureza, características e tipologia do solo local;
- resistência mecânica do solo (capacidade do solo de absorver cargas solicitantes);
- deformabilidade e plasticidade do solo;
- determinação do nível de água e teor de umidade no solo;
- estabilidade e segurança do solo.

Diante do exposto fica clara a necessidade de estudo sondagens e estudo geotécnicos para determinar os parâmetros acima citados de acordo com a carga que a estrutura irá aplicar ao sistema de fundação, que por sua vez deverá transmitir esses esforços aplicados para o solo.

Em campo, normalmente, o que se observa é a utilização do método de ensaio SPT que representa uma investigação geotécnica relativamente simples e com um nível de informação considerável que irá fornecer os parâmetros fundamentais para o planejamento, projeto e execução da obra. (SOARES,2011).

Abaixo segue um modelo esquemático representativo do modelo do tipo de sondagem a percussão SPT, para melhor entendimento conforme mostrado na Figura 6.

Figura 06 – Aparelhagem para ensaio a percussão SPT



Fonte: SCHNAID (2006)

Feito o ensaio as amostras recolhidas são levadas ao laboratório para levantamento e análise dos dados, que são dispostos em um boletim de sondagem. Com base no boletim de sondagens é possível determinar o tipo de fundação que poderá ser utilizada para a obra. Em geral em obras habitacionais de interesse social onde adota-se o sistema construtivo em paredes de concreto moldadas *in-loco*, é muito comum a adoção do tipo de fundação em radier.

De acordo com a definição da norma NBR 6122:1996, o radier pode ser definido como elemento de fundação superficial que abrange todos os pilares da obra ou carregamentos distribuídos. O que é complementado pelo American Concrete Institute – ACI 360R-92 (1997), que define o radier como uma laje continuamente suportada pelo solo, com uma carga total, quando uniformemente distribuída menor ou igual a 50% da capacidade de suporte admissível do solo.

Neste contexto tal escolha pode ser justificada uma vez que o sistema de paredes de concreto exige uma base perfeitamente alinhada e estável.

Segundo Missureli (2009) o radier deve ser executado com nivelamento rigoroso e concretado com espaço excedente em relação à espessura dos painéis externos das fôrmas para não interferir nas outras etapas, permitindo o apoio e facilitando a sua montagem, conforme mostrado na Figura 7 abaixo:

Figura 07 – Fundação tipo Radier



Fonte: Construindodecor (2020)

Nessa etapa de acordo a Revista Técnica, Edição 147 (páginas 74 a 80), deve ser respeitado cuidadosamente os seguintes itens:

- a locação e o nivelamento das fundações devem estar de acordo com o projeto arquitetônico e as fôrmas;

- deve-se tomar todas as precauções para evitar que a umidade do solo migre para a edificação;
- recomenda-se a realização da cura úmida do concreto por um período mínimo de sete dias para as fundações em laje tipo radier;
- a concretagem das fundações tipo radier é feita de forma convencional, diretamente do caminhão-betoneira sobre uma lona plástica que cobre uma camada nivelada de brita, com espessura mínima de 3 cm.

Depois da laje nivelada, é necessário realizar a marcação das linhas de parede no piso de apoio, de modo a orientar a localização dos painéis de fôrmas e garantir o perfeito alinhamento das paredes (ABCP, 2007).

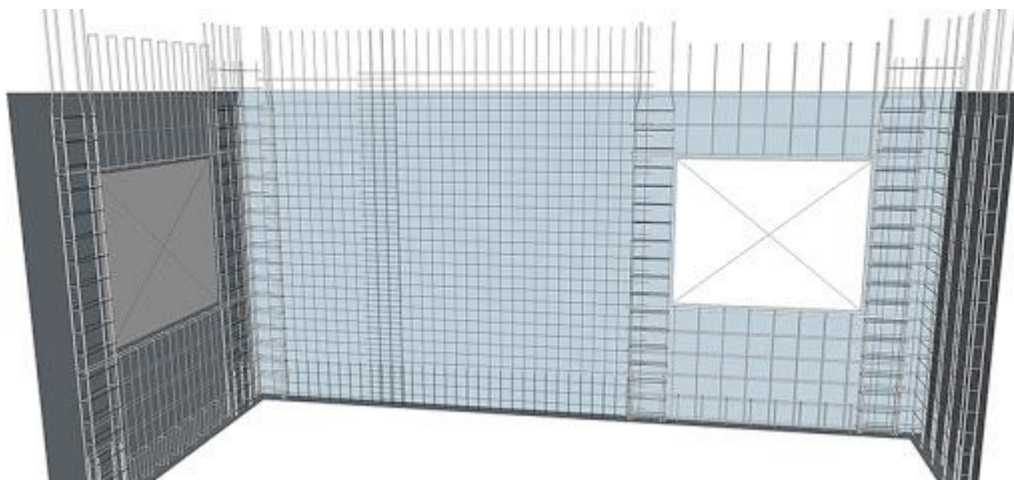
2.2 MONTAGEM DA ARMADURA

Os cuidados na execução da armadura para paredes de concreto, ou qualquer estrutura, deve iniciar no recebimento, passando pelo transporte e armazenagem até a montagem da armadura na fôrma (MORAES, 2017).

Segundo a ABNT NBR 7481:1990, as armaduras utilizadas no sistema de paredes de concreto são constituídas de barras de aço eletrosoldadas e pré-fabricadas, destinadas a fazer a armação do concreto. As armaduras são feitas em fôrmas de telas retangulares, com a união de fios em sentido longitudinal e fios no sentido transversal, ajustados e soldados nos nós de contato, através de soldagem.

O posicionamento da armação adotada no sistema paredes de concreto pode ocorrer em geral de duas formas: a primeira as telas são posicionadas no eixo central da parede desde que a parede possua até no máximo 15 centímetros de espessura, já no segundo caso em paredes mais espessas, recomenda-se a utilização de tela dupla posicionada nos terços médios da parede. Abaixo é possível observar em um esquema gráfico como ficaria o posicionamento das armaduras conforme a Figura 8.

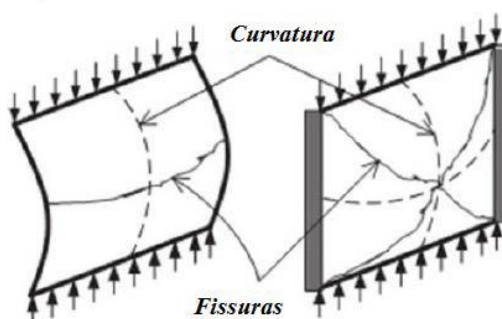
Figura 8 – Modelagem esquemática armadura em paredes de concreto



Fonte: França e Associados Projetos Estruturais (2017)

Para (FARIAS, 2018) a vinculação é um dos pontos mais importantes no comportamento estrutural das paredes de concreto. É razoável considerar que as fissuras no concreto são inevitáveis, uma vez que o elemento parede é submetido a tensões de tração e quando a quase insignificante capacidade resistente do concreto a tração é superada, a formação e as dimensões das aberturas de fissuras na parede dependem do alongamento axial das armaduras. Misurelli & Massuda (2013) ainda complementam que as armaduras são utilizadas para resistir a esforços de flexo-torção e controlar a retração do concreto. Diante deste contexto e dependendo da inclusão ou não das vinculações laterais podem ser formados um ou dois planos de flexão na parede, conforme mostrado na figura 9.

Figura 09 – Plano de flexão e vinculação



Fonte: Adaptado de Braguim (2013)

Portanto, durante a etapa de montagem e posicionamento da armadura, é de fundamental importância seguir as especificações de projeto e garantir o alinhamento da armadura e o

espaçamento adequado para uma concretagem eficiente do sistema. Para isso é importante seguir a rotina executiva abaixo:

- montagem das telas soldadas e da armadura principal;
- colocação das armaduras de reforço, ancoragens de cantos e cintas de amarração;
- colocação dos espaçadores plásticos;
- colocação dos caixilhos e passagem das tubulações de elétrica e hidráulica fixadas a armadura.

Recomenda-se as aberturas de vãos para esquadrias sejam feitas antes do posicionamento final da tela a fim de facilitar o processo de corte e evitar que as telas saiam da posição adequada. Todavia é importante que esta recomendação esteja especificada no projeto, e bem detalhada para que não ocorra cortes incorretos e em posições inadequadas (MISURELLI & MASSUDA, 2009).

Ao final do processo as telas são posicionadas verticalmente, conforme mostrado na Figura 10.

Figura 10 – Montagem da armadura



Fonte: Modular, 2020

2.3 INSTALAÇÕES

De acordo com a Comunidade da Construção (CDC) uma das características mais importantes do sistema parede de concreto é permitir que, após a desforma, as paredes contenham as instalações elétricas e hidráulicas embutidos em seu interior. Portanto, em

sequência, ou até mesmo simultaneamente a montagem das telas de armação, as instalações deverão ser posicionadas e fixadas a armadura.

De acordo com as diretrizes da ABNT NBR 16055:2012, as tubulações verticais sejam elas hidráulica ou elétrica, devem atender todas as condições abaixo listadas. Importante ressaltar que tais condições devem ser atendidas simultaneamente para a execução das instalações embutidas:

- quando a diferença de temperatura no contato entre a tubulação e o concreto não ultrapassar 15°C;
- quando a pressão interna na tubulação for menor que 0,3 MPa;
- quando o diâmetro máximo for de 50 mm;
- quando o diâmetro da tubulação não ultrapassar 50% da espessura da parede, restando espaço suficiente para, no mínimo, o cobrimento adotado e a armadura de reforço. Admite-se tubulação com diâmetro até 66% da espessura da parede e com cobrimentos mínimos, desde que existam telas nos dois lados da tubulação com comprimento mínimo de 50 cm para cada lado;
- tubos metálicos não encostem nas armaduras para evitar corrosão galvânica.

A referida norma NBR16055:2012 ainda complementa que não se deve admitir em hipótese alguma que nos encontros de paredes existam tubulações sejam elas hidráulicas ou elétricas, verticais ou horizontais. Ademais em trechos considerados não estruturais e que a tubulação ocupar no máximo um terço do comprimento da parede e que não excedam 1m deste comprimento, pode-se admitir a passagem de tubulações horizontais, desde que previstas em projeto.

2.3.1 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A quantidade de instalações embutidas na parede ainda é relativamente alta. Tal prática, além de tornar a execução mais demorada, pode dificultar a passagem do concreto em pontos de maior concentração de instalações (CDC,2013).

No caso das instalações elétricas para facilitar a montagem e minimizar a chance de erros de posicionamento, é importante que antes da montagem, as fôrmas já estejam previamente marcadas, ou seja, com o gabarito demarcado e com a posição de todos os elementos que iram compor o sistema elétrico definidos, conforme mostrado na Figura 11.

Figura 11 – Montagem e fixação das instalações elétricas



Fonte: Modular, 2020

Usualmente, os eletrodutos são organizados e fixados nas armaduras, o que impossibilita o deslocamento deles na hora da concretagem. Sempre deve ser usado espaçadores entre os dutos, para garantir que fiquem cobertos pelo concreto (PEREIRA, 2015).

Nas caixas, deve-se tomar o cuidado para que na hora da vibração não haja o vazamento do concreto, para tal, recomenda-se o uso de papel ou pó de serra (CAMBRAIA, 2017).

Pesquisas¹ recentes elaboradas pela CDC (Comunidade da Construção, 2013), mostram que houve uma considerável evolução por parte das fornecedoras de materiais elétricos destinados exclusivamente ao sistema de paredes de concreto moldadas *in loco*.

Atualmente mais da metade, das construtoras consultadas na referida pesquisa já utilizam caixas que já vem lacradas de fábrica evitando a entrada de nata.

Além disso 73% das construtoras analisadas afirmaram que existem atualmente no mercado caixas que se encaixam perfeitamente com o eletroduto garantindo a estanqueidade do conjunto, eliminando a necessidade dos enchimentos com papel costumeiros.

Wendler (2012) reforça a importância dos projetistas e da mão de obra operacional, se atentarem as recomendações normativas citadas acima, posicionando as tubulações verticalmente, optando por conduítes de diâmetros máximos de 25mm e evitando passar mais

¹ Pesquisa elaborada pela CDC (Comunidade da Construção), disponível em: <<https://abcp.org.br/download/coletanea-de-ativos-em-paredes-de-concreto-2011-2013/>>. Coletanea de Ativos 2011/2013 – Parede de concreto e interface com subsistema instalações. Pag.56. Acesso em: 11 de out. de 2020.

de uma tubulação no mesmo ponto além de espaçá-los com no mínimo duas vezes a espessura da parede.

Quanto ao método de fixação dos eletrodutos e caixas de passagem, a pesquisa da CDC (Comunidade da Construção, 2013), citada anteriormente ainda traz dados interessantes, mostrando que apesar de haver produtos no mercado para fixação dos eletrodutos a considerável maioria das construtoras analisadas preferem a fixação dos eletrodutos nas telas por considerarem este método mais eficiente. O mesmo pode ser avaliado também na Figura 12 extraída da própria pesquisa.

Figura 12 – Resultado da pesquisa sobre método de fixação de eletrodutos no sistema construtivo paredes de concreto



Fonte: CDC, 2013

2.3.2 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

Assim como para as instalações elétricas, o mesmo é válido para as instalações hidrossanitárias, nas quais é imprescindível que as tubulações estejam de acordo com o detalhado em projeto para garantir uma boa relação na interface dos subsistemas hidráulicos e elétricos, sendo que a integração entre estes dois subsistemas é fundamental para o bom desempenho do sistema principal da parede propriamente dita (Núcleo de referência, 2018).

Contudo, diferentemente das instalações elétricas, a opção por embutir as instalações hidrossanitárias pode ser um pouco mais complexo por dois motivos: primeiramente pelo comprometimento da função estrutural da parede, uma vez que, as tubulações hidráulicas possuem as seções maiores e, com isso, podem criar pontos de fragilidade na parede, o outro motivo se dá pelo fato da possibilidade de manutenções em caso de problemas com a rede, onde no sistema paredes de concreto o sistema de vedação das paredes também exerce a função estrutural e, portanto, não deve-se tolerar aberturas na mesma, a não ser em caso específicos

(nesse caso o engenheiro estrutural responsável pelo projeto deve ser consultado). Todavia tais observações não exclui a possibilidade de embutir as instalações hidrossanitárias na parede, desde que esta decisão esteja alinhada com o projetista estrutural e como a norma ABNT NBR16055:2012 que no capítulo 5 – item 5.1 (generalidades) destaca esta premissa: “a decisão quanto ao embutimento ou não das instalações nas paredes deve ser do projetista estrutural, de forma a não comprometer o sistema construtivo” (Núcleo de referência,2018).

Por conta do exposto acima e pela determinação normativa previstas para as instalações hidrossanitárias, usualmente opta-se por instalações posicionadas externamente às paredes de concreto dispostas preferencialmente em *shafts*, para adequação de questões estéticas e visuais do projeto. A escolha entre embutir ou não as tubulações hidrossanitárias cabe ao projetista estrutural, desde que tomadas as devidas medidas quanto a segurança, podendo ser executada de forma embutida, conforme na Figura 13a, ou externa, conforme a Figura 13b.

Figura 13 – Modelo de instalações hidrossanitárias embutidas x externas embutidas



Fonte: AEAS (Associação de Engenheiros e Arquitetos de Santos), 2020

2.4 FÔRMAS

As fôrmas são estruturas provisórias com intuito de moldar o concreto fresco, resistindo as solicitações de lançamento e adensamento da matriz de concreto, mantendo sua forma e estanqueidade até o momento de sua retirada (ABCP et al., 2013).

Conforme o item 18.2.1 da NBR 16055:2012, o sistema de fôrmas deve ser projetado e construído de modo a ter:

- resistência a ações a que possa ser submetida durante o processo de construção, tais como ações ambientais, carga da estrutura auxiliar e/ou cargas da estrutura

permanente a serem suportadas pela estrutura auxiliar até que o concreto atinja a resistência suficiente para se tirar os escoramentos;

- rigidez suficiente para assegurar que suporte as tolerâncias especificadas para a estruturas das paredes de concreto sendo que não afete a integridade dos elementos estruturais,
- estanqueidade para manter a conformidade com a geometria das peças que estão sendo moldadas dentro das fôrmas.

Ainda complementado pela norma NBR 16055:2012, não se admite que o formato, a função, a aparência e a durabilidade da parede de concreto seja afetada por quaisquer tipos de problemas advindos do sistema de fôrmas, escoramento ou aprumadores. Portanto todos os itens citados, devem ser respeitados rigorosamente e simultaneamente.

Para o método construtivo paredes de concreto existem diversos tipos de fôrmas atualmente, com uma montagem relativamente simples e rápida para estruturação dos painéis e acabamento das peças já concretadas. Sendo assim o sistema de fôrmas basicamente são compostos pelos seguintes itens:

- console: suporte para andaime quando necessário;
- peças de canto: atuam no fechamento e na unificação entre dois painéis com mudança de direção e são divididos em peças de canto externo e interno;
- chapas de fechamento: dispositivo utilizado para atender o fechamento de vãos, como portas, janelas e fechamento da parte superior dos oitões;
- espaçadores: utilizados para definir a espessura da parede, ou seja, garantem o distanciamento entre os painéis externos e internos, conforme projeto;
- alinhadores e dispositivos de travamento: utilizados para prender e alinhar os painéis, assim como para travar as peças de canto e os gabaritos das esquadrias.

2.4.1 MONTAGEM DAS FÔRMAS

Para montagem das fôrmas primeiramente deve-se seguir uma sequência executiva prevista no projeto de fôrmas, tendo cuidado ao se observar as peculiaridades de cada tipologia de fôrmas, muito embora, basicamente o sistema consiste no posicionamento de cada elemento da forma concomitantemente com os dispositivos de travamento e alinhamento dos painéis (CDC, 2009).

Ainda de acordo com a Comunidade da Construção (2009), em geral um dos itens mais importantes a ser observado no processo de montagem das fôrmas, consiste em garantir o nivelamento do piso sendo esta etapa imprescindível para garantir o alinhamento e encaixe das fôrmas e evitar diferenças de níveis de topo e consequentemente o desalinhamento superior das paredes de concreto. Ademais, tão importante quanto garantir o nivelamento vertical é garantir o nivelamento horizontal e esquadro na montagem das fôrmas. Para isso antes de se iniciar a montagem dos painéis, marca-se o piso com os limites internos e externos da parede, para garantir o correto alinhamento dos painéis e facilitar a sua orientação na hora da montagem.

A CDC (2009) ainda complementa e valida uma importante recomendação para que seja elaborado um sistema de identificação das peças que compõem as fôrmas, demarcando nos painéis códigos igualmente descritos no projeto, para facilitar a organização e a orientação no posicionamento das fôrmas, evitando o risco de montagens de peças incorretas ou fora dos devidos lugares, além de facilitar e tornar o processo de desmontagem e remontagem mais rápidos e simplificados.

Em geral existem duas metodologias de montagem: a primeira e mais utilizada, também chamada de “montagem pareada”, consiste em posicionar a armadura juntamente com os reforços e instalações anteriormente a montagem dos painéis e estes por sua vez são montados os lados internos e externos de forma simultânea. Já a outra metodologia de montar as fôrmas consiste em montar primeiramente as fôrmas do lado interno e em sequência parte-se para a montagem das armaduras, reforços, instalações e esquadrias, finalizando com a montagem do lado externo dos painéis das fôrmas (CDC,2009).

2.4.2 TIPOS DE FÔRMA

Segundo a Associação Brasileira das empresas de serviços em concreto (ABESC, 2012) a escolha adequada do tipo de fôrma é o fator determinante para a potencialização da produtividade e da economia, uma vez que um dos grandes entraves para viabilizar o sistema paredes de concreto moldadas *in loco*, consiste no elevado custo inicial das fôrmas.

Sendo assim de acordo com a CDC (2009) recomenda-se a consideração dos seguintes itens² para escolha do tipo de forma:

- análise econômica: definir a viabilidade de aquisição ou locação;
- durabilidade: analisar o número de utilizações possíveis e a qualidade das fôrmas;

² Os itens citados foram retirados do “Quadro: 10 dicas para escolher as fôrmas”, e adaptados pelo autor. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/caracteristicas/o-sistema/18/caracteristicas.html>>. Acesso em: 25 de outubro de 2020.

- fornecedores: avaliar se o fornecedor possui suporte e assistência técnica, variedade de produtos, consolidação no mercado, agilidade de atendimento e logística de entrega;
- produtividade: avaliar a capacitação da mão de obra na operação do conjunto;
- peso: avaliar o peso por m² dos painéis, uma vez que estruturas muito pesadas podem impactar na produtividade e dificultar o processo, em contrapartida estruturas muito leves pode indicar baixa qualidade e resistência das fôrmas;
- número de peças do sistema: quanto maior o número de peças, maior será a complexidade para montagem e desmontagem das fôrmas, e, portanto, o número de peças deve ser avaliado para não impactar na produtividade;
- modulação: priorizar a adoção de medidas de projeto modulares para eliminar a necessidade de peças específicas e não padronizadas, diminuindo o custo das fôrmas e facilitando a montagem e consequentemente aumentando a produtividade;
- flexibilidade e adequação: escolher um conjunto de fôrmas e/ou fornecedores que tenha uma boa interrelação com a passagem e fixação das instalações embutidas e que permita uma fácil adequação com o projeto arquitetônico.

Em linhas gerais, observa-se na prática que o tipo de fôrma mais utilizado atualmente é do tipo metálico. Apesar desse tipo apresentar um custo inicial mais elevado, pode-se viabilizar sua escolha por meio de um grande número de reutilizações. Todavia, existem outros tipos comuns de fôrmas, tais como as de plástico e as fôrmas metálicas com madeira tipo compensado, cada uma com suas vantagens e desvantagens, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Comparativo tipo de fôrmas para paredes de concreto

Requisitos / Sistema de Fôrmas	Fôrma Plástica	Fôrma Metálica com chapa de madeira compensada	Fôrma Metálica
Custo	Baixo custo inicial de aquisição com disponibilidade de locação	Médio custo inicial de aquisição com disponibilidade de locação	Alto custo inicial de aquisição com disponibilidade de locação
Durabilidade	Baixa durabilidade e baixa taxa de reutilizações	Boa durabilidade porém as chapas compensadas precisam ser trocadas frequentemente	Altíssima durabilidade e taxa de reutilização (dependendo da forma pode ser reutilizada de 1500 a 2000 vezes)
Fornecedores	baixa disponibilidade de fornecedores nacionais	boa disponibilidade de fornecedores	Pouca disponibilidade no mercado nacional (contudo houve um forte crescimento

			recente de fornecedores no Brasil)
Produtividade	boa produtividade pela leveza das peças e facilidade de montagem	Boa produtividade pela facilidade de montagem	Altíssima produtividade pela leveza dos painéis e pela facilidade de montagem
Peso	Painéis relativamente leves quando transportados em partes	Painéis mais pesados – podem exigir guias ou guindastes para o transporte	Painéis muito leves e podem ser transportados inteiros
Prumo e alinhamento	peças frequentemente apresentam problemas de encaixe e alinhamento	Boa qualidade de prumo e alinhamento	Ótima qualidade de prumo e alinhamento
Acabamento	acabamento final médio/ruim	Bom acabamento final pelas chapas compensadas	Ótimo acabamento superficial
Mão de Obra	Necessário mão de obra especializada	Necessário mão de obra especializada	Necessário mão de obra especializada

Fonte: Revista Técnica adaptado pelo Autor, 2020

Dentre as opções, a mais comumente utilizada é a fôrma metálica, que utiliza tanto a estrutura quanto as chapas de vedação em algum material metálico normalmente alumínio, conforme mostrado na Figura 14.

Figura 14 – Fôrma para paredes de concreto do tipo metálica



Fonte: Buildin, 2020

Outra opção de fôrmas é a do tipo mista, nas quais são utilizadas peças metálicas para dar estruturação ao painel e chapas em madeira compensada para dar acabamento final à peça concretada, conforme mostrado na Figura 15, abaixo:

Figura 15 – Fôrma para paredes de concreto do tipo mista (metálica com chapas de compensado)



Fonte: SH Fôrmas, 2020

Por fim existem as fôrmas do tipo plásticas, que utilizam quadros e chapas feitos em plástico reciclável, tanto para estruturação de seus painéis como para dar acabamento à peça concretada, sendo contraventados por estruturas metálicas, conforme Figura 16.

Figura 16 – Fôrma para paredes de concreto do tipo plástica



Fonte: Portal Brasil Engenharia, 2020

2.5 CONCRETAGEM

Segundo a ABCP (2011-2013) para o sistema parede de concreto, o concreto adotado precisa ter algumas características fundamentais para uma aplicabilidade satisfatória no sistema, que são: uma boa trabalhabilidade e coesão a fim de evitar segregações e uma boa fluidez para facilitar o preenchimento pleno das fôrmas e um bom acabamento da superfície final. Diante do exposto é possível afirmar que pelo menos em grande maioria das obras que utilizam o sistema de paredes de concreto moldadas *in loco*, o concreto usado deverá ser algum concreto especial, com adição de aditivos específicos para atendimento aos requisitos do sistema, destacando-se o concreto com ar incorporado (CAI) e o concreto alto adensável (CAA).

De acordo com a ABNT NBR 12655:2015 o concreto de cimento Portland pode-se ser definido como um material formado pela mistura homogênea do cimento, agregados graúdos, agregados miúdos e água, podendo ou não haver a incorporação de aditivos, conforme mostrado no esquema mostrado na figura 17.

Figura 17 – Esquema de formação do concreto



Fonte: Autor, 2020

Sabendo que a principal característica do sistema parede de concreto moldadas *in loco* se dá pela alta produtividade e repetitividade, o uso do cimento Portland do tipo CPV-ARI torna-se quase obrigatório para atender tais requisitos do sistema, uma vez que na maioria dos

casos o processo de montagem das fôrmas, concretagem e desforma ocorrem em um curtíssimo intervalo de tempo, demandando que o concreto apresente alta resistência já nos primeiros dias (CAMBRAIA, 2017).

Os aditivos por sua vez são substâncias capazes de alterar as propriedades físico-químicas do concreto convencional, seja no estado fresco ou endurecido, e quando dosados de maneira adequada, passam a ampliar as qualidades e minimizar as desvantagens do concreto convencional, de acordo com a necessidade pretendida, sendo os mais comumente utilizados:

- aditivos plastificantes ou superplastificantes: são aditivos capazes de alterar o consumo de água na mistura, aumentando a trabalhabilidade e fluidez do concreto com uma adição de água menor.
- aditivos modificadores de pega: são aditivos capazes de acelerar ou retardar o tempo de pega do concreto. No caso dos aditivos acelerados de pega, estes são capazes de acelerar fortemente o processo de hidratação inicial e endurecimento, sendo utilizado mais frequentemente nos casos de reparos estruturais ou estruturais de apoio provisório. Já no caso dos aditivos retardadores de pega, estes possuem a capacidade de deixar o processo osmótico de hidratação dos grãos de cimento mais dificultado pelo fenômeno de adsorção, sendo mais frequentemente usado em obras que exigem um alto volume de concreto em aplicações mais complexas e em climas quentes.
- aditivos Incorporadores de ar: são aditivos tenso ativos que reduzem a tensão superficial da água favorecendo a formação de microbolhas esféricas, estáveis e distribuídas, que melhoram coesão, fluidez e reduzem o peso específico do concreto.

2.5.1 CONCRETOS ESPECIAIS

O concreto convencional foi e ainda continua sendo o material com maior número de utilização na construção civil, e embora suas características em si, atendam muito satisfatoriamente a maioria das demandas comuns de obra, com o avanço tecnológico e o surgimento de novas tendências construtivas de mercado, além do avanço da indústria química de aditivos para concreto, possibilitou-se a concepção de novos tipos de concretos chamados de não-convencionais ou então de concretos especiais (CIVILIZAÇÃO ENGENHARIA, 2016).

De acordo com Figueredo et al. (2006), concretos especiais podem ser definidos como: concretos com características particulares devido à evolução tecnológica, melhorando as deficiências do concreto convencional ou incorporando propriedades não inerentes a este

material, para serem empregados em locais/condições em que o concreto convencional não pode ser aplicado.

Interessante observar que um dos propulsores do desenvolvimento e aplicação destes concretos especiais é justamente o sistema construtivo em paredes de concreto moldadas *in loco*, que demandou soluções que melhor se adaptassem ao sistema que tinha como requisito:

- Um concreto fluído que permitissem um bom preenchimento das fôrmas;
- Boa trabalhabilidade e acabamento final;
- Ganho de resistência inicial elevado;
- Boa durabilidade;

Tais características podem ser verificadas nos tipos de concreto especiais como o concreto com ar incorporado (CAI) e o concreto alto adensável (CAA).

2.5.2.1 CONCRETO COM AR INCORPORADO (CAI)

Observa-se que na prática o uso de concreto com ar incorporado é muito comum no sistema de paredes de concreto moldadas *in loco* devido, principalmente, às características deste concreto especial que apresenta maior trabalhabilidade no estado fresco, menor peso específico e melhor isolamento térmico e acústico, além de apresentar um bom acabamento final, características ideais para o sistema (KIM et al., 2012).

O processo de incorporação de ar no concreto é comum e ocorre normalmente em todas as moldagens, uma vez que durante o transporte e mistura, principalmente mistura mecanizada, incorpora-se ar ao concreto de forma não intencional.

Entretanto estas bolhas não intencionais são consideravelmente diminuídas no lançamento e adensamento do concreto devido a sua alta instabilidade (ROMANO; CINCOTTO; PILEGGI, 2018).

É válido ressaltar que nos casos em que não é efetivado uma correta vibração do concreto para expulsar as bolhas de ar, torna-se inevitável o aparecimento de patologias que por sua vez podem pôr em risco o desempenho estrutural da parede, além de comprometer o aspecto estético e visual do acabamento (Agnesini, 1988).

De acordo com Mehta e Monteiro (2014), os aditivos incorporadores de ar são substâncias tensoativas que agem de forma a reduzir a tensão superficial da água, favorecendo a formação de microbolhas esféricas e regulares na ordem de 0,05mm. Martin (2005) corrobora com a afirmação, complementando que com o uso de AIA o ar é introduzido a mistura

produzindo um elevado número de bolhas estáveis, distribuídas uniformemente e separadas entre si.

Na mesma linha de pensamento Ramachandran (1984) e Mendes (2016) defendem que a função do AIA é estabilizar as bolhas, garantindo uma película protetora que se repelem por polaridade, ou seja, se a molécula do incorporador de ar apresentar caráter iônico, as bolhas irão adquirir carga na superfície, fazendo com que duas bolhas se mantenham afastadas eletrostaticamente durante a mistura, aumentando a estabilidade sem oferecer prejuízos a resistência.

Com a incorporação de ar induzida, observa-se principalmente o ganho de fluidez e plasticidade do concreto no estado fresco, sendo tão maior quanto a concentração de aditivo incorporador de ar. Tal diferença na consistência pode ser observada no ensaio de abatimento do tronco de cone (Slump Test) conforme mostrado nas Figura 18 e 19.

Figura 18 – Slum flow test
(concreto convencional)



Fonte: Autor, 2020

Figura 19 – Slump flow test
(concreto com aditivo incorporador de ar³)



Fonte: Autor, 2020

Apesar do proposto por Martin (2005), Ramachandran (1984) e Mendes (2016) pesquisas recentes (PERUZZI et al, 2019) tem evidenciado que as bolhas podem se conectar devido ao alto número de vazios presente na pasta através do fenômeno chamado de coalescência das bolhas. Ainda de acordo com Peruzzi (2019), mesmo com a utilização do aditivo incorporador de ar, ações externas podem propiciar a ocorrência deste fenômeno de

³ Aditivo incorporador de ar (AIA) utilizado Basf MicroAir FC na quantidade de 0,5% da massa de cimento descontada da quantidade de água.

coalescência, que pode ser provocado pelo excesso de vibração ou excesso de incorporação de bolhas, seja pela quantidade de aditivo usado ou pelo tempo excessivo de mistura na betoneira.

Dentro deste panorama, recomenda-se um olhar mais atento quanto a redução das propriedades mecânicas, principalmente àquelas ligadas a resistência do concreto no que tange a utilização de concretos com ar incorporado, uma vez que a alta porosidade da parede com o concreto endurecido pode potencializar a ação de agentes deletérios (BARBAR, 2016).

Sendo assim é fundamental entender os requisitos que precisam ser observados para o melhor desempenho com uso dos AIA. Castro (2017) reúne vários importantes estudos de Neville (1997), Bauer (2009) e Mendes (2016), mostrando que os principais fatores que devem ser observados para escolha e uso dos AIA, são:

- quantidade de aditivo: saber dosar a quantidade de aditivo está relacionado diretamente com a quantidade de ar que será incorporada na mistura, onde quantidades exageradas de aditivo poderão afetar a distribuição e estabilidade das bolhas incorporadas favorecendo o fenômeno da coalescência. Ao mesmo passo que quantidades muito baixas de aditivo não será capaz de produzir a quantidade de bolhas suficientes para a massa ganhar a trabalhabilidade e a consistência esperada para esse tipo de concreto especial;
- quantidade e finura do cimento: a relação de quantidade de cimento e incorporação de ar é inversamente proporcional, de forma que, quanto mais cimento tiver a mistura menos ar será incorporado, uma vez que, quanto maior for a quantidade e mais fino for o cimento haverá um melhor preenchimento dos vazios pelos grãos do cimento diminuindo os espaços para formação das bolhas.
- tempo de mistura: o tempo de mistura exagerado pode propiciar a ocorrência do fenômeno de coalescência das bolhas e impactar diretamente na resistência do concreto endurecido. Por outro lado, o tempo de mistura muito curto, não dará condições para que o aditivo se incorpore em toda a massa, e com isso a mistura não irá atingir homogeneidade adequada.
- Adição de outros aditivos: com adição de outros aditivos além dos incorporadores de ar, pode acarretar em uma reação química entre os aditivos e consequentemente a incompatibilidade entre eles e até mesmo a perda de efetividade do AIA.
- Granulometria dos agregados: assim como mostrado no caso do cimento, o mesmo é valido para os agregados que quanto melhor for a distribuição granulométricas e quanto

mais finos conter essa distribuição, menos espaço livre a mistura terá e consequentemente menos ar poderá ser incorporado a mistura;

- qualidade da água de amassamento: as impurezas da água podem interagir com o aditivo, por exemplo, substâncias orgânicas que afetam todos os tensoativos. Além disso, macromoléculas podem influenciar a estabilidade das bolhas de ar.
- relação água/cimento: como os aditivos incorporadores de ar são tenso-ativos que atuam na diminuição da tensão de superfície da água, misturas com a relação água/cimento menores, tendem a ter a capacidade também menor na produção de bolhas, ao mesmo passo que, para relações de água/cimento maiores, também se nota uma maior capacidade de incorporação de ar na mistura.

Segundo Neville (2016) outras motivações que levam a utilização dos aditivos incorporadores de ar no concreto, são a melhora no desempenho acústico e térmico e principalmente a redução do peso específico. Todavia apesar da melhora nas características de trabalhabilidade e fluidez, a diminuição da massa específica através da incorporação de ar no concreto, resulta em uma considerável diminuição da resistência a compressão, conforme pode ser analisado na Tabela 3 abaixo:

Tabela 2 – Relação massa específica x teor de ar x resistência a compressão

Massa específica (kg/m ³)	Teor de ar incorporado (%)	Resistência a compressão* (MPa)
500	78	1
900	62	2
1300	45	5
1700	28	10
*Considerou-se resistência a compressão aos 28 dias		

Fonte: adaptado autor, (NEVILLE, 2016)

Portanto, pode-se concluir que apesar da notória perda de resistência, ainda assim é possível aplicá-lo no sistema com segurança admitindo-se uma distribuição de carga uniforme das paredes.

Valendo-se das vantagens de e menor peso específico, fluidez e com resistência a compressão suficientemente adequadas e compatíveis com o sistema em blocos já consolidado (CARVALHO, 2012).

2.5.1.2 CONCRETO ALTO-ADENSÁVEL (CAA)

O self-compacting concrete (SCS) ou concreto autoadensável (CAA) como é conhecido no Brasil, foi desenvolvido com a finalidade de atender a necessidade de concretagem em estruturas com altas taxas de armadura, evitando a segregação dos agregados. Sendo assim, os alguns estudos principalmente conduzidos pelo engenheiro japonês Okamura, partiram para a melhoria da trabalhabilidade e fluidez do concreto em uma relação ótima, foi possível então obter o equilíbrio entre a viscosidade ideal e a fluidez necessária, para criar um concreto capaz de fluir com facilidade dentro das fôrmas, passando pelas armaduras e preenchendo todos os espaços sob efeito do peso próprio sem a utilização de vibradores e sem apresentar segregação dos agregados (Programa de Ensino Tutorial - Universidade de engenharia civil do Ceará, 2012).

Os materiais utilizados para a elaboração do CAA são, na prática, os mesmos utilizados nos concretos convencionais com alteração nas proporções de cada componente e na adição de aditivos químicos específicos. O grande diferencial desse tipo de concreto é a maior adição de finos inclusive com consumo maior de cimento, além da quantidade maior de agregados miúdos em relação aos agregados graúdos, quer sejam com adições de minerais quimicamente ativos (comumente utilizada a sílica ativa), ou a adição de materiais inertes como é o caso do filer de calcário.

Os procedimentos para a produção do concreto autoadensável e as recomendações de utilização estão devidamente contemplados na ABNT NBR 15823:2017- Concreto Autoadensável que, resumidamente, procura adequá-lo à Norma de Desempenho NBR 15575, responsável por elencar as exigências para a concretagem, principalmente aplicadas ao sistema de paredes de concreto. Em geral verifica-se três propriedades básicas (viscosidade, fluidez e capacidade passante) em estado fresco que precisam ser atendidas através de ensaios normatizados para a utilização do CAA. Tais requisitos são:

- ensaio T500 de acordo com a NBR15823-1:2010 - este ensaio é utilizado para avaliação da viscosidade plástica aparente sob fluxo livre em função da medição de tempo de escoamento que o concreto leva para percorrer o espaço de 200mm ao 500mm de diâmetro marcados na base da placa, ou seja este teste é utilizado para verificar a viscosidade adequada para utilização do CAA;

- ensaio de espalhamento de acordo com a NBR15823-2:2010 - este teste é utilizado para verificação da deformabilidade e capacidade de preenchimento sob ação do peso próprio do concreto, por meio da medida do espalhamento durante o slump flow test, ou seja, utiliza-se este teste para medir a fluidez adequada para utilização do CAA;
- ensaio do anel Japonês de acordo com a NBR15823-3:2010 - este ensaio também chamado de J-ring ou teste do anel J, que tem por finalidade a determinação da facilidade de passagem do concreto em fluxo livre por um anel metálico de 300mm de diâmetro composto por 16 barras de 10mm distribuídas radialmente pelo anel a uma altura de 120mm de maneira equidistante perpendiculares ao plano do anel, ou seja, utiliza-se este teste para simular e medir a capacidade de preenchimento e passagem do CAA por regiões com alta densidade de armadura.

Ainda assim, a NBR15823:2010 traz diversos outros ensaios igualmente importantes e que irão preconizar e avaliar diversas outras propriedades no que diz respeito a utilização do concreto autoadensável, todavia, a determinação dos três testes citados anteriormente já garante parâmetros de utilização prática.

Conforme pode-se observar no Slump flow Test e Teste de espalhamento J-ring test, mostrados nas figuras 20 e 21 respectivamente.

Figura 20 – Slump flow Test, concreto auto adensável



Fonte: Leonardi, 2020

Figura 21 – J-ring test, concreto auto-adensável



Fonte: Tecnosil, 2020

Em suma o concreto autoadensável tornou-se amplamente utilizado no sistema paredes de concreto moldadas *in loco*, se sobressaindo principalmente de acordo com Tecnosil (2020), pela concretagem rápida, bom acabamento superficial, preenchimento das fôrmas inclusive em regiões com alta densidade de armação, dispensando a necessidade de vibração mecânica e possibilitando uma redução da mão de obra pela facilidade do lançado inclusive em grandes distâncias evitando a segregação dos agregados.

Muito embora as vantagens deste concreto especial se sobreponham consideravelmente às suas desvantagens, ainda existem alguns empecilhos que tornam o CAA ainda não tão fortemente difundido no Brasil. Como desvantagens destaca-se o custo mais elevado por m³ em relação ao concreto convencional, tendo em vista a necessidade de matérias primas de maior qualidade e maior controle na produção, utilização de aditivos químicos e necessidade de pessoal mais especializado para a produção e aplicação do CAA, todavia estas desvantagens podem ser contornadas pela economia gerada na não utilização de vibradores mecânicos, na redução de mão de obra e no ganho de produtividade e qualidade no produto final, características fundamentais no processo de industrialização da construção o qual o sistema de paredes de concreto moldadas *in loco* se baseia (TECNOSIL, 2020).

2.6 DESFORMA

A retirada das fôrmas e do escoramento, assim como em qualquer obra convencional, devem obedecer a um programa bem detalhado de desforma e deverá ser feita quando o concreto se encontrar com resistência suficientemente adequada.

No caso de obras em paredes de concreto moldadas *in loco*, segundo Lorenceto (2019), permite-se a desforma com f_{ck} mínimo de 3MPa, por esse motivo, normalmente, retira-se corpos de provas para ensaios de determinação de resistência com 12 horas de idade, caso atendido o critério de resistência, libera-se a desforma.

Com a utilização de ferramentas adequadas para retiradas das placas da fôrma evitando impactos abruptos na estrutura, principalmente nos cantos de janela e linhas de espaçadores ou em locais com a aplicação insuficiente de desmoldante (CDC, 2009).

Importante ressaltar que o uso de desmoldante nas fôrmas é imprescindível antes de se iniciar a montagem. O desmoldante por sua vez é um produto químico à base de óleos puros ou emulsões oleosas capazes de criar uma película fina entre as fôrmas e o concreto.

Como o sistema de paredes de concreto admite vários tipos de fôrmas, é importante a escolha correta pelo tipo de desmoldante adequado a cada tipo de superfície da fôrma, seja ela, metálica, de plástico ou de madeira.

Com isso, é possível prolongar a vida útil das fôrmas e o reaproveitamento das peças e garantir uma menor probabilidade de ocorrência de patologias na parede acabada (Mapa da Obra, 2018).

Após a desmoldagem deve-se tomar cuidados rigorosos com o processo de cura segundo a ABNT NBR 1493:2014, como evitar a perda de água pela superfície exposta, mantendo a umedecida com aspersão de água, ou então utilizar artifícios para evitar a perda de água, como mantas úmidas ou até mesmo o uso de cura química, aplicando-se uniformemente o agente químico na superfície das paredes imediatamente após a retirada das formas que criará uma película na superfície do concreto evitando a perda de água no local aplicado.

Outro ponto de atenção quanto à desmoldagem é em relação ao processo de abertura de fissuras de origem térmica no concreto que, de acordo com Castro et.al. (2011), o processo termomecânico está associado diretamente com o gradiente de temperatura no elemento de concreto, que induz a tensões de compressão próximas a superfície aquecida e a tensões de tração nas regiões internas do corpo.

Enquanto os agregados expandem com o aumento da temperatura, a pasta de cimento retrai devido à perda de água por secagem ou desidratação, neste ponto recomenda-se fortemente a utilização de fibras, como as de polipropileno por exemplo que por formarem uma espécie de rede de filamentos reduzem a contração do concreto, evitando assim os problemas patológicos comumente observados nos primeiros dias após desforma relacionados a fissuração do concreto.

3. VIABILIDADE DE APLICAÇÃO

Para Lorenceto (2020) com a evolução da cadeia de fornecedores de fôrmas no Brasil e com a opção de alugá-las, possibilitou viabilizar o sistema de paredes de concreto com um número entre 15 a 20 unidades residenciais no padrão Minha Casa Minha Vida. Todavia, ainda não há um consenso para definir exatamente a partir de qual número de utilizações das fôrmas o sistema se torna viável e vai depender de um estudo detalhado de cada caso.

Entretanto, é possível citar alguns autores e pesquisas com dados interessantes a respeito, como por exemplo Zúñiga, Santos & Silva (2017) que verificam em seu estudo que a redução de custo e tempo deste método construtivo aplicado a construção de 30 unidades de habitação de médio/baixo padrão já tornam a opção viável e ressaltam que o sistema de parede de concreto, apresentou uma redução de custo de 14,08% e uma redução de tempo de 41,19% em relação ao método convencional.

Contudo a viabilização dessa tecnologia no Brasil não depende isoladamente de fatores técnicos, mas em grande parte de cadeia de fornecedores e disponibilidade dos materiais específicos no mercado, é o que afirma o gerente geral de construção da Cytec, Aloysio Cyrino. “Não é usado em larga escala no Brasil por fatores econômicos e de falta de produção em escala” (Revista Técnica, edição 130, janeiro de 2007).

Dentro deste contexto controlar todas essas variáveis de forma satisfatória para se obter parâmetros de comparação não é tão simples, cabendo estabelecermos alguns limites de aceitação e algumas simplificações no modelo de viabilidade analisado. Ao observarmos outros parâmetros como redução das despesas indiretas, taxa de retorno do capital investido antecipada, logística de entrega de materiais, demanda existente, taxa de reutilizações e quantidade de unidades projetadas, é possível em um primeiro momento entender que o sistema torna-se tão viável quanto a proporção do empreendimento e quanto maior for o número de unidades previstas, tendo em vista o ganho com a produtividade pelo processo mais industrializado e repetitivo que pode na maioria das vezes compensar o alto investimento inicial, distribuindo-o no número de unidades e na diminuição do prazo de execução e entrega do produto final (SOUSA & ÁVILA, 2014).

4. GERENCIAMENTO DO PROJETO

Segundo a 6ª edição do guia de conhecimento em gerenciamento de projetos (PMBOK, 2013), o gerenciamento de um projeto consiste na aplicação adequada de 49 processos

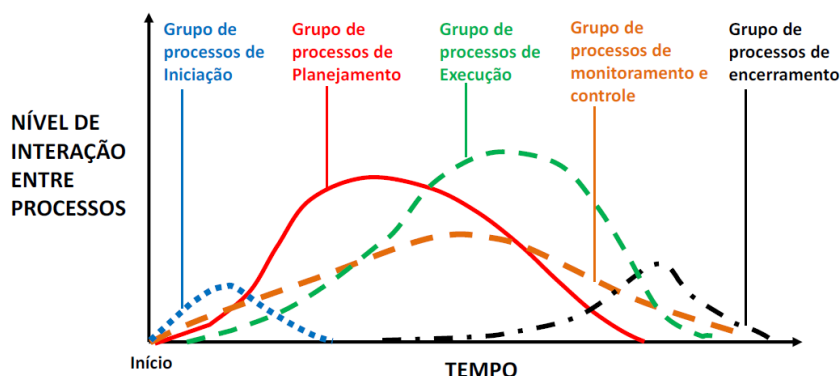
organizados de forma lógica em cinco grandes grupos, conforme pode ser analisado mais detalhadamente no fluxograma adaptado por (VARGAS, 2014) disposto no anexo A⁴.

Sendo assim para a gerenciamento de um projeto eficiente os 49 processos são desenvolvidos ao longo do ciclo de vida do projeto e enquadrados no que o guia PMBOK 6ª edição chamou de as 10 áreas do conhecimento:

1. Gerenciamento da Integração do projeto (Capítulo 4 - PMBOK 6ª ed);
2. Gerenciamento do Escopo (Capítulo 5 - PMBOK 6ª ed);
3. Gerenciamento do Cronograma (Capítulo 6 - PMBOK 6ª ed);
4. Gerenciamento do Custo (Capítulo 7 - PMBOK 6ª ed);
5. Gerenciamento da Qualidade (Capítulo 8 - PMBOK 6ª ed);
6. Gerenciamento dos Recursos (Capítulo 9 - PMBOK 6ª ed);
7. Gerenciamento da Comunicação (Capítulo 10 - PMBOK 6ª ed);
8. Gerenciamento dos Riscos (Capítulo 11 - PMBOK 6ª ed);
9. Gerenciamento das Aquisições (Capítulo 12 - PMBOK 6ª ed);
10. Gerenciamento da Partes Interessadas (Capítulo 13 - PMBOK 6ª ed).

Em poucas palavras e de forma extremamente simplificada, pode-se dizer que o ciclo de vida de um projeto ocorre em cinco fases: Inicialização, Planejamento, Execução; Monitoramento e controle, Encerramento, conforme mostrado na figura 22:

Figura 22 – Ciclo de Vida de um projeto

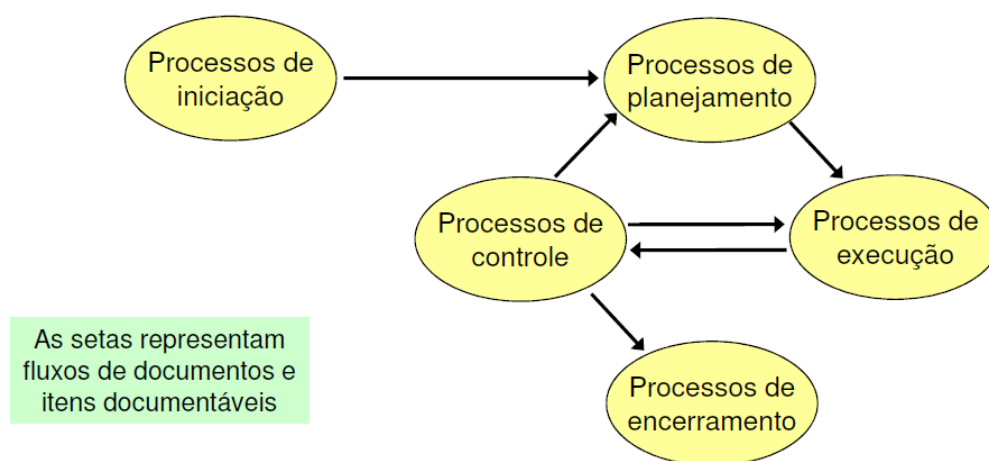


Fonte: PMBOK 6ª edição, 2017

⁴ Disponível também em: <<https://ricardo-vargas.com/pmbok6-processes-flow/>>. Acesso em: 03 de janeiro de 2021.

Importante salientar, de acordo com Vargas (2020), que o processo de gerenciamento de um projeto ocorre de forma iterativa e dinâmica demandando frequentemente alterações e adequações ao modelo planejado, nas quais na maioria das vezes algumas fases do projeto pode ocorrer simultaneamente, ou ainda assim, mesmo em um processo a frente pode-se a qualquer momento voltar a uma fase anterior para ajustes no gerenciamento se necessário for. Tal ideia pode ser melhor compreendida observando-se a Figura 29.

Figura 23 – Interação de grupos de processos em um projeto



Fonte: PMBOK 6ª edição, 2017

A seguir será tratado mais profundamente as dez áreas do conhecimento que formam os 49 processos de gerenciamento no ciclo de vida de um projeto, aplicado ao sistema construtivo de paredes em concreto moldadas *in loco*.

4.1 INICIALIZAÇÃO

A gestão de um projeto mais especificamente aplicados a uma obra é uma atividade múltipla e complexa, que envolve atenção a aspectos técnicos, financeiros e humanos. Esse entendimento foi aplicado ao modelo, que trata da gestão de projetos, prazos, custos, processos executivos, controle da qualidade, suprimentos, equipamentos, recursos humanos, segurança, entrega e pós-entrega do produto (ABCP et al., 2013).

Em suma para iniciar qualquer projeto é necessário a utilização de duas áreas do conhecimento propostas pelo PMBOK, que são elas, integração e partes interessadas. Portanto, na fase de iniciação a integração se dá com a elaboração do termo de abertura do projeto ou

também conhecido como TAP, que nada mais é do que um documento que autoriza formalmente o “nascimento” do projeto, identificando e autorizando que os responsáveis por esse determinado projeto possam iniciar as tratativas e mobilizar os recursos e equipe para o início do projeto (PMBOK 6ª ed, 2017).

Outro fator fundamental para se iniciar o projeto é identificar as partes interessadas ou ainda também conhecidos do inglês como “stakeholders”, ou seja, identificar quem são as pessoas ou instituições envolvidas ou afetadas pelas atividades e resultado do projeto.

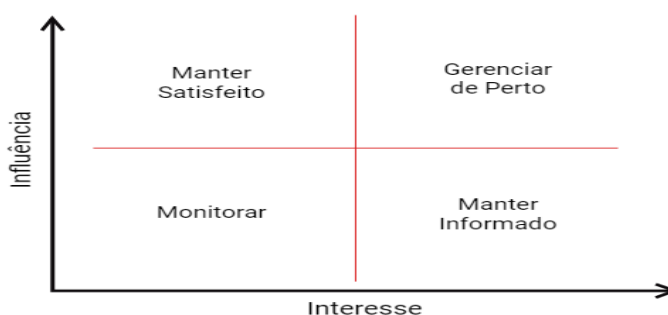
Neste processo busca-se levantar quais as expectativas das partes interessadas e documentar as informações mais relevantes que possam contribuir com o sucesso do projeto, como por exemplo, considerar os diferentes níveis de influência e poder de cada parte, definir qual tipo de comunicação será utilizada para engajar as partes interessadas, mensurar qual o conhecimento de cada parte sobre o projeto, considerar as tolerâncias aos riscos que cada parte é capaz de suportar e prever como cada stakeholder irá se comportar ou reagir a situações adversas e principalmente como influencia-los a aumentar o apoio no projeto (PMBOK 6ª ed, 2017).

Neste sentido as partes interessadas podem ser desde gestores da empresa a patrocinadores, funcionários, fornecedores, clientes, concorrentes e até mesmo a comunidade e os vizinhos. Podem existir ainda stakeholders secundários, que podem ser: governo, imprensa, órgãos ambientais, comunidades e etc...

Sendo assim, espera-se que o gestor do projeto elabore um mapa de *stakeholders*, que compreende quem são as partes interessadas, quais as expectativas e quais os níveis de influência dos mesmos no projeto, classificando-os de acordo com o nível de poder, nível de influência e impacto (CAMARGO, 2019).

Com isso, as estratégias e decisões a serem tomadas em relação as partes interessadas serão pautadas de acordo com o gráfico mostrado na Figura 30.

Figura 30 – Gráfico de análise de stakeholders



Fonte: AEVO, 2017

Concluído o mapa de identificação dos *stakeholders* em sua grande maioria, as empresas de engenharia optam pela elaboração de um contrato entre as partes interessadas, normalmente composta pela organização executora no caso a construtora e a organização solicitante no caso o cliente ou patrocinador, para estabelecer um acordo e definir a finalidade, os objetivos e benefícios esperados do projeto. Sendo assim é muito comum que a definição do método construtivo em paredes de concreto seja definida em uma reunião entre as partes interessadas para elaboração deste contrato que servirá como o termo de abertura do projeto.

4.2 PLANEJAMENTO

Já na fase de planejamento o objetivo do gerente de projetos é elaborar o plano de gerenciamento do projeto, que em outras palavras significa dizer, como o projeto será executado ou ainda dizer como se dará o trabalho do projeto. É nesta etapa que ocorre a maior parte dos 49 processos proposto pelo PMBOK, passando por todas as dez áreas de conhecimento como: integração, escopo, cronograma, custos, qualidade, recursos, comunicação, riscos, aquisições e partes interessadas, (PMBOK 6ª ed, 2017).

Será na fase de planejamento que serão descritos os processos, assim como, as ferramentas que serão utilizadas e os responsáveis por cada área do projeto, lembrando que o desenvolvimento do plano requer um processo iterativo, através da elaboração progressiva, pelo gerente e sua equipe, que o revisarão e atualizarão à medida que o planejamento venha a revelar mais informações ao longo dos trabalhos do projeto (SOUZA, 2019).

O primeiro passo para iniciar o planejamento do projeto consiste em elaborar o planejamento do escopo que servirá como plano subsidiário e será composto basicamente pela coleta de requisitos do projeto. A documentação do escopo propriamente dita, irá fazer uma descrição textual de tudo que fará parte do projeto, saindo como resultado a elaboração da EAP (Estrutura Analítica de Projeto).

Em seguida, para dar continuidade ao plano, é preciso planejar o gerenciamento do cronograma e este, por sua vez, ocorre também por um processo iterativo e dinâmico passando pelas fases de: definição e sequenciamento das atividades, estimativa de duração das atividades e pôr fim a elaboração do cronograma propriamente dito, que normalmente é apresentado através de um gráfico de Gantt mostrando cada atividade, sua duração e sua interdependência e correlação com as demais atividades do projeto.

Quase simultaneamente a elaboração do cronograma tem-se o planejamento dos custos que por sua vez estará diretamente ligado a definição e a duração das atividades obtidas na

montagem do cronograma, assim como o planejamento e estimativa dos recursos e com o planejamento das aquisições, com isso torna-se possível estimar os custos e determinar o orçamento propriamente dito.

Basicamente agora já pode-se responder algumas perguntas sobre o projeto, aplicando com o exemplo a construção de residências de parede de concreto moldadas *in loco*, nesta etapa do projeto já seria possível responder: qual o trabalho e como o projeto será executado? (Escopo), qual o tempo necessário para executá-lo? (Cronograma), qual o custo e quais os recursos para o projeto? (Orçamento, Recursos e Aquisições). Entretanto, para finalizar o planejamento geral, ainda é preciso atentar-se a alguns requisitos diretamente relacionados com as partes interessadas, como por exemplo:

- qual será o meio de comunicação com as partes interessadas? Portanto elabora-se o plano do gerenciamento das comunicações e o plano de engajamento;
- qual a qualidade esperada pelos stakeholders? Elabora-se então o plano de gerenciamento de qualidade;
- quais os riscos que podem comprometer meu projeto? Elabora-se o plano de gerenciamento de riscos, que por sua vez também ocorrerá por um processo iterativo e dinâmico, passando pelas fases de: identificação dos riscos, análise qualitativa e quantitativa dos riscos e pôr fim a elaboração do plano de respostas ao risco;

Reunida e documentada todas as informações citadas acima, tem-se o plano de gerenciamento do projeto e pode-se afirmar então que o projeto está apto a ser executado.

4.3 EXECUÇÃO

Por sua vez na fase de execução tem-se dois processos da área de integração que seriam: orientar/gerenciar o trabalho do projeto e gerenciar o conhecimento do projeto.

Orientar e gerenciar o trabalho do projeto na fase de execução envolve executar as atividades que foram previstas na fase de planejamento, adquirir os recursos, alocar e desenvolver a equipe, com o principal objetivo de aumentar a probabilidade de êxito na entrega do produto final cumprindo os requisitos de qualidade estabelecidos (PMBOK 6ª ed, 2017).

No caso das obras que utilizaram o sistema de paredes de concreto moldadas *in-loco*, será nesta fase que serão definidos os fatores cruciais para que a obra possa ser executada, em especial os fornecedores de materiais como o concreto e as fôrmas (aquisição de recursos), contratação de mão de obra especializada ou treinamento para equipe formada (desenvolvimento da equipe), como se dará a distribuição e alocação desta equipe

(gerenciamento da equipe) e por fim identificar e definir os padrões, norma e procedimentos de qualidade que precisam ser obedecidos em termos de conformidade da obra (gerenciamento da qualidade).

Por outro lado, ainda na fase de execução, tem-se o gerenciamento do conhecimento do projeto, que consiste em utilizar os conhecimentos existentes e criar novos conhecimentos para alcançar os objetivos do projeto e contribuir para a aprendizagem organizacional, analisando como serão feitas e conduzidas as aquisições, como serão implantadas as respostas aos riscos identificados na fase de planejamento, e principalmente como será feita a comunicação do projeto e como será gerenciado o engajamento das partes interessadas (PMBOK 6ª ed, 2017).

O gerenciamento do conhecimento do projeto é facilmente aplicado na gestão de uma obra de paredes de concreto moldadas *in loco*, uma vez que a principal característica deste sistema construtivo é a padronização. Para isso, é comum a utilização de relatórios gerenciais com informações sobre a evolução física e financeira da obra e como essas informações é possível trabalhar a comunicação e o engajamento das partes interessadas além de gerar informações importantes para as próximas decisões que serão tomadas na obra.

4.4 MONITORAMENTO E CONTROLE

O monitoramento e controle do projeto, ela pode ocorrer durante praticamente todo o ciclo de vida do projeto, principalmente quando o projeto usa planejamento em ondas sucessivas ou uma abordagem de desenvolvimento adaptativa. É muito comum observar esta fase ocorrendo simultaneamente a fase de execução e tem como objetivo como o próprio nome diz acompanhar, analisar e controlar o progresso e desempenho do projeto, identificando quais áreas são necessárias mudanças no plano aplicando-se o plano de controle integrado das mudanças (PMBOK 6ª ed, 2017).

Nesta fase, então, o gerente de projetos deverá acompanhar a execução a fim de garantir que o que foi planejado está sendo executado, ou seja, comparando o que está sendo executado com o plano de gerenciamento, a fim de aplicar o controle integrado de mudanças sempre que julgar necessário. Para isso o gerente de projeto normalmente irá coletar os dados necessário através dos seguintes questionamentos:

- Validação do escopo: As atividades definidas no escopo estão adequadas a realidade da obra?
- Controle do escopo: As atividades executadas estão dentro do escopo definido?
- Controle do cronograma: as atividades estão sendo executadas dentro do prazo definido no cronograma?

- Controle dos custos: os custos para executar as atividades estão dentro do orçamento da obra?
- Controle da qualidade: as atividades inspecionadas estão seguindo os padrões e requisitos de qualidade pré-estabelecidos?
- Controle dos recursos: existem recursos suficientes para execução das atividades?
- Monitoramento da comunicação: como as partes interessadas estão sendo alimentadas de informações sobre a obra?
- Monitoramento dos riscos: Os riscos previstos e analisados no planejamento foram mitigados? A resposta aos riscos implementada foi eficiente?
- Controle de aquisições: os recursos adquiridos estão em quantidades adequadas a obra? Os fornecedores contratados atenderam a obra de forma eficiente?
- Monitoramento do engajamento das partes interessadas: os stakeholders possuem informações relevantes da obra para aumentar o nível de confiança e suporte ao projeto?

Segundo o PMBOK (2017) qualquer componente do plano de gerenciamento do projeto pode exigir uma solicitação de mudança e para oficializar a solicitação de revisão é de suma importância registrar as questões em um documento para que as mesmas possam ser rastreadas e tomadas as devidas providências. O registro das questões ajudará o gerente do projeto a identificar problemas com eficácia, assegurando que sejam investigados e resolvidos. Desta forma a solicitação de mudanças no projeto pode ser dividida em 4 tipos:

- Ação corretiva: Uma atividade intencional que realinha o desempenho dos trabalhos do projeto com o plano de gerenciamento do projeto;
- Ação preventiva: Uma atividade intencional para garantir que o desempenho futuro do trabalho do projeto esteja alinhado com o plano de gerenciamento do projeto;
- Reparo de defeito: Uma atividade intencional para modificar um produto ou componente do produto não conformes;
- Atualizações: Mudanças em documentações, planos e etc. do projeto formalmente controlados, para refletir ideias ou conteúdos modificados ou adicionados.

Uma das grandes vantagens do sistema construtivo em paredes de concreto moldadas in loco é a diminuição significativa do número de processos de obra, possibilitando um controle maior e um monitoramento muito mais assertivo das atividades.

4.5 ENCERRAMENTO

De acordo com o PMBOK (2017) durante o encerramento do projeto, o gerente do projeto deve revisar o plano de gerenciamento do projeto para garantir que todo o trabalho do projeto esteja concluído e que o projeto cumpriu os seus objetivos. As atividades necessárias para o encerramento administrativo do projeto incluem:

- Atualização: certificar-se de que todos os documentos do projeto estão em sua última versão mais atualizada e que não há mais pendências documentais, normalmente na prática utiliza-se o documento chamado TCO (termo de conclusão de obra), nele irá constar que as partes interessadas concordam que todo o trabalho disposto no escopo foi realizado dentro dos requisitos de tempo, custo e qualidade estabelecidos;
- Aceitação de entrega: confirmar a aceitação formal das entregas pelo cliente. Na prática normalmente elabora-se um *checklist* de inspeção final e um documento formal assinado pelas partes interessadas de que a obra ou projeto foi aceita;
- Fechamento financeiro: realizar uma análise financeira final do projeto e garantir que todos os custos pertinentes foram devidamente apurados e lançados na planilha orçamentaria, encerrando as contas do projeto;
- Fechamento de contratos e liberação de recursos: realizar o fechamento dos contratos e a devida desmobilização dos recursos do projeto;
- controle de insumos: realizar um levantamento do controle de estoque de insumos e elaborar um plano de gerenciamento dos insumos excedentes;
- relatórios: elaborar os relatórios finais do projeto conforme as políticas organizacionais da empresa;
- arquivamento: realizar o devido arquivamento de toda documentação e informações pertinente ao projeto para consultas e uso futuro caso necessário;
- auditoria: auditar internamente os resultados do projeto, para identificar as lições aprendidas e gerenciar o compartilhamento e transferência do conhecimento do projeto;
- feedback dos stakeholders: realizar a avaliação do nível de satisfação das partes interessadas.

5. CONCLUSÃO E DISCUSSÕES

Em termos de evolução e aprimoramento o setor de engenharia e construção civil em geral vem demonstrando um crescimento notável, apesar de existir um considerável campo de desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias.

Ainda assim percebe-se em dias atuais uma alta necessidade de melhoria principalmente na produtividade do setor que mesmo enfrentando este período desafiante de pandemia vivida em 2020 ainda exige uma alta demanda de trabalho a ser realizado.

Conceitos e metodologias de industrialização da construção civil foram altamente difundidos e empregados nos últimos anos em diversos setores da construção, pautados e impulsionados muitas das vezes por questões político-econômicas, trazendo os sistemas construtivos tradicionais com trabalhos mais “artesaniais” para modelos de construção mais enxutas e otimizadas para atender demandas de mercado e demandas sociais principalmente voltadas ao combate do déficit habitacional existente.

O sistema construtivo em paredes de concreto moldadas *in loco* destacou-se devido a capacidade de aumentar a produtividade consideravelmente, com menos recursos, em menos tempo e produzindo produtos com melhor qualidade, todas características da tendência de industrialização da construção civil.

Como foi abordado ao longo deste trabalho o sistema construtivo em paredes de concreto teve ao longo dos anos um forte entrave para sua aplicação devido a três grandes fatores: o primeiro em relação ao custo extremamente elevado das fôrmas fazendo com que o sistema fosse viável apenas quando aplicado a uma expressiva quantidade de unidades, o segundo em relação a baixa flexibilidade de modulação do layout dos projetos arquitetônicos e terceiro, a resistência e a incerteza de aplicar técnicas de gerenciamento a um sistema construtivo novo.

Entretanto, ao se comparar o sistema construtivo de paredes de concreto com o sistema tradicional em alvenaria com um arranjo estrutural padrão composto por pilar, viga e laje, depois passando para o sistema de vedação em alvenaria com revestimento argamassado com chapisco, emboço e reboco, no sistema de paredes de concreto há uma grande diferença, pois a estrutura monolítica e produzida junto com o sistema de vedação, possibilitando uma considerável redução de etapas construtivas e maior facilidade a aplicação de todas as ferramentas de gerenciamento de projetos abordadas neste trabalho, assim garante-se obras mais eficientes, mais rápidas e com maior qualidade.

O aprimoramento das técnicas de gerenciamento de projetos aplicado às metodologias e sistemas construtivos mais industrializados como é o caso do sistema construtivo em paredes de concreto moldadas *in loco*, são imprescindíveis para a evolução da engenharia e do engenheiro civil, que será capaz de cada vez mais aumentar o controle e a assertividade sobre os projetos, obtendo assim obras mais eficientes e otimizadas, atendendo as demandas sociais e de mercado e principalmente, sendo capaz de cumprir o propósito básico da engenharia que é levar soluções e melhoria para a vida das pessoas.

REFERÊNCIAS

ABCP: Associação Brasileira de Cimento Portland. **Guia básico de utilização do cimento Portland**. Boletim Técnico 106, p. 28. São Paulo – SP. Dezembro, 2002.

ABCP: Associação Brasileira de Cimento Portland. **Parede de concreto: coletânea de ativos 2011/2012**. Disponível em: <<https://abcp.org.br/download/?search=Parede%20de%20Concreto#Dload> > . Acesso em 03 de outubro de 2020.

ABCP: Associação Brasileira de Cimento Portland; ABESC – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem; IBTS: Instituto Brasileiro de Telas Soldadas. **Parede de concreto: coletânea de ativos 2007/2008**. São Paulo, 2008.

ABESC: Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem do Brasil. **Informativo Técnico. Parede de concreto – 2011**. Disponível em: <<http://www.abesc.org.br/tecnologias/tec-paredes-de-concreto.html> >. Acesso em: 25 de outubro de 2020.

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

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15823- Concreto Auto Adensável**. 2017.

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

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações**. 1996.

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7481: Tela de aço soldada – Armadura para concreto**. 1990.

AGNESINI, M. V. C. **Concretos com ar incorporado: efeitos produzidos pela incorporação de ar sobre as propriedades dos concretos dosados com agregados usualmente empregados na região de São Carlos.** Notas de aula. EESC-USP. 1988.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE – ACI. **Design of slabs on grade.** (ACI 360R-92), 1997.

APL ENGENHARIA. **Fundação radier: como funciona e quais são os seus benefícios?**. Disponível em < <https://blog.apl.eng.br/fundacao-radier-como-funciona-e-quais-sao-os-seus-beneficios/> > . Acesso em 03 de outubro de 2020.

BARBAR. J. S. **Influência do teor de ar incorporado no desempenho de concretos com diferentes teores de agregados.** São Carlos-SP, 2016.

BRASIL. **LEI Nº 11.977, DE 7 DE JULHO DE 2009.** Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=826725> . Acesso em 6 de setembro de 2020.

CAIXA. **Caderno Técnico de composições para: paredes e lajes de concreto - formas.** Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacaofundacoesestruturas/SINAPI_CT_LOTE1_PAREDES_DE_CONCRETO_FORMA_S_V006.pdf> . Acesso em 6 de setembro de 2020.

CAIXA. **Minha Casa Minha Vida - Habitação Urbana.** Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casa-minha-vida/urbana/Paginas/default.aspx>> . Acesso em 6 de setembro de 2020.

CAMARGO, R. **Stakeholders: entenda a grande importância deles no gerenciamento de projetos.** Disponível em: <<https://robsoncamargo.com.br/blog/O-que-sao-stakeholders-Saiba-tudo-sobre-eles-e-sua-importancia>> . Acesso em 30 de janeiro de 2021.

CAMBRAIA, M. N. **Processo construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco* em formas de alumínio.** p. 53. Belo Horizonte-MG, 2017.

CARVALHO, L. F. **Sistema construtivo em paredes de concreto para edifícios: dimensionamento da estrutura e aspectos construtivos.** p.130. Belo Horizonte-MG, 2012.

CASTRO, A. L.; TIBA, P. R.; PANDOLFELLI, V. C. **Fibras de polipropileno e sua influência no comportamento de concretos expostos a altas temperaturas. Revisão.** Grupo de Engenharia de Microestrutura de Materiais (GEMM), Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de S. Carlos, S. Carlos, SP p.22-31, 2011.

CASTRO, S. M. **Análise de desempenho do aditivo linear Alquil Benzeno Sulfonato de Sódio com Incorporador de ar em concreto.** p.54. Campo Mourão-PR, 2017.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **PIB Brasil e Construção Civil.** Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em 06 de março de 2021.

CINTRA, J. C. A; AOKI, N.; ALBIERO, J. H., **Tensão admissível em fundações diretas.** 2011

CIVILIZAÇÃO ENGENHARIA. **Concretos Especiais.** Disponível em: <<https://civilizacaoengenharia.wordpress.com/2016/03/30/concretos-especiais/#:~:text=É%20um%20concreto%20que%20apresenta,aditivos%20químicos%20e%20Fou%20minerais.&text=Essas%20características%20fazem%20com%20que,despesas%20com%20manutenção%20e%20reparo.>>. Acesso em 07 de novembro de 2020.

CDC - COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Concreto Preparado na Obra.** Disponível em <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/3/concreto-preparado-na-obra/execucao/58/concreto-preparado-na-obra.html#:~:text=Os%20agregados%20possuem%20as%20seguintes%20finalidades%20no%20concreto%3A&text=Transmitir%20as%20tensões%20aplicadas%20ao%20concreto%20a>>

[través%20de%20seus%20grãos.&text=Reduzir%20o%20custo%20do%20concreto,com%20funções%20e%20propriedades%20específicas.](#) > . Acesso em 01 de novembro de 2020.

CDC- COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Parede de Concreto**. Disponível em < <http://comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/caracteristicas/o-sistema/18/caracteristicas.html#:~:text=Parede%20de%20Concreto%20%C3%A9%20um%20sistema%20construtivo%20em,fazer%20um%20planejamento%20completo%20e%20detalha%20da%20obra.>> . Acesso em 7 de setembro de 2020.

DE MORAIS, G. M. **Planejamento da Execução de Paredes de Concreto Armado: Um Estudo de Caso**. p. 103, 2017.

BEKAERT, B. **Industrialização da construção civil: quais os desafios e oportunidades para o setor?**. Disponível em < <https://blog.belgobekaert.com.br/construcao-civil/industrializacao-da-construcao-civil-quais-os-desafios-e-oportunidades-para-o-setor/> > . Acesso em 26 de setembro de 2020.

FARIA, R. **Tecnologia: paredes maciças**. Disponível em <<http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/07/paredes-macicas-techne.html>> . Acesso em 6 de setembro de 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População de Uberlândia**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/CIDADES-E-ESTADOS/MG/UBERLANDIA.HTML>>. Acesso em: 5 de setembro de 2020.

KIM, H. K.; Jeon, J. H.; Lee, H. K. **Workability, and mechanical, acoustic and thermal properties of lightweight aggregate concrete with a high volume of entrained air**. Department of Civil and Environmental Engineering, Korea, South Korea. *Construction and Building Materials*, v.29, p. 193-200, 2012.

KURESKI, R. et al. **O macrossetor da construção civil na economia brasileira em 2004**. p. 13, 2004.

LORDSLEEM JUNIOR, A. C. (1998 b). **O processo de produção das paredes maciças**. 1998, São Paulo. Anais... Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil - PCC.

LORENCETO, Danilo. **O custo das formas para Paredes de Concreto já não é mais uma barreira, a cadeia de fornecedores evoluiu muito, o que falta é conhecimento**. Brasil, 4 de fev. 2020. Instagram: @danilolorenceto. Disponível em: <<https://www.instagram.com/p/B8JKxO9FWIw/>>. Acesso em 6 de setembro de 2020.

MAPA DA OBRA. **Desmoldante para fôrmas: saiba como escolher e utilizar**. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/saiba-como-escolher-e-utilizar-desmoldante-para-formas-de-concreto/>>. Acesso em 29 de novembro de 2020.

MARTIN, J. F. M. **Aditivos para concreto**. V.2, São Paulo: IBRACON, 2005.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto, microestrutura, propriedades e materiais**. 2ª ed. 784p. São Paulo: IBRACON, 2014.

MISSURELLI, H; MASSUDA, C. **Paredes de concreto**. Técnica. São Paulo, edição 147, p. ,2009. Oficina de textos, São Carlos. SP. 2003.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. Tradução de Ruy Alberto Cremonini. 5ª ed. p.888. Porto Alegre: Bookman, 2016.

PEREIRA, M. A. S. **Sistema construtivo com paredes de concreto moldada no local – Uma comparação entre o sistema seguindo a NBR 16055:2012 e seguindo o DATEC nº 005-B:2014**. TCC, Curso de Engenharia Civil, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 71 p. 2015.

PERUZZI, A. P.; BARBAR, J. S.; SANTOS, A.C.; FRANÇA, D. S.; ALMEIDA, L.N. **Influence of the variation of the sand in the formation of the air bubbles concretes with air-entraining additive and in the its carbonation**. European International Journal of Science and Technology. Vol. 8. No. 10. Uberlândia – MG, 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA (PMU). **Plano Local de Habitação de Interesse Social de Uberlândia**: Diagnóstico estratégico de habitação de interesse social. Uberlândia, 2009.

PROGRAMA DE ENSINO TUTORIAL – PET Engenharia Civil do Ceará: **Inovações no concreto – Concreto Auto Adensável**. Universidade Federal do Ceará – UFC. 2012. Disponível em: <<https://civilizacaoengenharia.wordpress.com/2012/03/11/inovacoes-no-concreto-2-concreto-auto-adensavel/#:~:text=Origem%20e%20propriedades,estudos%2C%20coordenados%20por%20Hajime%20Okamura.&text=Assim%2C%20os%20estudos%20foram%20direcionados%20para%20a%20trabalhabilidade%20do%20concreto>> Acesso em 21 de novembro de 2020.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos**: Guia PMBOK®. 6. ed. [S.l.]: PMI, 2017.

RAMACHANDRAN, V. M. **Concrete Admixtures Handbook**. New York: Noyes, 1984.

REZENDE, M.B. et al. Suscetibilidade dos concretos com ar incorporado ao avanço da carbonatação. UFU. Uberlândia-MG, 2017.

ROMANO, R. C.; CINCOTTO, M. A. & PILEGGI, R. G. Incorporação de ar em materiais cimentícios: uma nova abordagem para o desenvolvimento de argamassas de revestimento. - Ambient. constr. vol.18, no.2. Porto Alegre, abril-junho, 2018.

ROSSI, Fabricio. **O que você precisa para fazer uma Gestão Profissional das suas Obras**. Brasil, 23 de dez. 2020. Instagram: @pedreirao. Disponível em: <<https://www.instagram.com/tv/CJJP7TdnkWT/>>. Acesso em 3 de janeiro de 2021.

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

SOARES, W. C. **Banco de dados geológico-geotécnicos com base em sondagens à percussão e uso de SIG: Análise espacial da profundidade do lençol freático e do NSPT para obras de fundação em João Pessoa-PB.** São Carlos-SP, 2011.

SOUSA, J. V. L. & ÁVILA, R. A. G. **Análise comparativa da viabilidade econômica entre os sistemas construtivos “parede de concreto” e “alvenaria estrutural” – estudo de caso.** Goiânia, 2014.

SOUZA JR, D. A. **Planejamento de Obras.** Curso de engenharia civil, 2019. Notas de aula. Universidade Federal de Uberlândia.

TÉCHNE; DINIZ, R. **Como construir para baixa renda.** São Paulo: Editora PINI, nº 130, p. 18 - 80, janeiro, 2008.

TÉCHNE; MISURELLI, H.; CLOVIS, M. **Como construir – Paredes de concreto.** São Paulo: Editora PINI, nº 147, p. 74 - 80, junho, 2009.

TECNOSIL. **Paredes de concreto moldadas in loco: o que são e por que usá-las na sua obra?**. Disponível em < <https://www.tecnosilbr.com.br/paredes/>> . Acesso em 6 de setembro de 2020.

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 21 de novembro de 2020.

TEIXEIRA, L. P.; CARVALHO, F. M. A. **A Construção Civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira.** Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba.

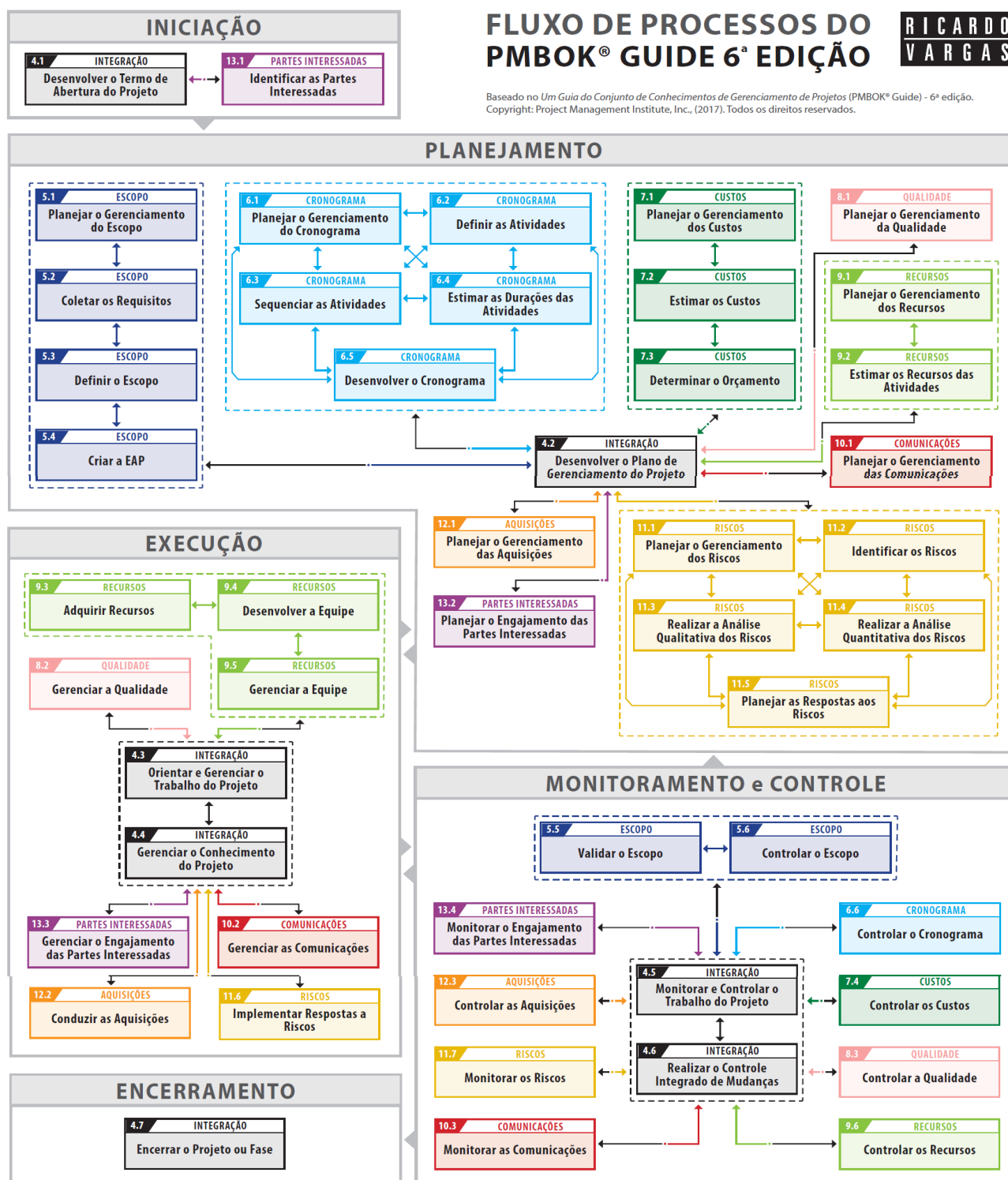
VARGAS, R. **Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos.** Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

WOODSON, T. T. **Introduction to engineering design, Thomas T. Woodson, Mcgraw-Hill, New York (1966).** 434 pages. AIChE Journal, v. 13, n. 5, p. 834–834, set. 1967.

BON, R. **The Future of International Construction: secular patterns of growth and decline.** Habitat Internacional, v. 16, n. 3, p. 19-128, 1992.

ZÚÑIGA, L. O.; SANTOS, T. C. & SILVA, J. R. **Viabilidade do Sistema Construtivo do tipo parede de concreto para habitações populares.** Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 10, n. 1, p. 13 jun. 2017.

ANEXO A – FLUXO DE PROCESSO DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS



PMBOK® GUIDE 6ª EDIÇÃO – 49 PROCESSOS GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Copyright: Um Guia do Conjunto de Conhecimentos de Gerenciamento de Projetos (PMBOK® Guide) - 6ª edição, Project Management Institute, Inc., (2017).
Copyright e todos os direitos reservados.

Nota: Este fluxo não substitui a necessidade de se ler o guia PMBOK®. O guia PMBOK® contém uma explicação profunda de todos os processos, incluindo entradas, ferramentas e técnicas e saídas que não estão listadas neste fluxo.

Adaptação: Ricardo Viana Vargas
Design Gráfico: Sérgio Alves Lima Jardim

ricardo-vargas.com

Baixe este fluxo em <http://rvarg.as/pmbok6>

Torne-se um membro do Project Management Institute (PMI) e faça o download do PMBOK® Guide e todos os outros padrões no site:

www.pmi.org