

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL  
CENTRO DE TECNOLOGIA – CTEC  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MATEUS DA SILVA SANTOS

**CONTROLE DA QUALIDADE NA EXECUÇÃO DE PAREDES DE CONCRETO  
ARMADO: UM ESTUDO DE CASO**

Monografia de Conclusão de Curso

Maceió  
2022

MATEUS DA SILVA SANTOS

**CONTROLE DA QUALIDADE NA EXECUÇÃO DE PAREDES DE CONCRETO  
ARMADO: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
colegiado do curso de Engenharia Civil da  
Universidade Federal de Alagoas como parte  
integrante dos requisitos para obtenção do título  
de Engenheiro Civil

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Adriana de Oliveira  
Santos Weber

Maceió

2022

**Catálogo na Fonte Universidade  
Federal de Alagoas Biblioteca Central  
Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

S237c Santos, Mateus da Silva.

Controle da qualidade na execução de paredes de concreto armado : um estudo de caso / Mateus da Silva Santos. – Maceió, 2022.  
65 f. : il., grafs. e tabs. color.

Orientadora: Adriana de Oliveira Santos Weber.  
Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil) –  
Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 63-65.

1. Administração da qualidade. 2. Concreto armado. 3. Controle da qualidade. I.  
Título.

CDU: 666.98

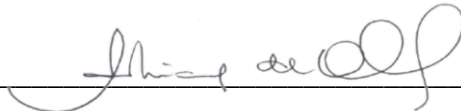
Folha de Aprovação

AUTOR: MATEUS DA SILVA SANTOS

CONTROLE DA QUALIDADE NA EXECUÇÃO DE PAREDES DE CONCRETO  
ARMADO: UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
colegiado do curso de Engenharia Civil da  
Universidade Federal de Alagoas como parte  
integrante dos requisitos para obtenção do título  
de Engenheiro Civil

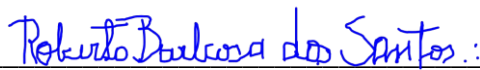
ASSINATURAS:



---

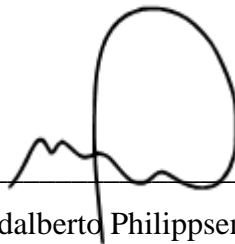
Dra. Adriana de Oliveira Santos Weber (orientadora)

BANCA EXAMINADORA:



---

Dr. Roberto Barbosa dos Santos



---

Dr. Luiz Adalberto Philippsen Junior

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por toda força dada que me ajudou a superar as dificuldades encontradas ao longo dessa caminhada.

À minha mãe, Maria Cicera, pessoa mais guerreira que conheço, que sempre me incentivou e me apoiou em todos os momentos da minha vida, vibrando em cada conquista e sendo meu forte nos momentos difíceis. Obrigado por me aguentar.

Às minhas irmãs, Cinthia e Cielma, que sempre se fizeram presente me apoiando e ajudando. Aos meus familiares que de certa forma me ajudaram quando necessário.

Aos meus amigos do Instituto Federal de Alagoas, que sempre torceram por mim, acreditaram e sempre me apoiaram.

Aos meus amigos da Universidade Federal de Alagoas, que conviveram comigo durante o período mais importante da minha vida, contribuindo para meu crescimento pessoal e profissional, e que tornaram essa etapa mais leve e divertida.

Aos meus professores que contribuíram para minha formação. Levarei os ensinamentos para todos os lugares que eu for. Obrigado por servirem como exemplo de profissionais.

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dra. Adriana de Oliveira Santos Weber, pela ajuda, orientação e paciência para elaboração desse trabalho. Pelo suporte sempre que precisei.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que de alguma forma agregaram à minha vida e ajudaram a me tornar a pessoa que sou hoje. Obrigado a todos.

## RESUMO

O avanço tecnológico e a industrialização da construção civil contribuíram para o surgimento de técnicas de construção inovadoras que visam suprir as necessidades habitacionais, principalmente para edificações populares. As paredes de concreto armado moldadas no local, são apresentadas como boa alternativa estrutural para construções repetitivas e em larga escala. Garantir a qualidade das edificações que adotam esse sistema construtivo é um dos principais desafios da indústria da construção. Com isso, surge o Sistema de Gestão da Qualidade - SGQ, através do conjunto de normas com destaque para a família ISO 9000, que passou a representar um padrão de garantia internacional de qualidade em processos e produtos. O SGQ apresenta ferramentas utilizadas no controle da qualidade dos produtos de vários setores da indústria. Dessa forma, o presente trabalho tem como finalidade conhecer e analisar, através de um estudo de caso, as principais ferramentas utilizadas para controle da qualidade na execução das paredes de concreto armado, apresentadas pelo Sistema de Gestão da Qualidade. Para isso, foram realizados estudos dos procedimentos de execução dos serviços e das fichas de verificação dos serviços aplicadas ao caso, bem como o acompanhamento da execução da estrutura de uma edificação. As informações registradas nas fichas de verificação são utilizadas como fontes de dados para indicadores da obra. Os resultados encontrados foram analisados, relacionando as reprovações com suas possíveis causas. O item com maior reprovação inspecionado visualmente está relacionado a existência de manifestações patológicas e falhas de concretagem, sendo a causas dos problemas relacionados à treinamento não eficiente, qualidade dos materiais e a propriedades do concreto adotado. A partir dos resultados obtidos foi possível propor melhorias nos Procedimentos de Execução de Serviço e Fichas de Verificação de Serviço, bem como um checklist para auxiliar na inspeção das atividades e qualidade final das edificações de parede de concreto.

**Palavras-chave:** Gestão da qualidade. Paredes de concreto armado. Controle da qualidade.

## ABSTRACT

Technological advances and the industrialization of civil construction have contributed to the emergence of innovative construction techniques that aim to meet housing needs, especially for popular buildings. The cast-in-place reinforced concrete walls are presented as a good structural alternative for repetitive and large-scale constructions. Ensuring the quality of buildings that adopt this construction system is one of the main challenges of the construction industry. Thus, the Quality Management System emerges, through the set of norms, highlighting the ISO 9000 family, which has come to represent as international quality assurance standard in processes and products. The QMS present tools used to control the quality of products from various sectors of the industry. In this way, the present work aims to know and analyze, through a case, the main tools used for quality control in the execution of reinforced concrete walls, presented by the Quality Management System. For this, studies were carried out on the procedures for the execution of the services and the verification sheets of the services Applied to the case, as well as the monitoring of the execution of the structure of a building. The information recorded in the verification forms are used as sources of data for indicators of the work. The results found were qualitatively analyzed, relating the disapprovals with their possible causes. The item with the highest disapproval visually inspected is related to the existence of pathological manifestations and concrete failures, being the causes of problems related to inefficient training, quality of materials and properties of the concrete. From the results, it was possible to propose improvements in service execution procedure and service check sheet, as well as a checklist to assist in the inspection of activities and final quality of concrete wall buildings.

**Keywords:** Quality management. Concrete walls. Quality control.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vedação e estrutura constituindo o mesmo elemento.....	21
Figura 2 - Paredes de concreto armado após concretagem e desfôrma .....	22
Figura 3 - Telas de aço eletrossoldadas .....	24
Figura 4 - Barras de Aço usadas para reforço .....	24
Figura 5 - Fôrma de plástico.....	25
Figura 6 - Sistema de fôrmas metálicas.....	26
Figura 7 - Fôrmas metálicas + Compensado .....	26
Figura 8 - Método de pesquisa .....	29
Figura 9 - Planta tipo da edificação .....	31
Figura 10 - Planta baixa.....	32
Figura 11 - Projeto de estrutura de concreto.....	33
Figura 12 - Croqui do projeto de fôrma.....	33
Figura 13 - Sequência de concretagens .....	34
Figura 14 - Ciclo construtivo.....	35
Figura 15 - Telas com espaçadores para armação de parede.....	50
Figura 16 - Instalações prediais fixadas nas telas de armação .....	51
Figura 17 - Montagem de painéis seguindo ordem e cor indicadas no projeto.....	51
Figura 18 - Montagem de painéis externos do sistema de fôrma .....	52
Figura 19 - Armação, instalações hidrossanitárias e elétricas executadas em laje, após inspeção. ....	53
Figura 20 - Inspeção dos serviços durante a etapa de lançamento do concreto .....	54
Figura 21 - Execução do Slump Test para controle tecnológico e lançamento do concreto ....	55
Figura 22 - Falha de concretagem observada durante inspeção após desfôrma .....	56
Figura 23 - Moldura inferior de janela, quebrada durante a atividade de desfôrma.....	57
Figura 24 - Extrato do checklist para os serviços de armação.....	58
Figura 25 - Extrato do checklist referente ao serviço de instalações elétricas .....	58
Figura 26 - Extrato do checklist para inspeção da execução das instalações hidrossanitárias .	59
Figura 27 - Extrato do checklist referente a execução do sistema de fôrma .....	60
Figura 28 - Extrato do Checklist para etapas de lançamento do concreto.....	61
Figura 29 - Extrato do Checklist referente à execução da desfôrma do sistema.....	61



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Resumo dos tipos de concretos .....	28
Tabela 2 - Características da edificação em estudo .....	31

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ficha de Verificação de Serviço para montagem de armação de estrutura.....	41
Quadro 2 - Ficha de Verificação de Serviço para locação e chumbamento de pontos hidráulicos .....	42
Quadro 3 - Ficha de Verificação de Serviço para locação e chumbamento de pontos sanitários .....	43
Quadro 4 - Ficha de Verificação de Serviço para colocação e chumbamento de caixinhas elétricas.....	43
Quadro 5 - Ficha de Verificação de Serviço para execução de tubulação elétrica, telefônica e TV em laje .....	44
Quadro 6 - Ficha de Verificação de Serviço para montagem e lançamento de concreto em fôrmas .....	44

## GLOSSÁRIO

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
FVS	Ficha de Verificação de Serviço
IBTS	Instituto Brasileiro de Tela Soldada
ISO	International Organization for Standardization
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no <i>Habitat</i>
PES	Procedimento de Execução de Serviço
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SiAC	Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1. Objetivo Geral.....	15
2.2. Objetivos Específicos .....	15
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
3.1. A Qualidade e o Controle da Qualidade .....	16
3.2. O sistema de Gestão da Qualidade .....	18
3.3. A Gestão da Qualidade na Construção Civil .....	19
3.4. O sistema de paredes de concreto armado .....	20
3.5. Elementos que constituem as paredes de concreto .....	22
<b>4. MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	<b>29</b>
4.1. Revisão bibliográfica .....	30
4.2. Estudo de caso .....	30
4.3. Levantamento de documentos e informações necessárias .....	32
4.4. Acompanhamento do processo de execução das Paredes de Concreto Armado moldadas “in loco”.....	46
4.5. Análise dos resultados .....	47
4.6. Proposta de melhorias .....	47
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>49</b>
5.1. Execução da estrutura .....	49
5.2. Inspeção dos serviços.....	52
5.3. Propostas de melhorias .....	57
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	<b>62</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>64</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de construção é marcado pela busca por avanços e pelo aperfeiçoamento de suas técnicas, visando torna-los atuais e competitivos para as empresas. Para Valverde (2007), desde o início da década de noventa existe cada vez mais a preocupação dos participantes desse processo com a melhoria de seu desempenho, visando tornarem-se mais competitivos, produtivos e rentáveis em seu mercado de atuação. Com isso, as empresas de construção civil nos últimos tempos vêm sendo obrigadas a passar por revisões de conceitos e rompimentos de paradigmas para garantir a sobrevivência no mercado. (Silva et al., 2005).

No Brasil, o déficit habitacional representa um desafio crônico para os administradores públicos. A necessidade de novas moradias acompanha não apenas o constante crescimento populacional, mas também os novos arranjos familiares e o permanente reordenamento urbano das cidades brasileiras. Por isso, encontrar soluções técnicas e políticas para esse problema é um objetivo permanente de todo o setor da construção civil. (MONGE; MAYOR; SILVA, 2018).

Em 2009 o Governo Federal criou o programa Minha Casa Minha Vida como forma de diminuir o déficit habitacional brasileiro. O principal objetivo do programa foi chegar em 2010 com a construção de 1 milhão de casas populares, com prestações baratas e mais acessíveis à população de baixa renda (PINHO, 2010). Dessa forma, além de ampliar o número de moradias, o governo usou esse programa como uma maneira de investir no setor da construção civil para, principalmente, combater a crise econômica que assolava o país.

A necessidade do desenvolvimento de um sistema construtivo capaz de atender aos requisitos de qualidade, custo e prazos, torna-se um desafio para o setor da construção. O avanço tecnológico e a industrialização da construção civil possibilitaram o surgimento de técnicas de construção inovadoras que visam suprir as necessidades habitacionais, principalmente para edificações populares. Dentre elas alvenaria estrutural, estruturas pré-moldadas, estruturas metálicas e paredes de concreto moldadas *in loco*. (CAMBRAIA, 2017)

Segundo Missureli e Massuda (2009), o sistema de Paredes de Concreto é um método construtivo que proporciona maior produtividade, qualidade e economia de escala, em que a vedação e estrutura formam um único elemento, moldados “in loco”, que podem ter embutidas instalações elétricas, hidráulicas e esquadrias.

O crescimento na utilização do método de paredes de concretos moldadas “in loco”, seguindo a norma regulamentadora que dispõe dos requisitos e procedimentos, representa um grande avanço para a industrialização da construção civil. Por ser um método industrializado, racionalizado, geralmente aplicado em obras de grande escala e com grande sequência de repetições, monitorar a forma de execução dos serviços associados a esse sistema e dos processos envolvidos pode representar um dos mecanismos para assegurar que o resultado esperado seja atingido com maior qualidade e com menor interferência pós execução (retrabalhos e manutenções), tornando-se economicamente viável. (CAMBRAIA, 2017).

Uma das ferramentas utilizadas no controle da qualidade dos produtos de vários setores da indústria é o Sistema de Gestão da Qualidade – SGQs. A febre dos Sistemas de Gestão da Qualidade atingiu seu ápice na década de 1990 com destaque para a família das normas ISO 9000 que passou a representar um padrão de garantia internacional de qualidade em processos e produtos. (JANUZZI, 2010).

Segundo Melo (2012), durante o processo de globalização, da abertura dos mercados e, conseqüentemente, da competição entre as organizações, muitos países incorporaram a gestão da qualidade como um importante requisito para o crescimento e aprimoramento contínuo das empresas. Ainda de acordo com a autora, a primeira atividade atribuída no sistema de qualidade foi a inspeção no processo de fabricação de uma indústria. Foi através dela que os critérios para análise da qualidade evoluíram e a responsabilidade gerencial se consolidou, alcançando sua independência. A partir da inspeção, outras atividades foram surgindo de acordo com as necessidades de desenvolvimento e melhoria da qualidade, dentre elas o controle, garantia e gestão da qualidade.

Em 2000, o Governo Federal Brasileiro desenvolve o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no *Habitat* – PBQP-H. Essa ferramenta foi produzida com base nas necessidades do setor da construção civil, cujo objetivo é garantir dois pontos fundamentais: a qualidade, com obras marcadas pela segurança e durabilidade; e a produtividade do setor da construção a partir da sua modernização. (GOVERNO FEDERAL, 2020).

Dessa forma, associar a Gestão da Qualidade às construtoras e, conseqüentemente, aos seus processos construtivos, têm se mostrado cada vez mais importante tanto para uma melhoria interna da empresa, quanto para o produto final. Logo, estudos acerca do tema precisam ser cada vez mais explorados e é o principal objetivo do presente trabalho.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Avaliar a aplicação de ferramentas para controle da qualidade, de acordo com o Sistema de Gestão da Qualidade, em obras habitacionais que utilizam o método construtivo de paredes de concreto moldados “in loco”, durante a execução do mesmo.

### **2.2. Objetivos Específicos**

São objetivos específicos deste trabalho:

- a) Apresentar os procedimentos adotados pela empresa para a execução das paredes de concreto armado;
- b) Descrever o método de verificação dos serviços, seguido pela construtora;
- c) Analisar o método de inspeção dos serviços para controle da qualidade;
- d) Propor melhorias para a verificação dos serviços, de acordo com o princípio de melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade presente na ISO 9001.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

O desenvolvimento do trabalho tem como base vários conceitos ligados à temática estudada. Primeiramente, abordou-se conceitos relacionados à Qualidade e ao Controle da qualidade. Em seguida, faz-se alusão ao Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), e sua aplicação em empresas da construção civil, destacando a abordagem da família de normas NBR ISO 9000 da International Organization for Standardization (ISO). Por fim, conceitua-se o método construtivo utilizado pela empresa em estudo, enfatizando os principais pontos que podem interferir na qualidade.

#### 3.1. A Qualidade e o Controle da Qualidade

Segunda a Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR ISO 9000 (2015) uma organização focada em qualidade promove uma cultura que resulta em comportamentos, atitudes, atividades e processos que agregam valor através da satisfação das necessidades e expectativas dos clientes e de outras partes interessadas pertinentes.

Para Delgado (1997), a qualidade pode ser definida sob várias perspectivas que, apesar de diferentes, são complementares:

- Qualidade quanto ao desempenho do produto: capacidade do produto ou serviço gerar satisfação pela óptica do cliente. Nesta definição, o aumento da qualidade corresponde geralmente a um aumento de custos.
- Qualidade quanto à existência de deficiências: Tem como objetivo aperfeiçoar todas as fases da produção. Isto ocasiona na redução de desperdícios e diminuição dos encargos pós venda, melhorando a imagem do produto ou serviço. Nela o aumento da qualidade representa geralmente uma redução dos custos.
- Qualidade na óptica da excelência: A finalidade é a satisfação total do cliente. Afeta todos os setores da empresa cujo objetivo comum é seu aperfeiçoamento de forma contínua. A qualidade, neste ponto de vista, conduz à redução global dos custos.

Apesar dos diversos conceitos sobre qualidade encontrados na literatura, vale destacar a definição atribuída por Delgado (1997) no qual discorre que a qualidade pode ser definida como a forma de estar, de conviver e de atuar, no sentido de haver uma procura permanente de obtenção de melhores resultados a partir de um melhor desempenho de cada elemento que interfere no processo. É importante mencionar que essa é definição de qualidade considerada



no presente trabalho, sendo aplicada com base nas normas NBR ISO 9000:2015 e ISO 9001:2015 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT.

Para Melo (2012): “A produção de produtos e serviços com qualidade reduz custos de trabalho, refugos e devoluções e, mais importante, boa qualidade gera satisfação do cliente”. Diante disso, percebe-se a importância de executar o controle da qualidade voltado especialmente à processos que afetam vários fatores do produto final.

O controle da qualidade moderno teve seu início na década de 1930, nos Estados Unidos, com a aplicação industrial do consagrado gráfico de controle criado por Walter A. Shewhart na empresa de telefonia “Bell Telephone Laboratories”. Em memorando datado de 16 de maio de 1924, o Doutor Shewhart propôs o seu gráfico de controle para análise de dados resultantes de inspeção, fazendo com que a importância dada à inspeção, um procedimento baseado na detecção e correção de produtos defeituosos, começasse a ser substituída por uma ênfase no estudo e prevenção dos problemas relacionados à qualidade, de modo a impedir que os produtos defeituosos fossem produzidos. (ANJOS, s.d.)

Ao longo dos anos são desenvolvidas ferramentas focadas diretamente no método de controle da qualidade, visando a expansão do tema dentre as organizações, a citar o Programa de Qualidade Total e o próprio Sistema de Gestão da Qualidade.

Na Gestão da Qualidade, existem diversas ferramentas que contribuem para melhorar os processos e serviços de uma organização. Segundo Ramos (2018) essas ferramentas são utilizadas para definir, mensurar, analisar e propor soluções aos problemas que interferem no desempenho e no resultado das empresas. Elas ajudam a estabelecer métodos mais elaborados de resolução baseados em fatos e dados, o que aumenta a taxa de sucesso dos planos de ação. O principal objetivo da aplicação destas ferramentas é atingir a qualidade, baseada no princípio da melhoria contínua disposto nas normas NBR ISO 9000 e NBR ISO 9001 de 2015.

As 7 Ferramentas da Qualidade é um conjunto de metodologias que foi reunido por Kaoru Ishikawa e amplamente difundido como forma de melhorar os processos das empresas. Desde então, vem sendo utilizadas nos sistemas de gestão e auxiliam na melhoria dos serviços e processos. (RAMOS, 2018). São elas:

1. Fluxograma de processos;
2. Diagrama Ishikawa;

3. Folhas de Verificação ou Checklist;
4. Histograma;
5. Diagrama de Pareto;
6. Controle Estatístico de Processo;
7. Diagrama de dispersão.

Além dessas, outras ferramentas também são utilizadas, entre elas pode-se destacar o Ciclo PDCA e o Programa 5S, instrumentos esses amplamente utilizados em empresas construtoras.

### **3.2. O sistema de Gestão da Qualidade**

A gestão da qualidade surge com a necessidade de acompanhar as atividades que envolvem o dia a dia de uma empresa (TONETTO, 2016). Ao longo do tempo, o conceito desse sistema vai adquirindo novas interpretações, tornando-se mais abrangente na organização das empresas. Dessa forma, Cierco et al. (2006) atribui novas funcionalidades para a gestão da qualidade, afirmando que a qualidade não se limita apenas ao controle das atividades, à qualidade intrínseca de bens e serviços, ao uso de ferramentas e métodos de gestão, ou a assistência técnica adequada. Agora, há a necessidade de modelos de gerenciamento que visam a eficiência e eficácia organizacional.

Para Miguel (2005), a gestão da qualidade consiste no conjunto de atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização com relação à qualidade, englobando o planejamento, o controle, a garantia e a melhoria da qualidade.

No cenário empresarial em que a competitividade é um dos fatores de maior destaque, incorporar as práticas de gestão da qualidade tornou-se indispensável para as organizações que buscam maior credibilidade. Dessa forma, os conceitos sobre gestão da qualidade mostram a importância de implantar padrões de qualidade em uma organização, seja com a adoção de ferramentas de qualidade, seja com ações voltadas a combater perdas nos processos produtivos.

Uma das ferramentas amplamente utilizada por organizações que empregaram esse sistema é o denominado 5S. O 5S é uma ferramenta cujo simples objetivo é a organização do local de trabalho. Cada “S” possui um significado que, segundo Tonetto (2016), é:

- *SEIRI* – Senso de Utilização: separar o útil do inútil, eliminando o desnecessário;
- *SEITON* – Senso de Arrumação: identificar e arrumar tudo, para que qualquer pessoa possa localizar facilmente;

- *SEISO* – Senso de Limpeza: manter um ambiente sempre limpo, eliminando as causas da sujeira e aprendendo a não sujar.
- *SEIKETSU* – Senso de Saúde e Higiene: manter um ambiente de trabalho sempre favorável a saúde e higiene;
- *SHITSUKE* – Senso de Auto Disciplina: fazer dessas atitudes, ou seja, da metodologia, um hábito, transformando os 5s's num modo de vida.

De acordo com Paladini (2010), essa ferramenta permite a facilidade de obtenção de resultados práticos, visíveis e valiosos, o que a torna uma importante estratégia de Gestão da Qualidade. Ele argumenta também que o 5S é um processo prático útil para começar um programa de grande porte para a produção da qualidade nas organizações.

No Brasil, a NBR ISO 9001:2015 é a principal normatização acerca do Sistema de gestão da qualidade dispondo sobre seus requisitos, e segundo ela a adoção de um sistema de gestão da qualidade é uma decisão estratégica para uma organização que pode ajudar a melhorar seu desempenho global. Ainda segundo a norma, os benefícios potenciais pela implementação desse sistema são:

- a) A capacidade de prover consistentemente produtos e serviços que atendam aos requisitos do cliente e aos requisitos dos estatutos e regulamentos aplicáveis;
- b) Facilitar oportunidades para aumentar a satisfação do cliente;
- c) Abordar riscos e oportunidades associados com seu contexto e objetivos;
- d) A capacidade de demonstrar conformidade com requisitos especificados de sistemas de gestão da qualidade.

### **3.3. A Gestão da Qualidade na Construção Civil**

A indústria da construção civil é composta por uma cadeia produtiva bastante complexa no que se refere as atividades envolvidas. Januzzi (2010) menciona essa complexidade a qual construção civil é integrada, que são ligadas entre si e com processos que possuem grau variado de originalidade, resultando em uma ampla diversificação de produtos vinculados a diferentes tipos de demanda.

Na área da construção civil, tem-se o chamado ciclo da qualidade que é composto pelos setores de projetos, fabricação de materiais e componentes, execução de obras, uso, operação e manutenção, necessidade dos usuários e planejamento. Um ponto de destaque nesse ciclo é que os envolvidos em cada uma de suas etapas requerem diferentes níveis e aspectos de qualidade, e agentes que trabalham em qualquer dessas etapas do ciclo incorporam diferentes níveis de qualidade e afetam a qualidade do produto final (SOUZA, 2004 b).

Dentre as dificuldades encontradas no âmbito da construção civil, pode-se apontar o despreparo e falta de aptidão para mudanças no setor, o retrabalho nos processos, a terceirização de parte dos serviços de execução e a falta de integração entre as equipes responsáveis por serviços que apresentam relações de dependência.

Isso mostra a importância do papel exercido pela gestão da qualidade. Por exemplo, em uma obra pode-se realizar a elaboração do plano de qualidade, que esclarece os detalhes específicos de organização da obra e da qualidade requerida, envolvendo o controle de projetos, a qualidade dos materiais, execução da obra e manutenção, e os procedimentos que serão usados (SOUZA, 1997).

Figueiredo (2006), afirma que os principais benefícios de um sistema de gerenciamento da qualidade em obras são:

- a) Sistema de controle de processos que fornece estabilidade e previsibilidade permitindo ações de melhoria;
- b) Padronização dos procedimentos;
- c) Redução do retrabalho e desperdício de materiais;
- d) Gestão da documentação;
- e) Definição das responsabilidades dos profissionais e melhoria do fluxo de informações.

Na construção civil aplica-se a ferramenta conhecida como ciclo PDCA. Esse método é traduzido em *Plan* (planejar), *Do* (fazer), *Check* (checar) e *Act* (agir). O PDCA é comumente utilizado na implementação da gestão da qualidade na obra e atua em cada serviço que a compõe.

### **3.4. O sistema de paredes de concreto armado**

O sistema construtivo é composto por paredes e lajes monolíticas estruturais maciças de concreto comum, armadas com telas metálicas eletrossoldadas distribuídas nas paredes com reforços localizados em barras ou telas de aço determinadas pelo projeto estrutural, que deve ser elaborado para cada empreendimento específico. O cobrimento nominal das armaduras é determinado considerando-se a agressividade ambiental, classe de concreto e a relação a/c, conforme ABNT NBR 6118. (BENJAMIM, FILHO, GUERRA, 2015).

De acordo com a NBR 16055:2012 (Norma Brasileira Regulamentadora - Parede de Concreto Moldada no Local para a Construção de Edificações - Requisitos e Procedimentos) as paredes de concreto moldadas no local podem ser definidas como elementos estruturais autoportantes, moldados no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capazes de suportar carga no mesmo plano da parede.

O sistema construtivo parede de concreto é um método que utiliza fôrmas que são montadas no local da obra e depois preenchidas com concreto, já com as instalações hidráulicas e elétricas embutidas. A principal característica do sistema é que a vedação e estrutura constituem um único elemento ( Figura 1) (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

**Figura 1 - Vedação e estrutura constituindo o mesmo elemento**



Fonte: Missurelli e Massuda (2009)

Após a concretagem e retirada das formas, tem-se paredes prontas para receber os acabamentos finais como pode ser visto na figura 2.

**Figura 2 - Paredes de concreto armado após concretagem e desfôrma**



Fonte: Comunidade da Construção

Esse método não se limita a determinado tipo de construção, é de certa forma flexível às necessidades da obra, podendo ser usado em construção de casas térreas, casas assobradadas, edifícios de até 5 pavimentos, edifícios de até 8 pavimentos (limite para ter apenas esforços de compressão), edifícios de até 30 pavimentos e em casos especiais e específicos, edifícios com mais de 30 pavimentos (ABCP, 2007).

De uma forma mais geral, a busca por sistemas construtivos econômicos e produtivos para que as empresas consigam suprir as necessidades do mercado sem comprometer a qualidade e bom desempenho do produto final, tem sido a principal incentivadora na incorporação cada vez mais abundante do sistema de paredes de concreto, onde o uso de formas moduladas e concretagens completas agregam vantagens no que diz respeito a prazos, custos, velocidade de execução, otimização do acabamento e qualificação de mão-de-obra, além de refletir diretamente nos custos globais da empresa, no desempenho da obra como um todo e na geração de entulho, tratando-se de um sistema efetivamente industrializado (NUNES, 2011).

### **3.5. Elementos que constituem as paredes de concreto**

O sistema construtivo de paredes de concreto é composto basicamente por três componentes: armação, forma e concreto. Porém, vale destacar outros elementos que fazem parte desse sistema como as instalações elétricas e hidrossanitárias. De acordo com a NBR 16055:2012, uma estrutura em paredes de concreto deve ser projetada e construída de modo que resista a todas as ações que sobre ela produzam efeitos significativos, conserve sua segurança,

estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente à sua vida útil e contemple detalhes construtivos que possibilitem manter a estabilidade pelo tempo necessário à evacuação quando da ocorrência de ações excepcionais localizadas previsíveis, conforme a ABNT NBR 6118:2007.

### **3.5.1. Armação**

As armações das paredes, lajes e reforços devem ser montadas seguindo o projeto estrutural previamente estudado e de acordo com as recomendações do projetista, principalmente em relação as especificações da armadura utilizada. Qualquer tipo de alteração, tanto em projeto quanto em especificação, deve ser validado pelo projetista. Segundo a NBR 16055:2012, as armaduras não podem ser danificadas durante as operações de transporte, armazenagem e posicionamento no elemento estrutural. A norma também preconiza que as armaduras não podem ser estocadas em contato direto com o solo e cada produto deve ser claramente identificado, visando evitar trocas involuntárias.

Nesse sistema, as armaduras são produzidas em aço e devem satisfazer a três requisitos: resistir a esforços de flexo-torção nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações de elétrica, hidráulica e gás embutidas (ABCP, 2007).

Segundo Macêdo (2016), nas paredes e lajes são utilizados dois tipos de armaduras: telas de aço eletrossoldadas (conforme ABNT NBR 7481 – Tela de aço soldada – Armadura para concreto – especificação) e aços em barras (segundo ABNT NBR 7480 – Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto – especificação). As telas soldadas são comumente utilizadas nos eixos das paredes e nas lajes, e as barras de aço solto como reforços em pontos específicos como vergas e contra vergas, como pode ser visto nas figuras 4.3 e 4.4.

**Figura 3 - Telas de aço eletrossoldadas**



Fonte: IBTS (2016)

**Figura 4 - Barras de Aço usadas para reforço**



Fonte: Comunidade da Construção (2015)

Ainda de acordo com a NBR 16055:2012, o cobrimento para a armadura no projeto deve ser mantido por espaçadores e sempre se refere à armadura mais exposta. Os espaçadores devem ser uniformemente distribuídos e em quantidade suficiente para garantir o cobrimento especificado em projeto, devendo estar devidamente fixados para que não sofram deslocamentos durante a concretagem.

### **3.5.2. Fôrma**

O sistema de fôrmas é composto de estruturas provisórias, cujo objetivo é moldar o concreto fresco. É compreendido por painéis de fôrmas, escoramento, cimbramento, aprumadores e andaimes, incluindo seus apoios, bem como as uniões entre os diversos elementos. (ABNT NBR 16055:2012)



A NBR 16055:2012 ainda diz que o sistema de fôrmas deve ser projetado e construído de modo que:

- a) Tenha a resistência a ações a que possa ser submetido durante o processo de construção, considerando ações ambientais, carga da estrutura auxiliar, carga das partes da estrutura permanente e efeitos dinâmicos acidentais;
- b) Apresente rigidez suficiente para garantir as tolerâncias especificadas no projeto e a integridade dos elementos estruturais;
- c) Garanta a estanqueidade e conformidade com a geometria das peças moldadas.

Para o método de paredes de concreto armado, o projeto de forma é específico para o empreendimento que será construído. Misurelli e Massuda (2009) afirmam que, o projeto de fôrma deve apresentar o detalhamento do posicionamento dos painéis, equipamentos auxiliares, peças de travamento e prumo, escoramento e sequência de montagem e desmontagem.

A ABCP (2007) descreve a tipologia mais utilizada para fôrmas no sistema de parede de concreto, sendo ela:

- Fôrmas plásticas: Utilizam quadros e chapas feitas em plástico reciclável, tanto para estruturação de seus painéis como para dar acabamento à peça concretada. Trata-se de pelas leves, porém com menor durabilidade quando comparada aos outros materiais utilizados para fôrmas. O contraventamento é realizado por estruturas metálicas (Figura 5).

**Figura 5 - Fôrma de plástico**



Fonte: [cimentoitambe.com.br](http://cimentoitambe.com.br) (2016)

- Fôrmas metálicas: utilizam quadros e chapas metálicas (geralmente alumínio ou aço). Normalmente, o material predominante nesse tipo de fôrma é o alumínio, por ser mais leve e resistente, quando comparado ao aço. (Figura 6)

**Figura 6 - Sistema de fôrmas metálicas**



Fonte: SIENGE (2018)

- Fôrmas metálicas + Compensado: Composta por pelas metálicas (aço ou alumínio) e utilizam chapas de madeira compensada ou material sintético para dar acabamento. (Figura 7)

**Figura 7 - Fôrmas metálicas + Compensado**



Fonte: Comunidade da Construção (2016)

A NBR 16055:2012 destaca ainda a necessidade de um sistema de escoramento, alinhadores horizontais e aprumadores, bem como de um plano de desforma.

### 3.5.3. Concreto

Para esse tipo de sistema construtivo, a NBR 16055:2012 estabelece as especificações que devem ser apresentadas pelo concreto:

- a) Resistência à compressão para desforma, compatível com o ciclo de concretagem;
- b) Resistência à compressão característica aos 28 dias ( $f_{ck}$ );
- c) Classe de agressividade do local de implantação da estrutura, conforme ABNT NBR 12655;
- d) Trabalhabilidade, medida pelo abatimento do tronco de cone (ABNT NBR NM 67) ou pelo espalhamento do concreto (ABNT NBR 15823-2).

Segundo ABCP (2007), o concreto empregado deve apresentar boa trabalhabilidade, de modo a evitar dificuldade de aplicação e possíveis segregações, resultando em um melhor preenchimento das formas com um bom acabamento da superfície final. Em geral, são indicados quatro tipos de concreto:

- Concreto Celular (L1): Na produção desse tipo de concreto é adicionado espuma que gera bolhas de ar, atribuindo características como a baixa massa específica e o bom desempenho termo acústico;
- Concreto com agregados leves ou com baixa massa específica (L2): Preparado com agregados leves resultando em um bom desempenho termo acústico, porém um pouco inferior aos concretos do tipo L1 e M;
- Concreto com alto teor de ar incorporado – até 9% (M): Possui características e produção semelhantes ao concreto celular;
- Concreto convencional ou autoadensável (N): É um concreto que recebe adição de aditivos superplastificantes para atingir seu objetivo final. Esse material é extremamente plástico garantindo rápida aplicação, tornando-o uma excelente alternativa para paredes de concreto.

A Tabela 1 a seguir apresenta um resumo dos tipos de concretos mencionados, bem como suas principais características.

**Tabela 1- Resumo dos tipos de concretos**

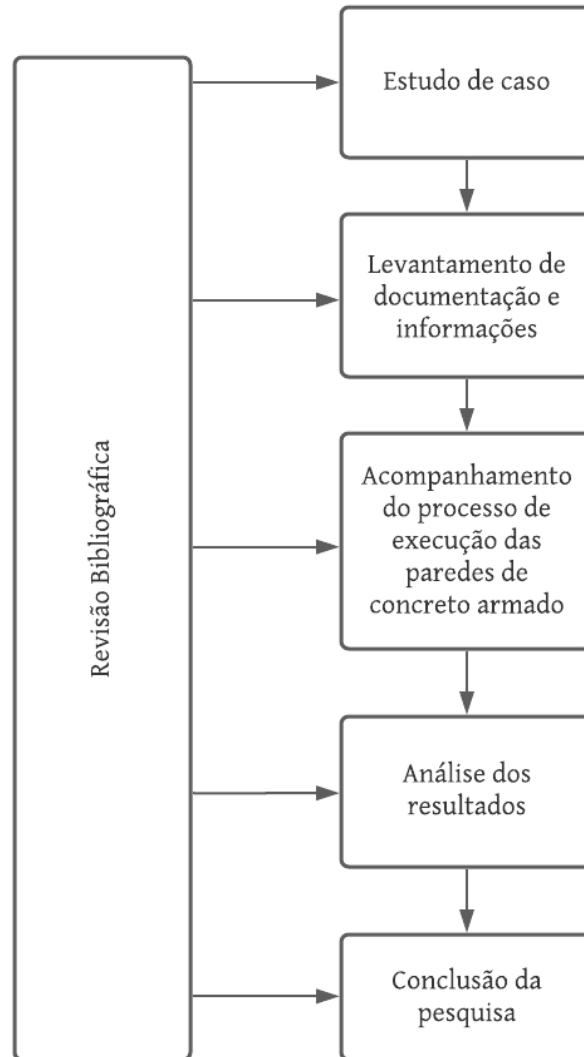
<b>Tipo</b>	<b>Concreto</b>	<b>Massa específica (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Resistência mínima à compressão (Mpa)</b>	<b>Tipologia usualmente utilizada</b>
L1	Celular	1500 - 1600	4	Casa até 2 pavimentos
L2	Com agregado leve	1500 - 1800	20	Qualquer tipologia
M	Com alto teor de ar incorporado	1900 - 2000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

Fonte: ABCP (2007)

#### 4. MÉTODO DE PESQUISA

Para a realização da pesquisa, a metodologia do trabalho está organizada como mostrado na figura a seguir:

**Figura 8 - Método de pesquisa**



Fonte: Autor (2021)

#### **4.1. Revisão bibliográfica**

Para o desenvolvimento do trabalho, foram realizadas revisões bibliográficas através de consultas à livros, artigos, revistas online, dissertações e trabalhos científicos que apresentem estudos sobre as paredes de concreto moldadas “in loco” e o Sistema de Gestão da Qualidade, focando sua aplicação aos métodos construtivos. Além disso, as normas técnicas que regem a execução do sistema construtivo em questão estão sendo constantemente consultadas.

#### **4.2. Estudo de caso**

O trabalho foi desenvolvido a partir do estudo de campo de uma obra habitacional realizada pela construtora A na cidade de Maceió, Alagoas. O empreendimento, enquadrado no programa social Minha Casa, Minha vida, faixa II, conta com uma área do terreno de 18.309,05 m<sup>2</sup>, dividida entre blocos residenciais com 6 pavimentos, possuindo 8 apartamentos por pavimento, e espaços de uso comum como academia, espaço gourmet, salão de festas, piscinas, playground, elevador, etc. Para a escolha do local de estudo, utilizou-se como critério a facilidade de acesso às informações que o autor possui, visto que o mesmo trabalha na empresa que está realizando-a.

A construtora responsável pelo empreendimento já possui um Sistema de Gestão da Qualidade certificado de acordo com o PBQP-H/SiAC – Portaria n°383 de 14/06/2018 – Nível A e ABNT NBR ISO 9001:2015. Vale ressaltar que, em sua última auditoria externa realizada em agosto de 2021 ocorreu a extensão do escopo para obras de infraestrutura.

Sendo o método de trabalho um estudo de caso, a etapa inicial consiste na definição do objeto de pesquisa. Para isso, alguns critérios foram decretados, sendo eles:

- A facilidade de acesso às informações documentadas;
- O prédio deve estar na fase estrutural de construção;
- A possibilidade de acompanhamento, por parte do autor, do início ao fim da execução da estrutura do prédio.

Estabelecidos os critérios, determinou-se que o objeto de estudo será o prédio residencial denominado como Bloco D. No projeto, foram construídos outros 3 prédios residenciais iguais ao escolhido, sendo ele o 4°. A tabela a seguir apresenta algumas características da edificação.

Tabela 2 - Características da edificação em estudo

<b>Área construída:</b> $\cong 495 \text{ m}^2$
<b>Perímetro:</b> $\cong 124 \text{ m}$
<b>Unidades Habitacionais:</b> 48 unidades igualmente distribuídas em 6 pavimentos

Fonte: Autor (2021)

Para um estudo completo, julgou-se necessário conhecer detalhadamente o objeto da pesquisa. As figuras 9 e 10 mostram, respectivamente, a planta tipo do pavimento e a planta baixa de uma unidade residencial do empreendimento.

Figura 9 - Planta tipo da edificação



Fonte: Book Corretor da construtora (2021)

**Figura 10 - Planta baixa**



Fonte: Book Corretor (2021)

Para a execução da estrutura da edificação, a empresa optou por adotar o método construtivo Paredes de Concreto Armado moldados “in loco”.

#### **4.3. Levantamento de documentos e informações necessárias**

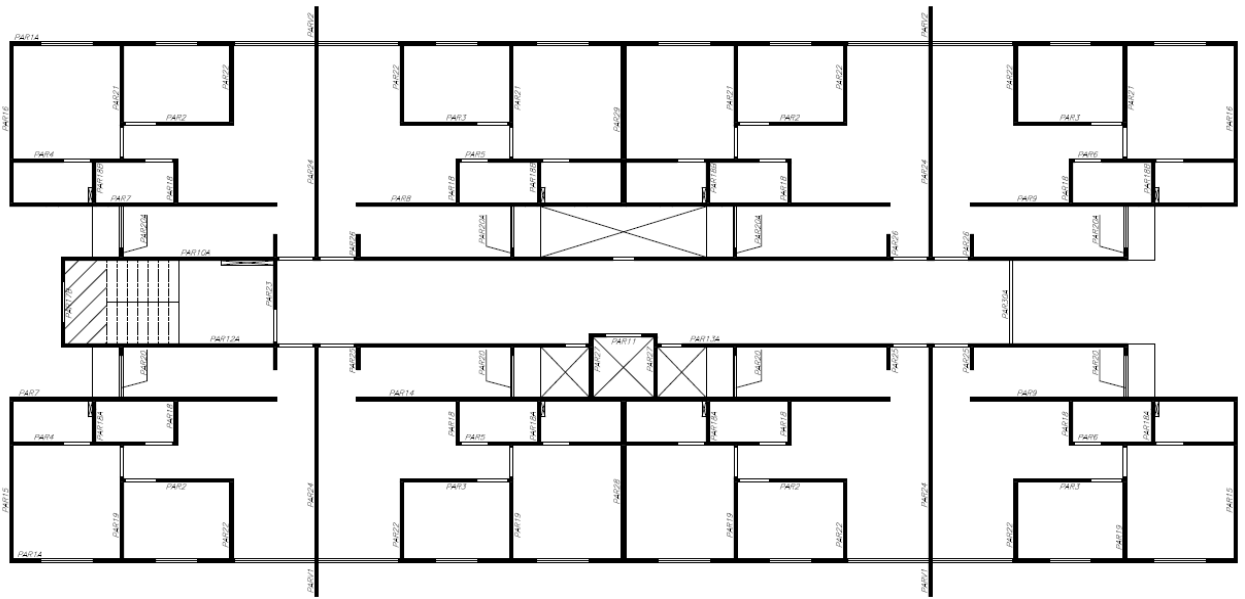
Definido o objeto de estudo e conhecendo suas características, o próximo passo da pesquisa foi realizar a síntese de documentos e informações necessárias para um conhecimento mais aprofundado da edificação e sua execução, abrangendo basicamente:

- Projetos – Estrutural, elétrico, hidrossanitário, fôrma, gás e ar-condicionado;
- Procedimentos de execução de serviços;
- Fichas de verificação de serviços.

Considerando a elevada quantidade e complexidade dos projetos, optou-se por apresentar apenas o projeto estrutural, visto que é o principal foco da pesquisa. A figura 11 a seguir exhibe o projeto de estruturas de concreto do 1º Teto, ou seja, pavimento térreo. Para os pavimentos superiores são mínimas as alterações.



**Figura 11 - Projeto de estrutura de concreto**



Fonte: Arquivo da construtora A (2021)

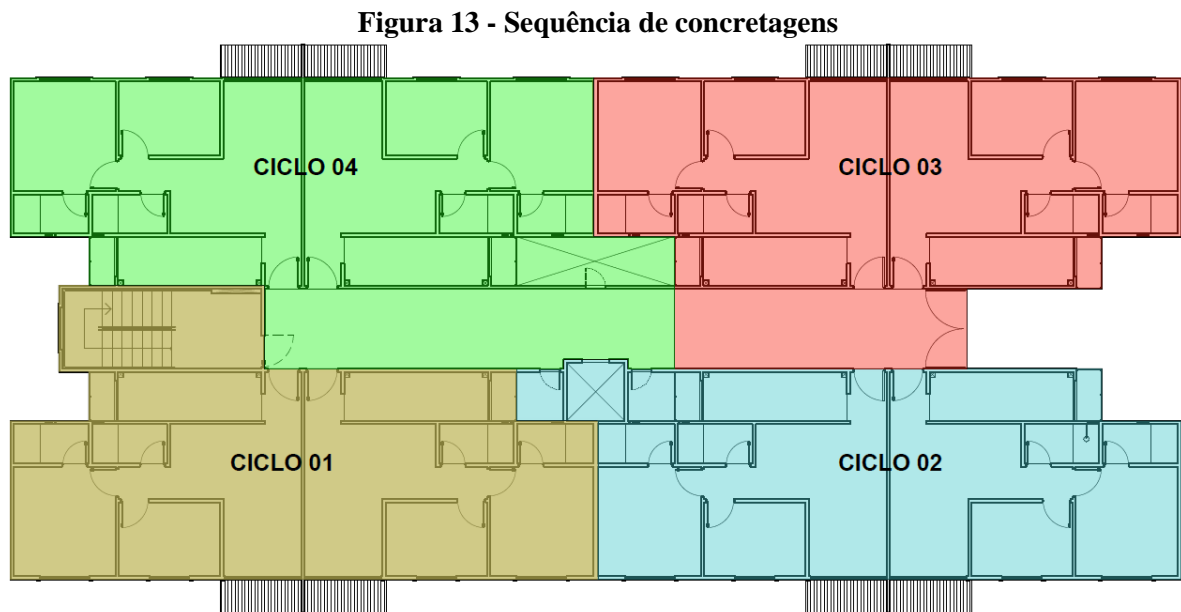
Através desse projeto foi elaborado um croqui para o sistema de fôrmas responsáveis pela execução da estrutura. Nele constam informações referentes às dimensões (largura e altura) das placas de paredes. Vale destacar que a importância desse projeto se dá basicamente devido repetitividade que ocorre durante a construção. As placas são identificadas através de números e cores, no qual para cada cômodo uma cor diferente é utilizada, de modo que, após a concretagem, fosse possível desformar e montar novamente o mesmo cômodo em outro espaço, sem que houvesse problemas de incompatibilidade.

**Figura 12 - Croqui do projeto de fôrma**



Fonte: Arquivo da construtora A (2021)

A partir do croqui apresentado na figura 12, foi definido o que se conhece como ciclo de concretagem. O ciclo de concretagem determina os elementos a serem produzidos e sua ordem, e nesse caso cada ciclo equivale a produção de 2 apartamento, incluindo o hall em alguns deles. A figura a seguir expõe a sequência de produção adotada pelo gestor da obra.



Fonte: Autor (2021)

De posse das informações apresentadas até aqui, o próximo alvo de estudo são os procedimentos adotados pela construtora para a execução das paredes de concreto e os métodos adotados para o controle da qualidade.

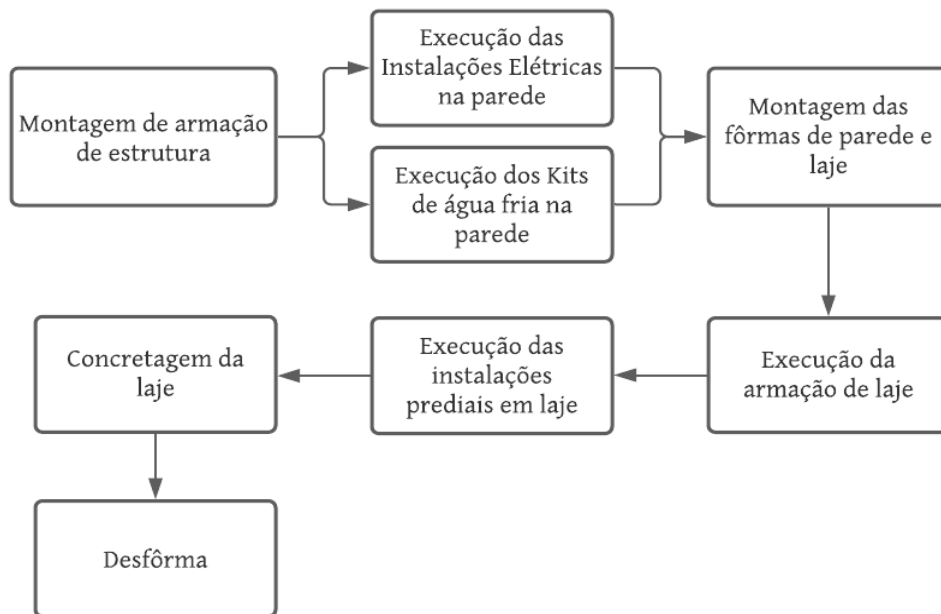
#### **4.3.1. Processo Executivo**

A empresa possui um acervo de informações documentadas, conforme item 7.5 da NBR 9001:2015, onde dispõe dos principais procedimentos operacionais empregados para a execução do sistema construtivo em estudo, conhecidos como PES. Tais informações são consideradas primordiais para o controle da qualidade do produto, pois a partir dela são definidos os itens a serem inspecionados durante a produção. Além dos passos para execução dos serviços, o PES contém informações como objetivo do procedimento, responsáveis pelo serviço, definições, documentos de referência, preparações do serviço, materiais necessários

para a execução do serviço, recomendações, resultados esperados do procedimento e lista de anexo.

Conhecidos os procedimentos, foi possível determinar o ciclo executivo adotado pela empresa para a execução de paredes de concreto. Vale destacar que a execução pode variar de acordo com os processos construtivos adotados por diferentes construtoras. As principais etapas do ciclo executivo da empresa A para a produção do método construtivo são mostradas na figura 14 a seguir.

**Figura 14 - Ciclo construtivo**



Fonte: Autor (2021)

A seguir, serão apresentados os PES utilizados para a produção das paredes de concreto armado moldadas no local, empregados pela construtora.

### 5.3.1.1 Armação

Para a execução da armação da estrutura a empresa adota o seguinte procedimento:

1. Posicionar as barras de armadura principal, em seguida posicionar as barras de armaduras secundárias para laje in loco;
2. Posicionar as barras de armadura negativa;

3. Colocar espaçadores para garantir o recobrimento solicitado em projeto;
4. Havendo balanços na armação negativa, necessária atenção redobrada quanto ao uso de "aranhas" e calços. Também é necessário cuidado para que o contorno dos furos das instalações elétricas e hidráulicas seja reforçado, segundo orientação do projetista;
5. Verificar se a superfície da armadura está livre de ferrugem e substâncias deletérias que possam afetar de maneira adversa o aço, o concreto ou a aderência entre esses materiais;
6. Caso as armaduras apresentem produtos destacáveis na sua superfície em função de processo de corrosão, devem passar por limpeza superficial antes do lançamento do concreto;
7. Realizar avaliação após a limpeza analisando as condições da armadura, em especial, de eventuais reduções de seção.

Para ferragem longitudinal, têm-se:

1. Verificar se todos os eixos das paredes estão demarcados na laje;
2. Conferir bitola de tela conforme projeto;
3. Verificar as dimensões dos vãos portas e janelas.

A execução da ferragem de reforço segue:

1. Após a conclusão da tela, deve-se colocar a ferragem de reforço de verga, contra verga e cinta de respaldo de acordo com o projeto;
2. Colocação da tela de amarração no encontro das paredes de acordo com projeto;
3. Caso haja SPDA, verificar a sua fixação de acordo com o projeto elétrico;
4. Após a conclusão de todos os serviços, verificar a limpeza.

### **5.3.1.2. Instalações Elétricas**

Para a execução das instalações elétricas embutidas nas paredes e laje de concreto armado, a empresa apresenta dois procedimentos de execução dos serviços. O primeiro deles descreve o processo de colocação e acompanhamento do chumbamento de caixinhas elétricas, seguindo as seguintes etapas:

1. Verificar no projeto a localização das tubulações e caixas;
2. Bater nível das caixinhas no ambiente;
3. Regularizar o local exato das caixinhas;
4. Colocar as caixas conectando os eletrodutos;

5. Cortar eletrodutos que exceder, deixando  $\pm 3$ cm dentro das caixinhas;
6. As caixinhas devem ser apumadas e niveladas pelos furos de suas orelhas;
7. Amassar com alicate as extremidades dos eletrodutos voltados para cima;
8. Não deixar entupir eletrodutos;
9. Após o término do serviço, limpar o local.

O segundo procedimento expõe a execução de tubulação elétrica, telefônica e de TV em laje, como:

1. Marcar pontos elétricos;
2. Cortar eletrodutos nos tamanhos indicados no projeto deixando sobras para cima e para baixo;
3. Distribuir eletrodutos conforme projeto;
4. Verificar se os eletrodutos não excedem a espessura do capeamento;
5. Perfurar as caixas do teto com canivete para encaixar os eletrodutos;
6. Amarrar os eletrodutos na laje ou ferragem com pontos necessários com arame recozido;
7. Conferir a distribuição dos pontos, encaminhamento e bitolas;
8. Proteger com fita crepe os pontos de conexões das tubulações;
9. Fazer uso de luvas de pressão para eletroduto flexível, na junção da instalação de parede com teto;
10. Fazer uma fixação segura das caixas octogonais e elétricas (interruptores e tomadas) com a própria presilha da peça ou arame recozido, para que se evite o reparo das mesmas após a concretagem.

### **5.3.1.3. Instalações Hidrossanitárias**

Assim como para as instalações elétricas, a empresa utiliza dois procedimentos de execução de serviço para as instalações hidráulicas e sanitárias. Esses serviços são executados após o posicionamento das telas de armação, conforme indicado em projeto. Para o processo de locação e chumbamento de pontos hidráulicos, o PES apresenta as seguintes etapas:

1. Verificar medidas dos pontos e eixos;
2. Locar pontos hidráulicos conforme projeto;
3. Verificar medidas e alturas dos pontos hidráulicos, de acordo com o projeto;

4. Executar as conexões atentando para o correto lixamento e limpeza das peças, vedando cada uma de acordo com o tipo de conexão;
5. Acompanhar o chumbamento dos pontos, observando o posicionamento do ponto de alimentação de água de acordo com a espessura do acabamento a ser utilizado;
6. Verificar se os pontos estão plugados, protegidos e faceados com reboco;
7. Verificar se a instalação é aparente, recoberta por shaft ou sanca, e realizar a fixação as mesmas com fita perfilada.

Para a locação e chumbamento de pontos sanitários, o PES apresenta as etapas:

1. Locar pontos sanitários conforme projeto;
2. Verificar as medidas e alturas dos pontos sanitários, de acordo com o projeto;
3. Executar as conexões atentando para o correto lixamento e limpeza das peças, vedando cada uma de acordo com o tipo de conexão;
4. Alinhar tubulações obedecendo a declividade indicada no projeto;
5. Os tubos horizontais e verticais deverão estar fixados utilizando fita metálica perfurada ou chumbamento em alvenaria ou laje;
6. Marcar a profundidade da bolsa ou tubo, para perfeito encaixe das conexões;
7. Realizar furos de entrada das caixas sifonadas com a serra copo, para evitar danos a mesma;
8. Verificar se os pontos estão tamponados;
9. Recolher todo material utilizado durante a execução do serviço deixando a área limpa e organizada.

#### **5.3.1.4. Sistema de fôrma**

A seguir serão apresentados os passos para execução dos serviços de montagem de formas manuseáveis e lançamento de concreto.

Para a montagem dos painéis de parede, as etapas são:

1. Marcar os locais onde serão montadas as fôrmas através de eixos no piso em todo o pavimento térreo e conferir suas diagonais. É recomendada a utilização do sistema de marcação por eixos afim de agilizar e garantir exatidão das dimensões indicadas em projeto;
2. Colocar os esquadros alinhadores fixando-os na fundação;

3. Montar o primeiro canto vertical interno de preferência no maior ambiente do apartamento. Após isso, conectar os painéis laterais a este canto, fixando-os com os grampos de aperto. Utilizar 3 grampos de aperto, sendo o primeiro a ser colocado na parte central, o segundo na parte superior e o terceiro na parte inferior da junção. Executar este procedimento para os demais painéis atentando-se para a sequência numérica e observando as cores até o fechamento total do ambiente;
4. Colocar os cones espaçadores e ancoragens flangeladas, na quantidade de três em cada junção entre painéis, sempre assegurando que o diâmetro maior do cone esteja no mesmo lado do flange da ancoragem e este por sua vez no lado de dentro do cômodo;
5. Colocar as ancoragens reforçadas no pé da fôrma (1º furo). Em seguida, colocar as demais ancoragens sendo o aperto final efetuado somente após a montagem completa da fôrma de laje;
6. Após a montagem das paredes, são montados os alinhadores segundo orientação do projeto;
7. Conferir se, em cada junção de painéis de parede, estão colocadas 3 linhas de ancoragem e 3 porcas borboleta, conferindo o aperto final destas porcas;
8. Conferir a instalação dos alinhadores;
9. Conferir a instalação dos grampos de travamento externo;
10. Conferir se as posições dos negativos de portas e janelas estão corretas.

#### Montagem dos painéis de laje:

1. Montar as transições seguindo a numeração e cor indicadas em projeto;
2. Colocar as vigas e escoras. Estas vigas auxiliam na colocação dos painéis de laje, no seu nivelamento e na melhora da segurança do montador. O posicionamento das escoras e vigas deve seguir o projeto encaminhado pelo projetista;
3. Os painéis serão fixados entre si com grampos em quantidades indicadas no projeto;
4. Entre os painéis de laje, teremos os painéis de reescoramento, seguindo localização indicada em projeto;
5. Após a montagem da laje, efetuar o aperto final das porcas às ancoragens das paredes e verificar a colocação dos pontaletes e placa de reescoramento de acordo com o projeto;
6. Conferir a instalação dos pontaletes e placas de reescoramento;

A fase de concretagem é regida pelas seguintes etapas:

1. Verificar a instalação da proteção periférica (guarda-corpo);

2. Verificar a utilização das mestras para nivelamento;
3. Produzir concreto autoadensável conforme tabela descrita no PQO, obedecendo-se o tempo máximo entre a produção e lançamento do mesmo na fôrma;
4. Lançar o concreto diretamente nas paredes até que o mesmo atinja o nível da laje;
5. No lançamento do concreto deve-se aplicar golpes no lado externo dos painéis com o auxílio de uma marreta de borracha para verificar o nível de preenchimento de concreto nos painéis evitando assim a ocorrência de ninchos e/ou bicheiras após a desforma.

Para a desforma, tem-se:

1. Após a liberação da resistência do concreto, retirar as escoras de reescoramento das lajes;
2. Retirar os esquadros de marcação, alinhadores e garfos de travamento;
3. Retirar os grampos, porcas borboleta e ancoragens. Colocar estas peças em recipientes distintos, afim de organizar e agilizar a próxima concretagem;
4. Deixar uma ancoragem intermediária em cada parede afim de garantir a sustentação e segurança;
5. Para sacar a primeira fôrma de cada parede, encaixe a ferramenta na parte superior esquerda do painel e afaste-o  $\pm 2,0\text{cm}$  da parede. Encaixe a ferramenta na parte superior direita e afaste-o  $\pm 2,0\text{cm}$  da parede. Transfira a ferramenta para o pé da fôrma, lado esquerdo, e afaste-o  $\pm 2,0\text{cm}$  da parede. Encaixe a ferramenta no lado direito inferior e remova o painel;
6. Para a retirada do canto interno, afrouxar a porca que fixa a placa espaçadora e remover com o auxílio da ferramenta. Remover o canto vertical também com o auxílio da ferramenta;
7. Quando os painéis de paredes estiverem retirados, iniciar a retirada dos painéis de laje: retirar os grampos de um único painel situado a uma transição e, com o auxílio da ferramenta, dois montadores retiram este painel evitando sua queda e, logo após removemos a transição liberada por este painel. Após isso, continuamos a desforma retirando os grampos do próximo painel e a transição correspondente. Evitar a queda das peças durante esta operação;
8. Após a retirada dos painéis de paredes e lajes, verificar se a estrutura de concreto se encontra com alguma patologia ou falha de concretagem. Identificando o problema, fazer uso de concreto, argamassa ou grauteamento;
9. Efetuar limpeza dos painéis.



### 5.3.2. Inspeção dos serviços

Além da padronização dos procedimentos, a construtora adota as Fichas de Verificação de Serviço (FVS) como método de monitoramento da qualidade e segurança de diversos serviços, entre eles, a execução das paredes de concreto armado, preenchidas pelos estagiários da obra como fonte de dados para controle e estudos posteriores. As FVS têm como base os procedimentos citados anteriormente, no qual apresenta os itens que devem ser fiscalizados bem como as tolerâncias referentes à atividade. Nelas são indicadas as datas de início e término do serviço, registradas as não conformidades com descrição do problema, medidas de correção proposta e a reinspeção. Considerando o processo executivo, a supervisão engloba os quatro serviços que interferem diretamente na qualidade das paredes de concreto armado:

1. Armação
2. Elétrica
3. Hidrossanitário
4. Sistema de fôrmas e lançamento de concreto

Para cada serviço, uma FVS específica é preenchida como fonte de dados para controle da construtora. Os quadros a seguir apresentam de forma adaptada as fichas utilizadas para inspeção dos serviços referentes à execução das paredes de concreto armado.

A montagem da armação da estrutura é a primeira atividade que precisa ser inspecionada. O quadro 1 apresenta as etapas de fiscalização adotada pela empresa para garantir a qualidade e segurança do método construtivo. Na inspeção das armaduras, são verificados pontos como as dimensões das telas e reforços, bitolas das armaduras, dimensões de vãos de portas e janelas, e a utilização de espaçadores para garantir o recobrimento de projeto.

**Quadro 1 - Ficha de Verificação de Serviço para montagem de armação de estrutura**

<b>FVS - Ficha de Verificação de Serviço</b>	<b>Serviço: MONTAGEM DE ARMAÇÃO DE ESTRUTURA</b>	
Item de inspeção	Método de verificação	Tolerância
Colocar espaçadores para garantir o recobrimento solicitado em projeto	Visual	Não Há

Havendo balanços na armação negativa, necessária atenção redobrada quanto ao uso de "aranhas" e calços. Também é necessário cuidado para que o contorno dos furos das instalações elétricas e hidráulicas seja reforçado, segundo orientação do projetista	Visual / Verificação pelo projeto.	Não Há
Colocar protetores de vergalhão nas pontas dos arranques	Visual	Não Há
Ferragem Longitudinal: Verificar se todos os eixos das paredes estão demarcados na laje	Verificação pelo projeto	Não Há
Ferragem Longitudinal: Conferir bitola de tela conforme projeto	Verificação pelo projeto	Não Há
Ferragem Longitudinal: Verificar as dimensões dos vãos portas e janelas.	Trena	Não Há
Ferragem Reforço: Após a conclusão da tela, deve-se colocar a ferragem de reforço de verga, contra verga e cinta de respaldo de acordo com o projeto.	Verificação pelo projeto	Não Há
Ferragem Reforço: Colocação da tela de amarração no encontro das paredes de acordo com projeto.	Verificação pelo projeto	Não Há
Caso haja SPDA, verificar a sua fixação de acordo com o projeto elétrico.	Verificação pelo projeto	Não Há
Após a conclusão de todos os serviços, verificar a limpeza.	Visual	Não Há

Fonte: Adaptado do arquivo da empresa A (2022)

Como visto no processo executivo, após a montagem da armação da estrutura são posicionadas parte das tubulações hidráulicas e sanitárias nas armações de paredes, locados também os pontos hidrossanitários na laje, além da fixação das instalações elétricas. Para o monitoramento desses serviços, os quadros 2, 3, 4 e 5, apresentam, respectivamente, as etapas adotadas pela empresa.

**Quadro 2 - Ficha de Verificação de Serviço para locação e chumbamento de pontos hidráulicos**

<b>FVS - Ficha de Verificação de Serviço</b>	<b>Serviço:</b>	
	<b>LOCAÇÃO E CHUMBAMENTO DE PONTOS HIDRÁULICOS</b>	
Item de inspeção	Método de verificação	Tolerância

Verificar medidas de pontos e eixos	Trena	Não Há
Verificar as medidas e alturas dos pontos hidráulicos, de acordo com o projeto	Trena, Verificação pelo projeto	Não Há
Acompanhar o chumbamento dos pontos	Visual	Não Há
Verificar se a instalação é aparente, recoberta por shaft ou sanca, e realizar a fixação das mesmas com fita perfilada.	Visual	Não Há

Fonte: Adaptado do arquivo da empresa A (2022)

**Quadro 3 - Ficha de Verificação de Serviço para locação e chumbamento de pontos sanitários**

FVS - Ficha de Verificação de Serviço	Serviço:	
	LOCAÇÃO E CHUMBAMENTO DE PONTOS SANITÁRIOS	
Item de inspeção	Método de verificação	Tolerância
Locar pontos sanitários conforme o projeto	Verificação pelo projeto	Não Há
Verificar medidas e alturas dos pontos sanitários, de acordo com o projeto	Verificação pelo projeto	Não Há
Alinhar as tubulações obedecendo a declividade indicada no projeto	Nível	Não Há
Verificar se os pontos estão tamponados	Visual	Não Há

Fonte: Adaptado do arquivo da empresa A (2022)

**Quadro 4 - Ficha de Verificação de Serviço para colocação e chumbamento de caixinhas elétricas**

FVS - Ficha de Verificação de Serviço	Serviço:	
	COLOCAÇÃO E CHUMBAMENTO DE CAIXINHAS ELÉTRICAS	
Item de inspeção	Método de verificação	Tolerância
Os colaboradores estão utilizando os EPI's necessários	Visual	Não Há
Bater nível das caixinhas no ambiente	Nível	Não Há
As caixinhas devem ser apuradas e niveladas pelos furos de suas orelhas	Visual	Não Há

Amassar com alicate as extremidades dos eletrodutos voltados para cima	Visual	Não Há
Não deixar entupir os eletrodutos	Visual	Não Há
Após o término, limpar o local	Visual	Não Há

Fonte: Adaptado do arquivo da empresa A (2022)

**Quadro 5 - Ficha de Verificação de Serviço para execução de tubulação elétrica, telefônica e TV em laje**

<b>FVS - Ficha de Verificação de Serviço</b>	<b>Serviço:</b>	
	<b>EXECUÇÃO DE TUBULAÇÃO ELÉTRICA, TELEFÔNICA E TV EM LAJE</b>	
Item de inspeção	Método de verificação	Tolerância
Marcar pontos elétricos	Verificação pelo projeto	Não Há
Distribuir eletrodutos conforme projeto	Verificação pelo projeto	Não Há
Verificar se os eletrodutos não excedem a espessura do capeamento	Visual	Não Há
Conferir a distribuição dos pontos, encaminhamento e bitolas	Visual	Não Há

Fonte: Adaptado do arquivo da empresa A (2022)

No quadro 6 está disposto a ficha referente ao serviço de montagem e lançamento de concreto em formas manuseáveis. Ela engloba etapas pré-concretagem com inspeções nas condições, posicionamento e segurança das formas utilizadas, etapas durante as concretagens como o uso das mestras para nivelamento do concreto e ações para evitar patologias, bem como etapas pós lançamento do concreto com a fiscalização das paredes com ênfase na existência de patologias.

**Quadro 6 - Ficha de Verificação de Serviço para montagem e lançamento de concreto em fôrmas**

<b>FVS - Ficha de Verificação de Serviço</b>	<b>Serviço:</b>	
	<b>MONTAGEM E LANÇAMENTO DE CONCRETO EM FORMAS</b>	
Item de inspeção	Método de verificação	Tolerância

Verificar se as fôrmas estão devidamente limpas.	Visual	Não Há
Aplicar desmoldante à base de óleo vegetal na parte metálica do painel assim como na face do Alkus utilizando rolo de lã de carneiro.	Visual	Não Há
Marcar os locais onde serão montadas as fôrmas através de eixos no piso em todo o pavimento térreo e conferir suas diagonais.	Verificação pelo projeto	Não Há
Colocar os esquadros alinhadores fixando-os na fundação.	Visual	Não Há
Montar o primeiro canto vertical interno de preferência no maior ambiente do apartamento. Após isso, conectar os painéis laterais a este canto, fixando-os com os grampos de aperto. Utilizar 3 grampos de aperto, sendo o primeiro a ser colocado na parte central, o segundo na parte superior e o terceiro na parte inferior da junção.	Visual	Não Há
Conferir se, em cada junção de painéis de parede, estão colocadas 3 linhas de ancoragem e 3 porcas borboleta, conferindo o aperto final destas porcas.	Visual	Não Há
Conferir a instalação dos alinhadores.	Visual	Não Há
Conferir a instalação dos grampos de travamento externo.	Visual	Não Há
Conferir se as posições dos negativos de portas e janelas estão corretas.	Visual	Não Há
Montar as transições seguindo a numeração e cor indicadas em projeto.	Visual	Não Há
Colocar as vigas e escoras seguindo o projeto.	Verificação pelo projeto	Não Há
Após a montagem da laje, efetuar o aperto final das porcas às ancoragens das paredes e verificar a colocação dos pontaletes e placa de reescoramento de acordo com o projeto.	Visual	Não Há
Conferir a instalação dos pontaletes e placas de reescoramento.	Visual	Não Há

Verificar a instalação da proteção periférica (guarda-corpo).	Visual	Não Há
Verificar a utilização das mestras para nivelamento.	Visual	Não Há
No lançamento do concreto deve-se aplicar golpes no lado externo dos painéis com o auxílio de uma marreta de borracha, para verificar o nível de preenchimento de concreto nos painéis evitando assim a ocorrência de ninchos e/ou bicheiras após desfôrma.	Visual	Não Há
Após a liberação da resistência do concreto, reescoramento as lajes.	Visual	Não Há
Após a retirada dos painéis de paredes e lajes, verificar se a estrutura de concreto se encontra com alguma patologia ou falha de concretagem. Identificando o problema, fazer uso de concreto, argamassa ou grauteamento.	Visual	Não Há
Efetuar limpeza dos painéis.	Visual	Não Há

Fonte: Adaptado do arquivo da empresa A (2022)

#### **4.4. Acompanhamento do processo de execução das Paredes de Concreto Armado moldadas “in loco”**

O acompanhamento do processo de execução das paredes de concreto armado é feito com o auxílio das Fichas de Verificação de Serviço supracitada, de modo que se tenha um melhor entendimento das variáveis que possam afetar na qualidade final do produto. Esse acompanhamento aconteceu entre os dias 27 de setembro e 07 de dezembro de 2021, e foi realizado em todas as partes constituintes desse método construtivo, desde a marcação das paredes e posicionamento das telas, até a cura do concreto.

Conhecido os ciclos de concretagens definidos pelo gestor da obra e representado na figura 13, no qual os ciclos 01, 02, 03 e 04 representa a sequência de concretagem, onde o ciclo 01, mostra os primeiros apartamentos que são concretados no pavimento, e assim respectivamente. As concretagens aconteceram a cada dois dias, ou seja, em um intervalo de 48 horas entre elas, o

que dificultou uma coleta de dados mais precisa pelo autor do trabalho, uma vez que várias atividades relacionadas ao sistema construtivo eram executadas ao mesmo tempo.

Além das fichas de verificação dos serviços, foi possível monitorar um dos elementos mais importantes quando assunto é a qualidade do sistema: o concreto. Para isso, durante as concretagens, antes de liberar o lançamento do concreto, foram realizados teste que mede a consistência do concreto para garantir sua trabalhabilidade durante a aplicação. Essa característica do concreto ditava o rumo das concretagens, como por exemplo se havia a necessidade de utilização de vibrador para auxílio no lançamento. Adotou-se o Slump Test, efetuados por um responsável devidamente treinado segundo as normas técnicas aplicadas. Além disso, foram moldados corpos de provas para realização de ensaios de resistência à compressão, para controle da obra.

#### **4.5. Análise dos resultados**

A análise dos resultados foi feita a partir das informações coletadas por meio das FVS, no qual foi possível visualizar os itens com maiores números de reprovação, as causas e as soluções propostas para mitigar possíveis problemáticas. Para isso, foram analisadas informações dos PES e as respectivas FVS de 48 unidades em parede de concreto armado, o que representa 100% do prédio executado.

Conhecidas as principais manifestações patológicas registradas nas FVS, foi analisada também se houve relação do agente causador ao próprio procedimento de execução do serviço, ou se ocorreu ineficiência durante a etapa inspeção.

#### **4.6. Proposta de melhorias**

Após análises dos pontos apresentados para assegurar o controle da qualidade da construção que utiliza o sistema de paredes de concreto armado moldadas in loco, e considerando a política de qualidade da empresa bem como o princípio de melhoria contínua apresentado no item 10.3 da ISO 9001:2015, no qual afirma que a organização deve melhorar continuamente a adequação, suficiência e eficiência do sistema de gestão da qualidade, foi proposto um checklist para inspeção dos serviços.

O checklist foi desenvolvido no google forms e pensado de maneira que facilite a fiscalização, podendo ser levado ao campo por meio de tablets e smartphones. Sua elaboração teve como

base as FVS existentes e os pontos encontrados durante o acompanhamento da execução dos serviços e julgados necessários para garantir a qualidade.

Para facilitar a organização, o checklist foi dividido de acordo com a ordem dos serviços englobados no método construtivo paredes de concreto armado.



## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **5.1. Execução da estrutura**

Para a execução da estrutura, as equipes responsáveis possuem treinamento registrado conforme o Sistema de Gestão da Qualidade da empresa, de acordo com o PES utilizado. No treinamento são repassadas as etapas do processo de execução de modo que os colaboradores se tornem aptos para exercer a função com segurança e qualidade.

O primeiro passo para execução das paredes de concreto armado é a montagem da armação da estrutura. O procedimento de execução do serviço adotado pela empresa trata-se de um procedimento geral que abrange a montagem de outras estruturas como vigas, pilares e lajes.

Analisando o método para montagem da armação da estrutura, observou-se que o passo a passo possui etapas voltadas principalmente para a armação da laje, o que pode afetar tanto na execução quanto na fiscalização da armadura de parede. Assim, para realizar a armação das estruturas, percebeu-se que foi necessário contar com apenas com os projetos estruturais e com a experiência dos colaboradores responsáveis. Dessa forma, observa-se a necessidade de alterações no PES atual ou a implementação de um novo voltado exclusivamente para a execução das paredes e laje de concreto armado, com base nas normas aplicadas.

A análise do procedimento permitiu ainda destacar alguns pontos necessário para o preparo e montagem da armadura, que, de acordo com a ABNT NBR 16055 – Paredes de concreto moldadas no local para a construção de edificações, poderiam estar no PES da empresa como:

- Armazenagem, transporte e posicionamento cuidadosos das armaduras para que não sejam danificadas;
- Verificar o posicionamento das armaduras de parede, especialmente o alinhamento e espessura das paredes, conservando inalteradas as distâncias das armaduras entre si e com relação às faces internas das fôrmas.

**Figura 15 - Telas com espaçadores para armação de parede**



Fonte: Autor (2021)

Com as telas posicionadas, a etapa seguinte, de acordo com o ciclo construtivo, é a execução das instalações prediais embutidas nas paredes de concreto. Para essa fase, a empresa possui quatro PES ligados aos serviços de instalações elétricas e hidrossanitárias, que foram descritos acima.

Avaliando os procedimentos percebe-se que eles apresentam etapas referentes ao método construtivo de alvenaria convencional, sendo utilizados de modo adaptado para as paredes de concreto armado moldadas no local. Com isso, é possível observar a presença de etapas não aplicadas ao caso em estudo o que pode causar confusões ao utiliza-los como base para treinamento das equipes, mostrando a necessidade de adequações ou criação de novos PES.

As instalações hidráulicas e sanitárias embutidas foram executadas sob a forma de kits hidráulicos para encanção dos chuveiros e pias, e sob a forma de kits de esgoto para as tubulações aplicadas na área de serviço. Considerando os processos para instalações dos kits, constata-se há a necessidade de um procedimento padronizado para facilitar o controle da qualidade.

**Figura 16 - Instalações prediais fixadas nas telas de armação**

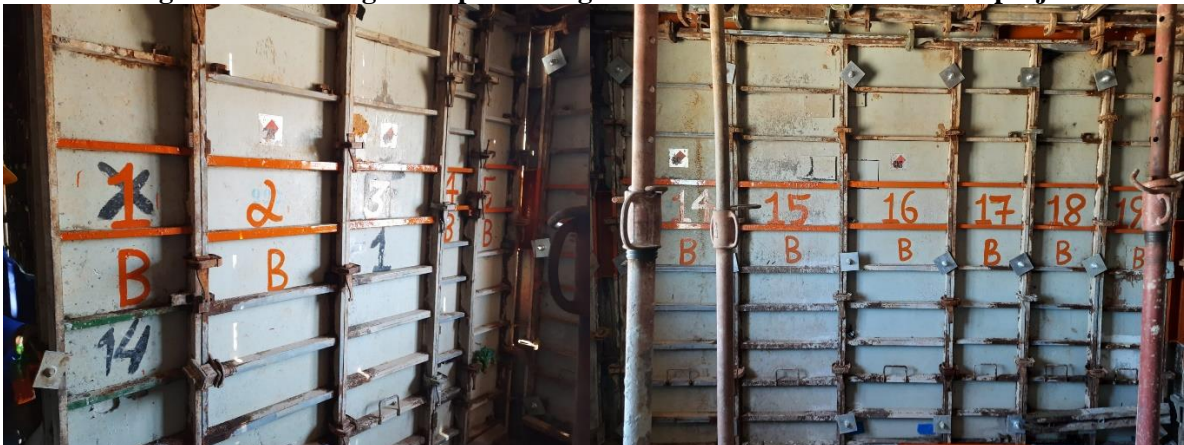


Fonte: Autor (2021)

Apesar disso, não foi notado nenhum tipo de problema relacionado aos procedimentos para as instalações prediais que possa interferir no controle da qualidade, e conseqüentemente, no estado final do produto.

Dando seqüência ao ciclo executivo, após a fixação das instalações elétricas e hidrossanitárias é iniciada a montagem das fôrmas. No passo a passo para execução do serviço descrito no PES são apresentadas as etapas de montagem dos painéis de parede, concretagem e desforma.

**Figura 17 - Montagem de painéis seguindo ordem e cor indicadas no projeto**



Fonte: Autor (2021)

O PES para montagem de fôrmas manuseáveis e lançamento de concreto descreve detalhadamente a sequência de execução dos painéis de fôrma, do lançamento do concreto e desfôrma do sistema, detalhando os cuidados que devem ser tomados para evitar falhas. Algumas questões levantadas dizem respeito a complexidade na descrição das etapas, que apesar de ideias, observa-se a possibilidade de simplificações, facilitando o entendimento das partes interessadas. Com isso, pode-se inferir que o treinamento da equipe seja suficiente para garantir a qualidade do serviço, caso seja verificada sua eficiência durante períodos de tempo pré-determinados.

**Figura 18 - Montagem de painéis externos do sistema de fôrma**



Fonte: Autor (2021)

## **5.2. Inspeção dos serviços**

O estudo das fichas de verificação de serviços permitiu afirmar que, de modo geral, os itens descritos para supervisão apresentam certa complexidade, o que pode gerar dúvidas durante o acompanhamento do processo construtivo, reduzindo a eficiência da inspeção e afetando a qualidade final do produto. Alguns deles poderiam ser substituídos ou melhorados como forma de amenizar futuras não conformidades. Por outro lado, vale destacar alguns tópicos essenciais para a técnica, possibilitando que a empresa utilize os dados registrados para estudos.

Para o serviço de armação da estrutura são verificados o posicionamento das telas, diâmetros, uso de espaçadores e telas de reforço. Neste caso, houve baixa taxa de reprovação, sendo as poucas encontradas referentes à ausência das barras de reforço, que foi imediatamente

solucionada com a convocação de um colaborador da equipe de armação para reposição, evitando assim problemas como surgimento de trincas e fissuras a médio e longo prazo, porém a aparição não pode ser totalmente descartada.

Outro ponto que foi observado e merece destaque é o posicionamento dos espaçadores nas lajes, no qual a movimentação das equipes sobre eles ocasionou o deslocamento e até mesmo danificou algumas peças, sendo necessária a substituição e o reposicionamento.

**Figura 19 - Armação, instalações hidrossanitárias e elétricas executadas em laje, após inspeção.**



Fonte: Autor (2021)

A inspeção dos serviços de execução das instalações elétricas e hidrossanitárias, através das FVS, mostrou que, apesar dos pontos negativos supracitados nos procedimentos, a quantidade de reprovações encontrada foi baixa. A principal não conformidade registrada para as instalações elétricas está na fixação das caixinhas elétricas de embutir, no qual a pressão exercida pelo concreto durante seu lançamento fez com que algumas delas sofressem deslocamento, causando o desnível após desforma. A solução proposta afeta a qualidade da parede uma vez, será necessário a quebra do local para ajuste e o posterior preenchimento com graute, podendo resultar em futuras problemáticas. A figura 19 mostra os serviços executados e inspecionados, estando pronto para a etapa de concretagem da laje.

A supervisão da montagem da fôrma, lançamento do concreto e desfôrma foi marcada pela elevada quantidade de reprovações registradas. Nas FVS, foram apontados problemas em diversos itens da execução dos serviços como limpeza dos painéis de fôrma, falta ou excesso da solução desmoldante, ausência do aperto final dos grampos e porcas para travamento do sistema, posicionamento incorreto dos negativos de portas. Esses problemas puderam ser solucionados imediatamente após identificação e antes do lançamento do concreto, melhorando a qualidade final do produto.

**Figura 20 - Inspeção dos serviços durante a etapa de lançamento do concreto**



Fonte: Autor (2021)

Entretanto, um dos itens inspecionados e que incide diretamente na qualidade da estrutura é o de identificação da ocorrência de manifestações patológicas na estrutura e falhas associadas à concretagem, presente também no PES de montagem de fôrmas manuseáveis e lançamento do concreto.

A presença das manifestações patológicas é descrita nas FVS sob a forma de itens reprovados, sendo possível também uma análise quantitativa desse dado, porém não é o foco do presente estudo.

**Figura 21 - Execução do Slump Test para controle tecnológico e lançamento do concreto**



Fonte: Autor (2021)

As manifestações patológicas mais comuns constatadas por inspeção visual e registradas nas FVS são: presença de nichos (bicheiras) decorrente de falhas na concretagem ou pelas, e paredes desalinhadas. As causas para os nichos estão associadas principalmente à consistência do concreto. A consistência do concreto medida por meio do Slump Test adotada para o lançamento foi de  $26 \pm 2$  cm. Valores menores indicam menor consistência, que, associados às condições climáticas, dificultaram o lançamento do concreto, acarretando na manifestação patológica apresentada. Além disso, locais com alta concentração de tubulações apresentaram nichos ou vazios, indicando a necessidade de vibração nesses pontos. A figura 21 mostra realização do teste que mede a consistência do concreto recebido na obra para lançamento nas lajes.

A figura 22 a seguir mostra um dos problemas causados por falhas durante a concretagem, localizado onde há concentração de instalações.

**Figura 22 - Falha de concretagem observada durante inspeção após desfôrma**



Fonte: Autor (2021)

Já as paredes desalinhadas foram causadas pela abertura dos painéis durante a concretagem, mostrando a deficiência do aperto final das peças de travamento. Vale ressaltar também que a qualidade dos painéis influi nesses aspectos facilitando o surgimento de manifestações patológicas ou defeito.

A figura 23 apresenta um problema durante a desfôrma dos painéis de janela causado pela falta de cuidados durante a execução da atividade.



**Figura 23 - Moldura inferior de janela, quebrada durante a atividade de desfôrma**



Fonte: Autor (2021)

De modo geral, preencher as fichas de verificação permite uma ampla visão das causas e efeitos das não conformidades no produto final. Além de permitir o controle da qualidade diretamente na obra, informações registradas nas fichas servem como fonte de dados para criação de indicadores no setor da qualidade da empresa. Para as paredes de concreto armado, os problemas descritos nas FVS servem principalmente como indicador de retrabalhos, afetando vários setores da construtora, como financeiro.

### **5.3. Propostas de melhorias**

Durante o acompanhamento da execução dos serviços, foi possível perceber que, mesmo com os treinamentos, ao longo do tempo alguns colaboradores não executavam a atividade como devido. Dessa forma, foi proposto que seja avaliado a cada determinado intervalo de tempo a eficiência do treinamento e se necessário realizar um novo treinamento.

Com o objetivo de simplificar a inspeção dos serviços e facilitar a interpretação dos resultados, foi proposto também a criação de um checklist através da plataforma Google Forms. Para um melhor entendimento, o checklist foi dividido em etapas e cada uma delas é responsável por um serviço específico da execução das paredes de concreto.

1. Armação – Execução da armação deixando-a pronta para receber as instalações prediais;

**Figura 24 - Extrato do checklist para os serviços de armação**

## 1.0 ARMAÇÃO

	Concluído
1.1 - Eixos da parede demarcados na laje/fundação	<input type="radio"/>
1.2 - Diâmetro (bitola) conforme projeto	<input type="radio"/>
1.3 - Posicionamento das telas segundo projeto	<input type="radio"/>
1.4 - Dimensão dos vãos de portas e janelas	<input type="radio"/>
1.5 - Ferragem de reforço e encontro de telas	<input type="radio"/>
1.6 - Colocação dos espaçadores	<input type="radio"/>
1.7 - Limpeza após conclusão do serviço	<input type="radio"/>

Fonte: Autor (2022)

2. Instalações elétricas – Etapas para inspeção da execução de instalações elétricas de parede e laje;

**Figura 25 - Extrato do checklist referente ao serviço de instalações elétricas**

## 2.0 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM PAREDES E LAJE

	Concluído
2.1 - Distribuição e nivelamento das caixinhas elétricas	<input type="radio"/>
2.2 - Fixação das caixinhas elétricas	<input type="radio"/>
2.3 - Distribuição e fixação dos eletrodutos	<input type="radio"/>
2.4 - Marcação dos pontos elétricos em laje	<input type="radio"/>
2.5 - Distribuição e fixação dos eletrodutos em laje	<input type="radio"/>
2.6 - Limpeza após conclusão do serviço	<input type="radio"/>

Fonte: Autor (2022)

3. Instalações hidráulicas e sanitárias – Após a execução das telas de armação e barras de reforço, tem-se o seguinte conjunto de observações para a execução dos kits hidrossanitários de embutir.

**Figura 26 - Extrato do checklist para inspeção da execução das instalações hidrossanitárias**

3.0 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E SANITÁRIAS

	Concluído
3.1 - Fabricação e fixação dos kits de água fria	<input type="radio"/>
3.2 - Fabricação e fixação dos kits de esgoto	<input type="radio"/>
3.3 - Verificar altura dos pontos hidráulicos	<input type="radio"/>
3.4 - Locação e marcação dos pontos hidráulicos em laje	<input type="radio"/>
3.5 - Locação e marcação dos pontos sanitários em laje	<input type="radio"/>
3.6 - Locação e marcação das passagens hidrossanitárias (shafts)	<input type="radio"/>
3.7 - Limpeza após conclusão do serviço	<input type="radio"/>

Fonte: Autor (2022)

4. Sistema de fôrmas – Passo a passo para fiscalização da montagem do sistema de fôrmas, deixando-o pronto para a execução da atividade seguinte.

**Figura 27 - Extrato do checklist referente a execução do sistema de fôrma**

## 4.0 MONTAGEM DE FÔRMA

	Concluído
4.1 - Limpeza das fôrmas	<input type="radio"/>
4.2 - Aplicação do desmoldante	<input type="radio"/>
4.3 - Posicionamento das fôrmas seguindo marcação na laje/fundação	<input type="radio"/>
4.4 - Esquadros alinhadores	<input type="radio"/>
4.5 - Montagem dos painéis seguindo projeto de fôrmas	<input type="radio"/>
4.6 - Verificação do prumo	<input type="radio"/>
4.7 - Instalação e aperto dos grampos de travamento	<input type="radio"/>
4.8 - Instalação dos alinhadores	<input type="radio"/>
4.9 - Instalação das porcas de aperto	<input type="radio"/>
4.10 - Instalação de pontaletes e placas para reencoramento	<input type="radio"/>
4.11 - Escoramentos interno e externo	<input type="radio"/>

Fonte: Autor (2022)

5. Concretagem – Etapas para inspeção durante o lançamento do concreto nas lajes;

**Figura 28 - Extrato do Checklist para etapas de lançamento do concreto**

## 5.0 CONCRETAGEM

	Concluído
5.1 - Verificação das mestras para nivelamento	<input type="radio"/>
5.2 - Aplicação de golpes no lado externo dos painéis com auxílio de marreta de borracha	<input type="radio"/>
5.3 - Caso necessário, utilização de vibrador (principalmente em pontos de concentração de eletrodutos)	<input type="radio"/>
5.4 - Acabamento do concreto fresco	<input type="radio"/>
5.5 - Controle tecnológico do concreto	<input type="radio"/>

Fonte: Autor (2022)

6. Desfôrma – Itens para inspeção durante a atividade de desfôrma.

**Figura 29 - Extrato do Checklist referente à execução da desfôrma do sistema**

## 6.0 DESFÔRMA

	Concluído
6.1 - Retirada da fôrma após liberação da resistência do concreto às 12 horas da concretagem.	<input type="radio"/>
6.2 - Reescoramento da laje	<input type="radio"/>
6.3 - Verificação de presença de manifestações patológicas ou falha de concretagem	<input type="radio"/>
6.4 - Limpeza dos painéis	<input type="radio"/>

Fonte: Autor (2022)

Além do checklist mostrado, o formulário possui um espaço para descrição das manifestações patológicas e falhas de concretagens encontradas durante a supervisão.

## 6. CONCLUSÕES

A adoção das Fichas de Verificação de Serviço como a ferramenta para controle da qualidade tem se tornado cada vez mais comum entre as empresas do ramo da construção civil. Fato pode ser confirmado tomando-se como fonte as pesquisas utilizadas como referência para o desenvolvimento do presente trabalho.

Diante do apresentado, pode-se concluir que com o surgimento de novas tecnologias construtivas como as paredes de concreto moldadas no local, vêm novos desafios a serem enfrentados pelo setor da construção civil. Dentre as propriedades das edificações, destaca-se a qualidade da estrutura que deve ser mantida independentemente do método utilizado. O Sistema de Gestão da Qualidade se apresenta como uma alternativa de padronização dos produtos e processos visando a garantia da qualidade nos diversos setores industriais.

O acompanhamento das atividades exercidas, bem como a descrição dos procedimentos adotados para execução dos serviços, os PES, e dos métodos usados para verificação dos mesmos, as FVS, permitiram compreender os principais pontos diretamente ligados à qualidade e os fatores que interferem durante a realização das atividades do ciclo construtivo.

A partir da avaliação das ferramentas adotadas pela construtora, constatou-se a necessidade de ajustes tanto nos procedimentos de execução dos serviços, quanto nas fichas de verificação desses serviços, visando corrigir falhas que possam afetar no desenvolvimento das atividades. Entretanto, vale ressaltar que apesar das situações apontadas nas FVS, a qualidade do produto final, ou seja, das paredes de concreto armado foi satisfatória.

Em relação ao PES e FVS para a execução da armadura da estrutura, dois pontos foram destacados e que merecem atenção: as condições da armação utilizada e o alinhamento das telas para garantir seu recobrimento. Esses são aspectos que poderiam ser acrescentados a esses documentos. Além disso, a existência de outras atividades relacionadas às estruturas armadas no mesmo PES pode gerar confusão e dificultar o entendimento do responsável pela fiscalização do serviço.

O procedimento padronizado para atividades de instalações hidráulicas e sanitárias foram os que apresentaram maior necessidade de alteração visto que estes não são adequados para o tipo de método construtivo adotado. Apesar disso, não houve reprovação durante a supervisão, mostrando que a experiência do colaborador responsável pelo serviço foi bastante incisiva. A

criação de novos PES e FVS para estes serviços pode agregar à empresa, além de serem aplicados a futuros controles da qualidade, dado o crescimento da utilização do sistema construtivo em obras da própria construtora.

Para as instalações elétricas, observou-se que o ponto de atenção está na fixação das caixinhas de embutir, visto que a força exercida pelo concreto durante seu lançamento poderia deslocar as mesmas, causando seu desnivelamento. Para sanar, um novo treinamento da equipe julgou-se necessário.

Em relação aos serviços de montagem de fôrma e lançamento de concreto, pode-se concluir que os PES adotados abrange todos os serviços essenciais para garantir a qualidade da execução, o fator de maior interferência da atividade é a mão de obra que, apesar de devidamente treinada apresenta certa resistência e dificuldade para a prática. Sendo assim, os problemas decorrentes da execução do serviço podem ser solucionados com treinamentos constantes e a fiscalização de sua eficácia, bem como uma inspeção mais rigorosas nos itens descritos na FVS.

As falhas de concretagem apontadas são causadas pela consistência do concreto, não tendo relação direta com o PES e FVS atribuídas.

Portanto, a adoção do checklist se mostra como uma opção para facilitar o trabalho de inspeção dos serviços, melhorando o controle da qualidade da construtora, podendo ser implantado em outras obras, sendo aperfeiçoado quando necessário. Dessa forma, é possível aplicar o princípio da melhoria contínua de acordo com NBR ISO 9001:2015 e indicado na política de qualidade da empresa.

De modo geral, a pesquisa serviu também para reafirmar a importância da padronização dos procedimentos e inspeção das tarefas como forma de garantir que os problemas encontrados sejam solucionados durante a execução das atividades, evitando que o produto final apresente defeitos, nesse caso a falta de qualidade, e precise de interferências.

Além disso, acredita-se que por possuir a melhoria contínua em sua política de qualidade, a construtora fonte do objeto de estudo permite que qualquer ponto observado, seja em seus procedimentos, ou em outros setores, possam sofrer ajustes visando a evolução da empresa.

## REFERÊNCIAS

- ANJOS, Eliane dos. **A evolução da qualidade.** Disponível em: [http://revistaeletronica1.hospedagemdesites.ws/revista\\_eletronica\\_administracao/pasta\\_upload/artigos/a18.pdf](http://revistaeletronica1.hospedagemdesites.ws/revista_eletronica_administracao/pasta_upload/artigos/a18.pdf). Acesso em: 12 de dez. 2021.
- ARÊAS, Pedro Assunção. **Paredes de concreto:** Normatização do Processo Construtivo. Belo Horizonte, disponível em Biblioteca Padre Alberto Antoniazzi, PUC Minas, 2013. 75 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000: Sistema de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário.** Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001: Sistema de gestão da qualidade - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055: Parede de Concreto Moldada no local para a Construção de Edificações – Requisitos e Procedimentos.** Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM; INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS. **Parede de concreto: coletânea de ativos 2007/2008.** São Paulo, 2008.
- BENJAMIM, E. L.; MITIDIERI FILHO, C.V.; GUERRA, M.A.A. **Controle da qualidade na produção de paredes de concreto armado moldadas no local com fôrmas de alumínio.** São Paulo, Brasil, 2015.
- DAVIDSON RAMOS. **Blog da Qualidade,** 2018. As sete ferramentas da qualidade. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/as-sete-ferramentas-da-qualidade/>. Acesso em: 12 de dez. de 2021.
- CAMBRAIA, Matheus Neves. **Processo construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco* em fôrmas de alumínio.** 2017. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.
- CIERCO, A. A. et. al. **Gestão da Qualidade.** FGV. Rio de Janeiro. 2006.
- DELGADO, J. **Sensibilização para a importância da Qualidade no Mercado Atual.** Millenium On Linme, Viseu, n° 8, 1997.
- FIGUEIREDO, D. L. M.. **Diagnóstico da implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras e seus reflexos na gerência de materiais de construção.** 2006. p. 172. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Minas Gerais, 2006.



GOVERNO FEDERAL. **O PBQP-H**, c2020. Página Inicial. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/pbqp-h/o-pbqp-h> . Acesso em: 03 de set. de 2021.

JANUZZI, U. A. **Sistemas de gestão da qualidade na construção civil: um estudo a partir da experiência do pbqp-h junto às empresas construtoras da cidade de londrina**. Dissertação de Mestrado. 165 f. (Mestrado em Administração) Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil, 2010.

MACÊDO, Julianne Simões de. **Um estudo sobre o sistema construtivo forma por paredes de concreto moldadas no local**. 2016. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil, 2016.

MELO, Juliana Almeida de. **Qualidade na construção civil: implementação da ISO 9001 nas empresas da construção civil**. 2012, 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, SP, Brasil, 2012.

MONGE, Rubens; MAYOR, Arcindo V.; SILVA, João B. A construção de um sistema de sucesso. **CONCRETO & Construções**, São Paulo, 90. Ed, p. 42-46, abr./jun. 2018. Disponível em: [https://ibracon.org.br/Site\\_revista/Concreto\\_Construcoes/pdfs/revista90.pdf](https://ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/pdfs/revista90.pdf). Acesso em: 24 ago. 2021.

MIGUEL, P. A. C. Gestão da Qualidade: TQM e Modelos de Excelência. Cap. 3, p. 86-87. In: CARVALHO, M. M. **Gestão da Qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

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

NUNES, Valmiro Quefren Gameleira. **Análise estrutural de edifícios de paredes de concreto armado**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PALADINI, E. P. **Gestão de qualidade: teoria e prática**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

PINHO, Dino de Tarso Pinheiro e. **Sistema construtivo de parede de concreto – um estudo de caso**. 2010. 43 f. Monografia – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil, 2010.

SANTOS, Altair. Sistemas construtivos inovadores chegam ao Minha Casa, Minha Vida. Massa Cinzenta. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massacinzenta/sistemas-de-construcao-inovadores-chegam-ao-minha-casa-minha-vida/> acesso em 02, de abril de 2021.

SOUZA, R; ABIKO, A. **Metodologia para desenvolvimento e implementação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno porte**. 1997. 52 p. Boletim Técnico (Departamento de Engenharia Civil) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, SP, 1997.

SOUZA, R. **Qualidade no Setor da Construção**. Gestão de Qualidade: Tópicos Avançados. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. B

TONETTO, Mirela Schramm. **Avaliação da gestão da qualidade em obras prediais: um estudo de caso**. 2016. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016.

VALVERDE, Daniela Said Ghipsman. **A gestão do conhecimento e da qualidade: o foco nas empresas de edificação de Juiz de Fora**. 2007. 49 f. Monografia – Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, Brasil, 2007.