



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CAMPUS DE CRATEÚS

CURSO EM ENGENHARIA CIVIL

VITÓRIA RÉGIA NOGUEIRA MARTINS

**CONTROLE DE QUALIDADE APLICADA A FASE DE SUPERESTRUTURA EM
OBRAS RESIDENCIAIS DE MÉDIO E ALTO PADRÃO EM SOBRAL CEARÁ**

CRATEÚS

2023

VITÓRIA RÉGIA NOGUEIRA MARTINS

CONTROLE DE QUALIDADE APLICADA A FASE DE SUPERESTRUTURA EM
OBRAS RESIDENCIAIS DE MÉDIO E ALTO PADRÃO EM SOBRAL CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dra. Heloína Nogueira da Costa.

CRATEÚS

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M347c Martins, Vitória Régia Nogueira.
Controle de qualidade aplicada a fase de superestrutura em obras residenciais de médio e alto padrão em Sobral, Ceará / Vitória Régia Nogueira Martins. – 2023.
60 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús, Curso de Engenharia Civil, Crateús, 2023.

Orientação: Profa. Dra. Heloína Nogueira da Costa.

1. Construção. 2. Manifestações patológicas. 3. Vícios construtivos. I. Título.

CDD 620

VITÓRIA RÉGIA NOGUEIRA MARTINS

CONTROLE DE QUALIDADE APLICADA A FASE DE SUPERESTRUTURA EM
OBRAS RESIDENCIAIS DE MÉDIO E ALTO PADRÃO EM SOBRAL CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: / / .

BANCA EXAMINADORA

Dra. Heloína Nogueira da Costa (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ma. Tatiane Lima Batista (Membro interno)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ma. Cristina Pereira Nobre (Membro externo)

Engenheira Civil

A Deus.

Aos meus pais, Aurileda e Reges.

Aos meus irmãos, Breno e Bruno.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela dádiva da vida, por iluminar minha inteligência e colocar pessoas maravilhosas no meu caminho.

Aos meus pais, Aurileda e Reges, por todo amor, esforço, motivação e força para que eu conseguisse vencer essa etapa desafiadora, de forma que foram essenciais para realização dos meus projetos.

A meus irmãos, Breno, Bruno e Bruna, por me apoiarem nos momentos necessários e serem grandes exemplos.

A meus amigos, Islayra, Marcella, Marília e Samuel, que me acompanharam nessa jornada acadêmica, me auxiliando perante as dificuldades no decorrer da faculdade, tornando-se grandes amigos pelo companheirismo.

A meu supervisor de estágio, engenheiro Montiny, por todo ensinamento durante o período de estágio, essenciais para minha formação.

A professora Dra. Heloína, que me auxiliou na condução desse trabalho, sendo sempre atenciosa e dedicada ao fornecer as orientações para que fosse possível a realização desse trabalho.

A meu cachorro Apolo, por me proporcionar tantos momentos de alegria, trazendo leveza para vencer essa etapa.

“A única coisa que pode dar significado positivo à vida é desempenhar algum trabalho mais cativante que o cansaço e as distrações. O resto é consequência ou insignificância.”

Antonio Matienzo

RESUMO

Uma edificação deve proporcionar segurança, conforto físico e visual aos seus usuários, todavia, é comum o surgimento de manifestações patológicas que podem ter sido causadas por erro em qualquer uma das etapas da construção. Isto posto, é notório a importância do controle e gestão de qualidade dos processos construtivos. Dentre outras ações, destaca-se que para conceber uma edificação de qualidade é necessária a eliminação de vícios construtivos, os quais prejudicam o desempenho da edificação. Portanto, este trabalho tem como objetivo identificar as principais falhas durante a fase de execução da superestrutura em obras de médio e alto padrão no município de Sobral - CE. Além disso, busca-se propor um conjunto de ações que eliminem a ocorrência das desconformidades, tendo em vista o atendimento as normas técnicas brasileiras. Para isso, realizou-se um estudo de caso em três obras, sendo duas de médio e uma de alto padrão na cidade de Sobral - CE. A metodologia utilizada para a realização deste trabalho tomou como base visitas técnicas e um extenso estudo bibliográfico acerca do assunto, no decorrer das visitas foi aplicado um questionário com o intuito de identificar as falhas executivas, tendo como base as seguintes normas NBR 13752/1996, NBR 6118/2014, NBR 14931/2004, NBR 12655/2015 e NBR 15575/2013, permitindo assim, encontrar cinco vícios construtivos, sendo eles: falha no adensamento do concreto, falha no lançamento do concreto falta de cobrimento das armaduras, traço do concreto inadequado e incompatibilização de projetos. Diante disso, foram propostas ações para melhorar a qualidade nas etapas construtivas, como a criação de momento de integração entre responsável técnico e executores para repassar requisitos da empresa e destinação de equipe para acompanhar e orientar a execução dos serviços. Assim como, a implantação de procedimentos básicos, denominados de “regras de ouro”, para evitar os vícios identificados. Portanto, é indispensável ações que visem minimizar os erros durante o período de construção, principalmente, em obras em regiões interioranas.

Palavras-chave: Construção. Manifestações patológicas. Vícios construtivos.

ABSTRAT

A building must provide safety, physical and visual comfort to its users, however, it is common for pathological manifestations to appear that may have been caused by an error in any of the construction stages. That said, the importance of quality control and management of construction processes is clear. Among other actions, it is highlighted that to design a quality building it is necessary to eliminate construction defects, which harm the building's performance. Therefore, this work aims to identify the main failures during the superstructure execution phase in medium and high standard works in the municipality of Sobral - CE. Furthermore, we seek to propose a set of actions that eliminate the occurrence of non-conformities, with a view to complying with Brazilian technical standards. To this end, a case study was carried out in three works, two of which were medium and one of high standard in the city of Sobral - CE. The methodology used to carry out this work was based on technical visits and an extensive bibliographical study on the subject. During the visits, a questionnaire was applied with the aim of identifying executive failures, based on the following standards NBR 13752/1996, NBR 6118/2014, NBR 14931/2004, NBR 12655/2015 and NBR 15575/2013, thus allowing us to find five construction defects, namely: failure to densify the concrete, failure to place the concrete, lack of coverage of the reinforcement, trace of inadequate concrete and incompatible designs. In view of this, actions were proposed to improve quality in the construction stages, such as creating a moment of integration between the technical manager and executors to pass on the company's requirements and assigning a team to monitor and guide the execution of services. As well as the implementation of basic procedures, called "golden rules", to avoid identified defects. Therefore, actions aimed at minimizing errors during the construction period are essential, especially in works in interior regions.

Keywords: Construction. Pathological manifestations. Constructive vices.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma da estrutura do trabalho.....	14
Figura 2 - Concreto armado aplicado em pilares.....	17
Figura 3 - Concreto armado aplicado em laje e piso.....	18
Figura 4 - Segregação do concreto.....	19
Figura 5 - Corrosão em armaduras de uma laje.....	20
Figura 6 - Corrosão em armaduras em pilares.....	20
Figura 7 - Deterioração do concreto.....	21
Figura 8 - Setores da gestão de qualidade na aquisição de materiais.....	24
Figura 9 - Equipamentos utilizados no ensaio de abatimento do tronco de cone.....	27
Figura 10 - Etapas construtivas em que serão realizadas as verificações.....	28
Figura 11 - Fluxograma resumido de sequência de atividades.....	29
Figura 12 - Itens de inspeção de conformidade na entrega dos materiais à obra.....	29
Figura 13 - Fluxograma da metodologia de pesquisa.....	30
Figura 14 - Planta Baixa Obra 01 - Pavimento 1.....	34
Figura 15 - Planta baixa Obra 01 - Pavimento 2.....	34
Figura 16 - Planta Baixa Obra 02 - Pavimento 1.....	35
Figura 17 - Planta Baixa Obra 02- Pavimento 2.....	36
Figura 18 - Planta Baixa Obra 03- Pavimento 1.....	37
Figura 19 - Planta Baixa Obra 03- Pavimento 2.....	37
Figura 20 - Falha no adensamento do concreto – Obra 01.....	39
Figura 21 - Falha no adensamento do concreto – Obra 02.....	40
Figura 22 - Falha no lançamento do concreto – Obra 01.....	41
Figura 23 - Armadura exposta – Obra 01.....	42
Figura 24 - Falha no cobrimento de armaduras – Obra 02.....	42
Figura 25 - Armadura exposta – Obra 03.....	43
Figura 26 - Falha no traço do concreto – Obra 01 e Obra 03.....	45
Figura 27 - Falha no traço do concreto – Obra 02.....	46
Figura 28 - Falha na compatibilização de projetos – Obra 01.....	47

Figura 29 - Falha na compatibilização de projetos – Obra 02.....	48
Figura 30 - Regras de Ouro.....	50
Figura 31 - APÊNDICE A.....	56

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ISO	Organização Internacional de Normalização
NBR	Norma Brasileira
V4	Traço do Concreto Inadequado
V2	Falha no Lançamento do concreto
V1	Falha no Adensamento do Concreto
V3	Falta de Cobrimento das Armaduras
V5	Incompatibilização de Projetos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Contextualização e justificativa da pesquisa	12
1.2	Objetivos	13
1.2.1	<i>Objetivo Geral</i>	13
1.2.2	<i>Objetivos Específicos</i>	13
1.3	Delimitação	14
1.4	Estrutura da pesquisa	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Estrutura de concreto armado	16
2.2	Processo construtivo para execução da superestrutura em concreto armado ...	23
2.2.1	<i>Fôrmas</i>	24
2.2.2	<i>Armação</i>	25
2.2.3	<i>Concretagem</i>	26
2.3	Os indicadores da qualidade no processo construtivo	28
3	METODOLOGIA	30
3.1	Tipo de pesquisa	30
3.2	Aquisição de dados	31
3.2.1	<i>Identificação dos vícios construtivos</i>	32
3.2.2	<i>Elaboração de medidas para aperfeiçoamento</i>	32
3.3	Caracterização das obras visitadas	33
3.3.1	<i>Obra 1</i>	33
3.3.2	<i>Obra 2</i>	35
3.3.3	<i>Obra 3</i>	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1	Vícios construtivos identificados	38

4.2	Medidas para reduzir a ocorrência dos vícios construtivos na fase de execução da superestrutura em estruturas de concreto armado	48
5	CONCLUSÃO	52
<u> </u>	REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e justificativa da pesquisa

De acordo com o IBGE (2018), o ramo da construção civil é responsável por movimentar mais de 70 setores da economia e representa 6,2% do PIB brasileiro, e soma mais de 2,4 milhões de empregos formais, com faturamento anual de mais de R\$ 1 trilhão. Com base nesses dados, é possível observar o quão é importante esse segmento na economia nacional.

Portanto, a contratação de profissionais habilitados, como engenheiros civis, tem como premissa a redução de problemas causados pela mão-de-obra não qualificada, de forma que o acompanhamento técnico prioriza o seguimento de boas práticas de execução, as quais por meio de fundamentação teórica, garantem o adequado desempenho, eficiência e durabilidade da edificação, com o propósito de alcançar a satisfação do cliente (SOUZA *et al*, 1994).

Para Oliveira (2017), a qualidade da edificação é resultado da implementação de técnicas construtivas baseadas em considerações científicas, em especial, na concretização da superestrutura em estruturas independentes de concreto armado, refletindo a necessidade de corrigir processos executivos desprimorosos. Bastos (2019) afirma que, as edificações sofrem uma degradação de sua estrutura de maneira natural e uma redução considerável de seu desempenho com o decorrer do tempo, por forma que a intensidade desta deterioração pode variar com a durabilidade dos materiais utilizados, as condições de exposição, a realização de manutenção periódica e também pela presença de vícios construtivos durante a construção do empreendimento.

Segundo a NBR 13752 (1996), os vícios são falhas no projeto ou na execução que prejudicam a eficiência de produtos ou serviços. Diante disso, as anomalias na realização das etapas construtivas podem afetar a competência dos elementos que integram as edificações.

Ademais, alguns aspectos devem ser analisados para o satisfatório desenvolvimento de estruturas de concreto armado, como: dosagem dos materiais que integram o concreto, modo de misturar, lançar, adensar e tempo de cura adequado para evitar o surgimento de manifestações patológicas (FIGUEIREDO, 2005). Também é importante enfatizar que a insuficiência de cobrimento das armaduras é muito recorrente, afetando a durabilidade da edificação (RIBEIRO; CASCUDO, 2018).

Para Azevedo *et al.*, (2011), no processo construtivo é de suma importância garantir a qualidade nos serviços, por meio da identificação de possíveis erros e orientação sobre a solução e, também, como forma de evitar recorrência de problemas no qual possam afetar a maestria da edificação.

À vista disso, o presente trabalho tem foco na realização de um levantamento das falhas executivas e desconformidades normativas, ao longo da fase de execução da superestrutura de obras residenciais, baseando-se em observações de campo para identificação de vícios construtivos. Portanto, o presente trabalho visa analisar a importância do controle de qualidade nas edificações em questão, onde serão abordadas medidas para a implementação destas ações no canteiro de obras.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Identificar as principais falhas durante a fase de execução da superestrutura em concreto armado, em algumas obras de médio e alto padrão no município de Sobral - CE. Além disso, busca-se propor um conjunto de ações para mitigar a ocorrência das desconformidades, tendo em vista o atendimento as normas técnicas brasileiras.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Elencar os principais vícios construtivos na execução da superestrutura em obras residenciais de alto e médio padrão localizadas em ambientes urbanos em Sobral – CE;
- Propor medidas para reduzir a ocorrência dos vícios construtivos na fase de execução da superestrutura em estruturas de concreto armado.

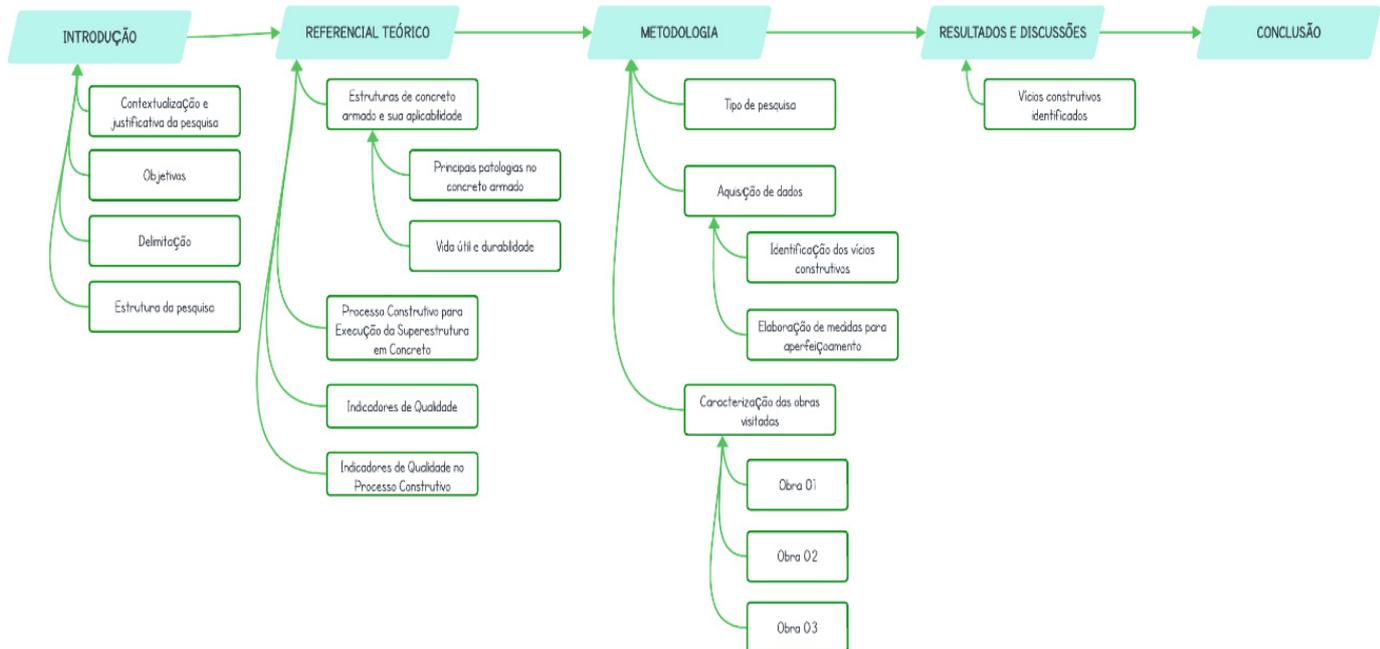
1.3 Delimitação

A pesquisa delimitou-se no estudo realizado em três obras residenciais localizadas em ambiente urbano em Sobral- Ceará, durante a fase de execução da superestrutura, em estruturas independente de concreto armado, sendo uma obra de alto padrão e duas obras de médio padrão. Onde foram aplicados indicadores de qualidade e apontado os vícios construtivos observados nas edificações em questão,

1.4 Estrutura da pesquisa

Como apresentado na Figura 1, a pesquisa é dividida em cinco seções: introdução, referencial teórico, metodologia, resultados e discussão, e conclusão.

Figura 1 – Fluxograma da estrutura do trabalho



Fonte: Autora (2023).

Conforme a Figura 1, a primeira seção – introdução - contextualiza acerca da motivação desta pesquisa e importância da qualidade na execução da superestrutura de edificações. Na sequência, o referencial teórico contém os principais conteúdos de relevância

para fundamentar a escolha da metodologia e discussão dos resultados, além de apresentar conceitos básicos, como o conceito de controle de qualidade e superestrutura.

Em seguida, tem-se a metodologia que engloba, com detalhes, o método de aquisição de dados por meio de visitas semanais a obras e realização de questionário. Posteriormente, a seção quatro apresenta todos os resultados e discussão do estudo realizado, expondo os vícios construtivos identificados com respectivos impactos e a elaboração de medidas para alcançar o controle de qualidade.

Por fim, a conclusão indica os principais vícios encontrados e os fatores relacionados ao surgimento desses problemas no processo construtivo. Além de indicar as principais medidas para reduzir tais ocorrências.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estrutura de concreto armado

Um assunto muito discutido no setor da construção civil são as manifestações patológicas encontradas em edificações, principalmente aquelas que comprometem a vida útil das construções.

Segundo Helene (2007), o concreto pode ser definido como um material duro, condensado onde é feito com mistura de areia, pedra britada, cimento e água. Mehta e Monteiro (2008) ainda salienta que, o concreto pode ser conceituado como um material heterogêneo composto com diferentes elementos, isto é, é um material que contém uma “pasta” que integra ou une partículas.

Martin (2005) e Coelho (2008) afirmam que, o concreto por ser um dos materiais mais utilizados e sendo de suma importância na civilização contemporânea, seu estudo é amplo, isto é, possibilitando os profissionais a conhecer melhor sua relevância nas construções, sendo a partir destes estudos e pesquisas quanto a sua durabilidade, empregabilidade, densidade, dentre outros, onde auxiliam os construtores para que desenvolvam uma obra segura. Todavia, é necessário reconhecer que, o concreto armado tem as condições ou características que devem ser observadas, como por exemplo, realizar a mistura de proporções certas, devidas para que seja formada, posto isto, é necessário utilizar materiais adequados que um bom concreto exige.

Para Andrade (2005), a quantidade de estruturas danificadas nas construções civis era elevada, posto isto, desde a década de 90 no território brasileiro tem-se desenvolvido diversos estudos relacionados durabilidade do concreto. Incluindo, as constantes revisões normativas, que passaram a considerar requisitos de agressividade ambiental, como a NBR 6118 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2014), que dispõe sobre o Projeto de Estruturas de Concreto. Nesta norma se estabelece os parâmetros para um projeto de concreto armado levando em consideração o meio ambiente em que este está inserido.

Todavia, Andrade (2005) aborda que, mesmo conhecendo todas as normas ou padrões da construção do concreto, o maior desafio é proporcionar um entrosamento entre aqueles que estão envolvidos nos procedimentos da construção civil, isto é, arquitetos, engenheiros, projetistas, dentre outros que fazem parte da produção.

De acordo com Isaia (2005), a forma pela qual as estruturas de concreto armado reagirão está diretamente ligada aos cuidados que devem ser seguidos nas diferentes fases de fabricação, ou seja, é necessário estar atento desde o momento em que se decidiu elaborar o projeto, durante a execução, o controle de cada material a ser utilizado na fabricação e, também ao prospecto ou planejamento de manutenção.

É importante ressaltar que o concreto armado, de acordo com Figueiredo (2005) apresenta algumas limitações que necessitam de análises, sendo as principais: baixa resistência à tração, fragilidade, fissuração, peso próprio elevado, custo de fôrmas para moldagem e corrosão das armaduras. Contudo, ainda é material estrutural mais utilizado mundialmente, embora apresente tais limitações, sua utilização é predominante em elementos estruturais como: pilares, laje, piso, sapata, dentre outros. Alguns exemplos de aplicações estão expostos nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 - Concreto armado aplicado em pilares



Fonte: <https://www.concretousinado.com.br/noticias/concreto-armado/>.

Na Figura 2 é possível observar a aplicabilidade do concreto armado em pilares, é válido salientar que não se pode considerar a mesma situação para todos os pilares da construção, ou seja, as cargas podem sofrer alterações de acordo com o projeto. Portanto, é necessário seguir as orientações da norma da ABNT NBR 6118, que trata de projeto de estruturas de concreto e a NBR 14931, que trata de execução de estruturas de concreto.

Figura 3 - Concreto armado aplicado em laje e piso

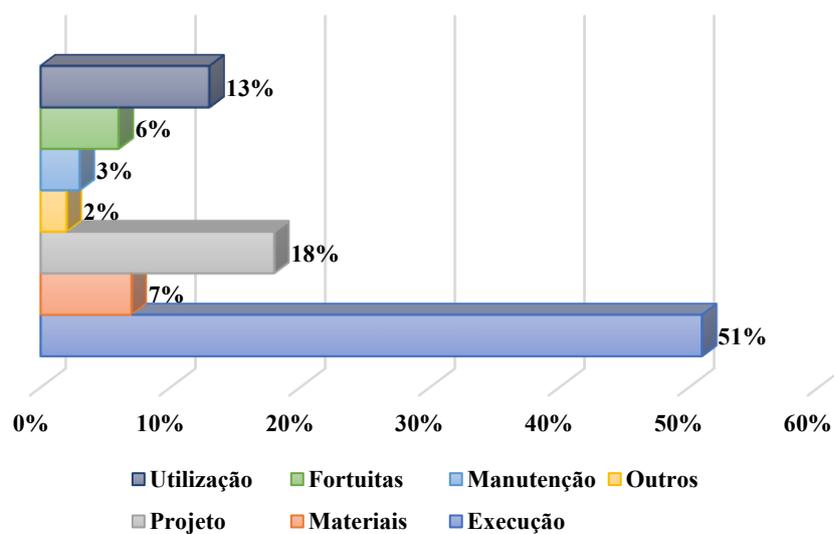


Fonte: <https://www.concretousinado.com.br/noticias/concreto-armado/>.

Na Figura 3 é possível observar a aplicação do concreto em um piso, comumente utilizado devido as suas vantagens, como o controle de fissuramento, alta durabilidade, dentre outros.

Visto que aplicação do concreto armado é ampla, a norma NBR 15575 (2013) apresenta as diretrizes de desempenho, incluindo o parâmetro de vida útil de no mínimo 50 anos para estruturas em concreto armado. No entanto, no decorrer do tempo, expõem problemas muito antes do prazo devido a muitos fatores como erros de projeto, utilização, construção, entre outros, como se pode observar na Gráfico 1, onde apresenta as principais origens de incidências de manifestações patológicas registradas no Brasil.

Gráfico 1 - Gráfico com as principais origens de patologias no Brasil



Fonte: Silva e Jonov (2011).

Conforme o Gráfico 1, a principal etapa causadora de manifestações patológicas na construção civil é a execução com 51% dos casos registrados, seguida da etapa de projeto com 18% dos casos.

Para Brandão e Pinheiro (1999), o concreto armado foi considerado um material de extrema durabilidade, visto que, construções bem antigas ainda eram vistas intactas, essa durabilidade tem se mostrado fragilizada, visto que, tem surgido de forma precoce problemas nas construções, podendo ser citados como exemplos, a segregação do concreto, a corrosão das armaduras e a degradação do concreto.

- **Segregação do concreto**

De acordo com Mehta (2008), a segregação ou degradação significa separar, ela é definida como a perda de massa ocasionada por um ataque químico expansivo de produtos dependente ao concreto ou até mesmo devido à baixa resistência ou a má execução da peça. Uma característica desta manifestação patológica é a fácil remoção do material.

Para Silva (2011), a segregação pode ser evitada, todavia, é de suma importância observar alguns cuidados a serem tomados na mistura, podendo citar como exemplo, o tamanho dos agregados (diferentes tamanhos de britas, tipo brita 1, 2 ou 3). Outro cuidado importante é a verificação da massa específica, visto que a variação entre o peso das massas específicas do agregado faz muita diferença. O excesso de água também modifica muito o resultado final do projeto, portanto, deve-se dosar com cautela a quantidade da água utilizada na mistura, visto que este excesso pode formar bolhas no concreto e, conseqüentemente haverá a segregação. A Figura 4 mostra como a segregação pode ocorrer no concreto armado

Figura 4 – Segregação do concreto



Fonte: <https://www.engenheirodeestruturas.com.br/patologia-pilar-concreto>

▪ Corrosão da armadura

Conforme Marcelli (2007) e Cascudo (2005), a corrosão nas armaduras pode ser definida como a destruição de um material no meio ambiente, tornando-o inutilizado. Tal fenômeno ocorrer por diversos fatores. Na Figura 5 é possível observar a corrosão em armaduras de uma laje e na Figura 6 é possível ver a corrosão em armaduras em pilares.

Figura 5 – Corrosão em armaduras de uma laje



Fonte: Silva (2011).

Figura 6 – Corrosão em armaduras em pilares



Fonte: Silva (2011).

Segundo Bauer (2008), o concreto é um material obrigatoriamente poroso, portanto, é permeável aos líquidos e gases que, com ações extremas e químicas, dentre outras sofrem deteriorações com o passar dos tempos. Os vazios que estão nos concretos armados ocorrem por diversos motivos, podendo citar como exemplo, o excesso de água utilizada na mistura, o ar que entra no ato da mistura, dentre outros fatores. Na Figura 7 é possível observar a deterioração do concreto.

Figura 7 – Deterioração do concreto



Fonte: Silva (2011).

A durabilidade de uma construção está diretamente relacionada a vida útil, portanto, a durabilidade não é uma propriedade específica dos materiais, e sim uma função relacionada com o desempenho deles sob determinadas condições ambientais. A expectativa quando se compra um imóvel deve boa parte à qualidade dessa edificação e isso está diretamente relacionado a uma questão temporal, expressa pela vida útil.

A ISO 13823 (2008), aborda que a durabilidade é a capacidade de uma estrutura ou de seus componentes de satisfazer, com certa manutenção planejada, os requisitos de desempenho do projeto, por um período específico sob influência das ações ambientais, ou como resultado do processo de envelhecimento natural.

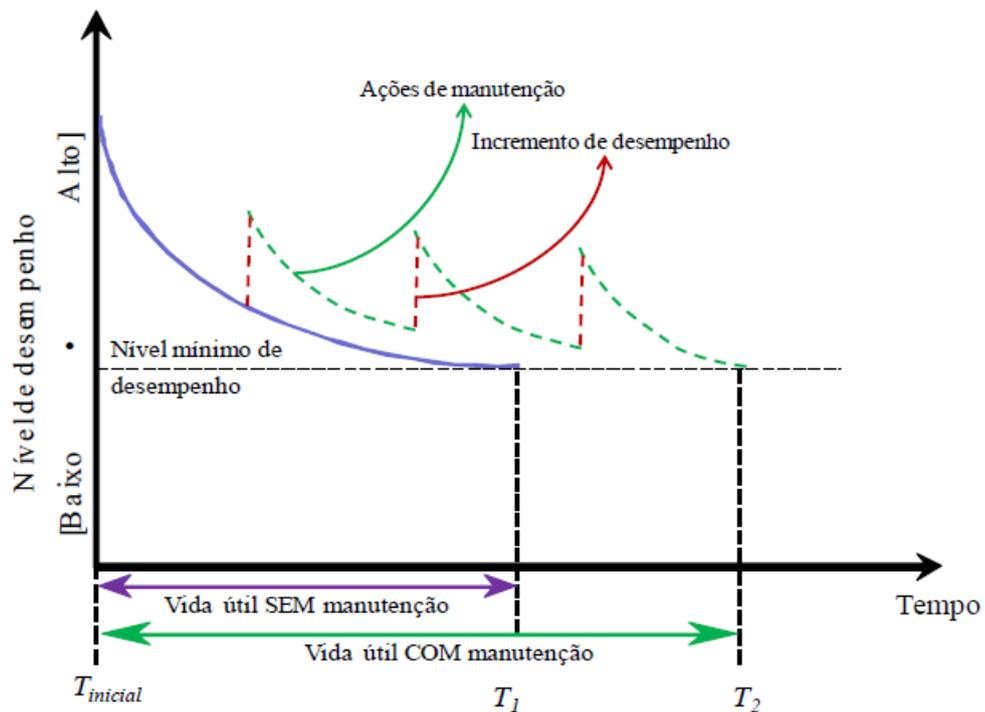
Uma construção para ser durável, requer um conjunto de decisões e procedimentos que serão adotados nas fases preliminares do projeto, com isso deve ser levado em conta o planejamento inicial e tais decisões garantem que a estrutura e os materiais desempenhem uma vida útil satisfatória. E caso ocorra algum problema com o desempenho da estrutura, torna-se necessário realizar uma análise para saber a causa e auxiliar na tomada de decisões, sempre adotando a opção mais conveniente e respeitando os pontos de vista técnicos, econômicos e socioambientais (RIPPER E SOUZA, 1998)

Na norma NBR 15575 (2013) diz que, a vida útil de uma construção é definida como: "uma medida temporal da durabilidade de um edifício ou de suas partes". À vista disso, a vida útil é determinada pelo período desde o início da operação e o uso de uma edificação até o

momento em que a mesma para de atender as exigências do usuário, sendo diretamente influenciada pelas manutenções e reparos dos mesmos.

Na Gráfico 2 é possível observar como funciona a questão da influência das ações de manutenção em uma edificação, as quais são indispensáveis para se garantir ou prolongar a vida útil de uma edificação.

Gráfico 2 – Desempenho com ou sem manutenção



Fonte: Sienge.

No Gráfico 2 é possível analisar a questão da influência da manutenção em uma edificação, a vida útil de uma edificação sem manutenção é inferior a uma com manutenção, conclui-se que a manutenção está diretamente ligada a vida útil de qualquer edificação.

Amorim (2010) afirma que, a falta de manutenção e de conhecimento por parte dos usuários sobre elementos agressivos e sobre a estrutura de concreto como a exposição prolongada a umidades, aplicação de produtos agressivos ao concreto e às armaduras, podem gerar graves problemas para a estrutura, vindo a comprometer todo o trabalho até então realizado nas etapas anteriores.

2.2 Processo construtivo para execução da superestrutura em concreto armado

Segundo Souza e Ripper (1998), desde os primórdios o homem tem se preocupado com a construção de estruturas adaptadas as suas necessidades, sejam elas habitacionais ou para outras funções. Posto isto, a humanidade acumulou um grande acervo científico ao longo dos séculos, no qual permitiu o desenvolvimento da tecnologia da construção, abrangendo a concepção, o cálculo, a análise e detalhamento das estruturas, a tecnologia de materiais e as respectivas técnicas construtivas.

Para Bertezini (2006), uma construção é composta por diversas etapas distintas que vão desde os estudos de viabilidade, prospecção de terrenos, fabricação de materiais e componentes, projetos de diversas especialidade e construção, até as operações de uso e ocupação do edifício.

Portanto, a qualidade da obra como um todo é o resultado de diversos fatores, desde o recebimento e armazenamento de materiais e da qualidade na execução de cada serviço no processo de produção, os quais serão discutidos no decorrer deste trabalho focando a etapa da superestrutura.

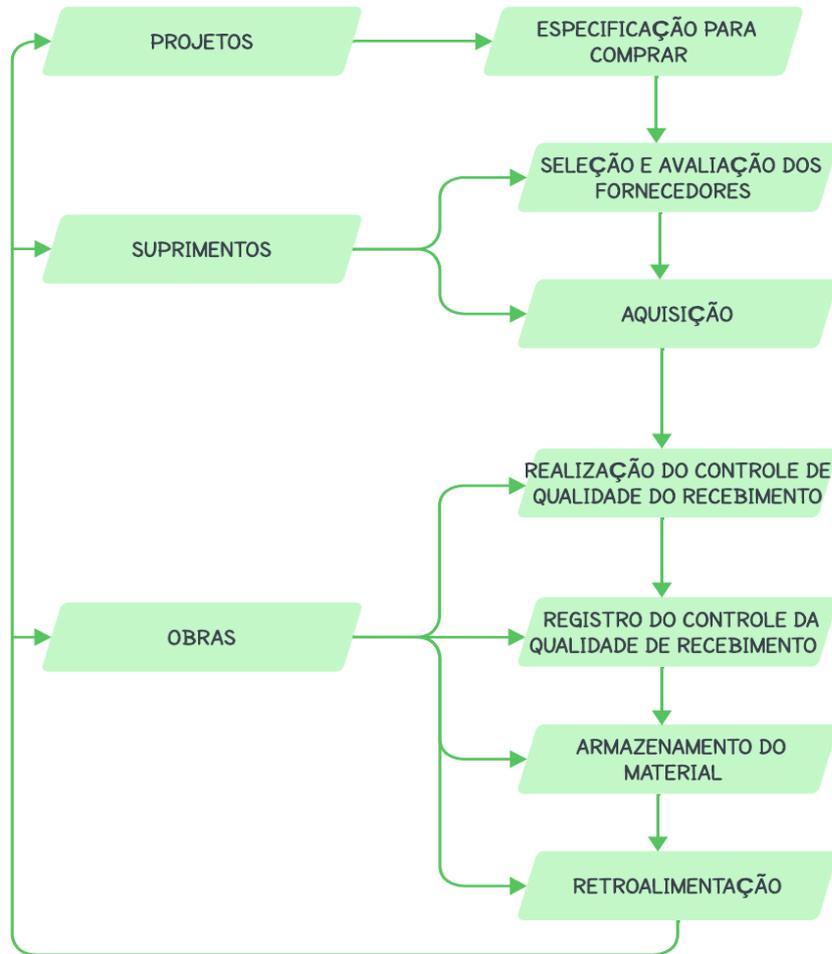
Souza e Ripper (1998) abordam que a ocorrência de problemas patológicos cuja origem está na etapa de execução é devida, basicamente, ao processo de produção, no qual é muito prejudicado por refletir, de imediato, os problemas socioeconômicos, no qual provocam baixa qualidade técnica dos trabalhadores menos qualificados, como serventes e os meio-oficiais, e mesmo do pessoal com alguma qualificação profissional.

Ainda de acordo com Souza e Ripper (1998), a inexistência de controle de qualidade na obra pode ser a maior de todas as causas relacionadas com falhas humanas, posto que se existir um controle de qualidade adequada, essas causas na sua grande maioria, seriam substancialmente reduzidas ou atenuadas suas consequências.

Para o controle de qualidade na aquisição de materiais de uma construtora, é de suma importância o empenho e a colaboração mútua de diversos setores, bem como o setor de projetos, suprimentos e a obra. O controle de qualidade envolve, dentre outros, a aquisição de materiais, Souza (1996) cita que, a qualidade na aquisição deve ser composta, no mínimo, pelos seguintes elementos: especificação técnica para a compra de materiais; controle de recebimento dos materiais na obra; orientações para o armazenamento dos materiais; seleção e avaliação dos fornecedores.

Na Figura 8 é possível observar os principais setores da empresa envolvidos na gestão de qualidade na aquisição de materiais e suas responsabilidades.

Figura 8 - Setores da gestão de qualidade na aquisição de materiais



Fonte: Souza (1996).

De acordo com a Figura 9 é possível observar que a obtenção da qualidade na obra começa na etapa da execução dos projetos, com a correta e clara especificação para a compra dos materiais, passando pela avaliação dos fornecedores e aquisição de seus materiais.

2.2.1 Fôrmas

De acordo com Souza (1996), as fôrmas possuem como principal função condicionar a geometria da estrutura acabada a certas tolerâncias dimensionadas, de modo a não causar

interferências ou danos às etapas subsequentes da construção, como a alvenaria, revestimento, dentre outras.

Para a fabricação das fôrmas utilizam-se principalmente tábuas de pinho, folhas de compensado e chapas metálicas. Para o escoramento são usualmente utilizados varões de eucalipto, peças de madeira serrada e escoramento metálicos. Além destes, outros materiais são usados, em menor escala, em situações específicas como moldes de fibra de vidro.

Para Assed e Assed (1988), para que ocorra uma concretagem uniforme e atendendo a todos os requisitos de projeto, é necessário que alguns cuidados sejam observados, sendo eles:

- As fôrmas devem obedecer rigorosamente às seções projetadas;
- As peças acabadas devem resistir ao peso do concreto e das ferragens, bem como ao peso dos operários e às vibrações de adensamento do concreto, sem apresentar deformações. Quando necessário devem ser dadas às fôrmas a contra flecha necessária para compensar a deformação provocada pelo peso do material;
- Devem ser montadas de tal forma que as laterais possam ser removidas sem a remoção da parte inferior, sendo de fácil desforma, com o intuito de facilitar o trabalho dos operários;
- Devem estar limpas, sem serragens e pedaços ou lascas de madeira;
- Deve ser feita uma perfeita vedação para evitar o escorrimento da pasta de concreto;
- Devem ser molhadas, antes do lançamento do concreto, até o saturamento, de maneira que não absorvam a água de amassamento do concreto;
- Permitir a utilização das fôrmas tantas vezes quanto o planejado, utilizando desmoldantes para aumentar a vida útil do material (ASSED E ASSED, 1988),

De acordo com a NBR 6118, é necessário tomar alguns cuidados quanto ao escoramento, o mesmo deverá ser projetado de modo a não sofrer, sob a ação de seu peso, do peso da estrutura e das cargas acidentais que possam atuar durante a execução da obra, deformações prejudiciais à forma da estrutura ou que possam causar esforços no concreto na fase do endurecimento.

2.2.2 Armação

De acordo com Yazigi (1998), os produtos de aço para o concreto estrutural podem ser divididos nos seguintes tipos, sendo eles: vergalhões e arames para concreto armado (barras e

fios); telas de aço soldado; fios e cordoalhas para concreto protendido; barras para concreto protendido; e fibras de aço.

Cada um destes produtos requer cuidados especiais desde a especificação de projetos, compra, recebimento, armazenamento e utilização. É necessário que todos os materiais sejam guardados em um local seco e separadas de acordo com a sua disponibilidade de espaço do canteiro de obras. A NBR 6118, adverte quanto ao emprego de diferentes qualidades de aço, no qual deverão ser tomadas as devidas precauções para que não ocorram trocas acidentais.

Assed e Assed (1988) citam que, de modo geral as barras de aço destinadas à armadura de peças de concreto armado devem apresentar homogeneidade quanto às suas características geométricas e mecânicas e estarem isentas de defeitos como bolhas, fissuras ou corrosão. A NBR 61118 também aborda que os aços devem estar isentos de qualquer substância que prejudique a aderência do concreto ao mesmo e deve ser protegido por uma camada de concreto de espessura especificado na norma.

2.2.3 Concretagem

De acordo com Yazigi (1998), o concreto de cimento Portland é um material constituído por um aglomerante, pela mistura de um ou mais agregados e água. Posto isto, deverá apresentar, quando recém misturado, propriedades de plasticidade tais que facilitem seu transporte, lançamento e adensamento e, quando endurecido, propriedades que atendam ao especificado em projeto quanto a resistência à compressão e à tração, módulo de deformação, dentre outros.

De acordo com a ASTM C 125-936, a consistência do concreto é medida por meio do ensaio de abatimento do tronco de cone ou slump test. Portanto, este parâmetro está diretamente relacionado a trabalhabilidade do concreto, definido como “energia necessária para manipular o concreto fresco sem perda considerável da homogeneidade”.

É importante salientar que de acordo com a ABNT NBR 12655:2006, para o caso de concreto produzido em central, bem como obrigatório o ensaio de abatimento do tronco de cone a cada betonada. O ensaio de abatimento de tronco de cone a ser realizado no recebimento do concreto está descrito pela ABNT NBR 67:1998, sendo utilizado os seguintes instrumentos:

- Molde: em formato de tronco de cone oco, produzido em metal não facilmente atacável pela pasta de cimento e com espessura igual ou superior a 1,5mm. A superfície interna

deve ser lisa, livre de quaisquer protuberâncias ou irregularidades. As dimensões padronizadas são:

- Diâmetro da base inferior: $200\text{mm} \pm 2\text{mm}$
 - Diâmetro da base superior: $100\text{mm} \pm 2\text{mm}$
 - Altura: $300\text{mm} \pm 2\text{mm}$
-
- Haste de compactação: haste reta, de aço ou outro material que seja adequado, com seção transversal cilíndrica, 16 mm de diâmetro, 600 mm de comprimento e extremidades arredondadas;
 - Placa de base: placa que serve de apoio para o molde, deve ser plana, pode ser quadrada ou retangular, suas dimensões de lado não devem ser menores que 500 mm, espessura de, no mínimo 3 mm e deve ser metálica (ABNT NBR 67:1998).

Figura 9 – Equipamentos utilizados no ensaio de abatimento do tronco de cone



Fonte: Coutinho (2005).

É importante salientar que antes da concretagem é necessário proceder a conferências das fôrmas e das armaduras. Para o lançamento do concreto é necessário verificar se o concreto não iniciou o processo de pega. Neste caso a concretagem ficará impossibilitada.

Segundo a NBR 6118, após a concretagem das peças é realizado o adensamento do concreto, este tem por finalidade reduzir o volume de vazios do concreto. Normalmente, o adensamento é realizado com o auxílio de vibradores. O adensamento deverá ser cuidadoso, para que o concreto preencha todos os recantos da fôrma. Durante sua execução deverá ser tomadas precauções necessárias para que não se formem ninhos ou haja segregação dos materiais.

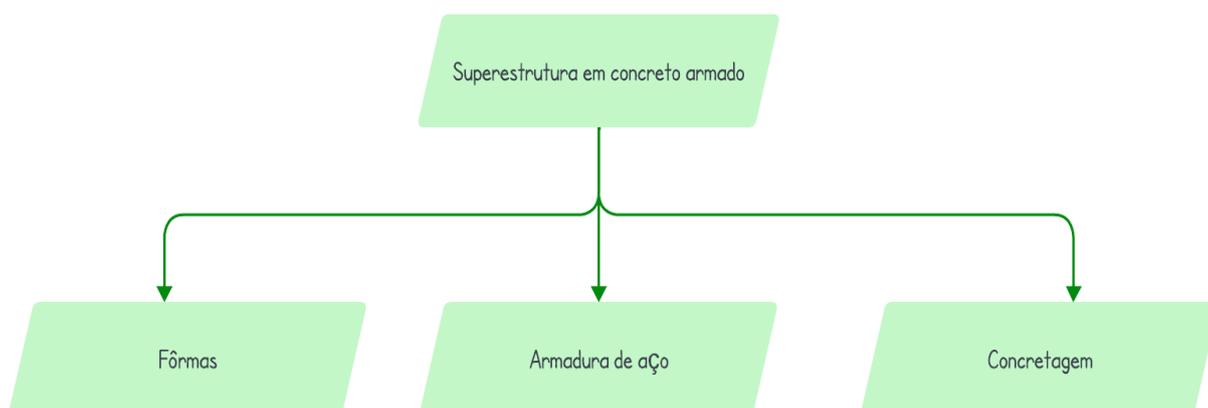
2.3 Os indicadores da qualidade no processo construtivo

De acordo com Costa (2003), a construção civil possui a característica de ter cada empreendimento apresentando um conjunto de peculiaridades quanto a sua realidade, elementos funcionais, instalações, orçamentos e prazos específicos. Posto isto, o setor da construção civil tem a necessidade de um conjunto de indicadores que possam ser adaptados às mais diversas realidades a que esteja submetido.

Portanto, ao se analisar as etapas de um processo construtivo de uma edificação, percebe-se que existem diversos pontos de controle de qualidade e melhorias possíveis de serem realizadas em função dos resultados alcançados ou não-conformidades geradas.

Estipulou-se que, no primeiro momento, o controle de qualidade e produtividade pode ter início no recebimento dos materiais para a execução da superestrutura em concreto armado e posto isso ser realizadas as verificações para melhoria incremental do processo construtivo em três etapas na execução das peças de concreto armado *in loco*, bem como mostra na Figura 10. A partir dos resultados obtidos com a implantação dos indicadores nessa etapa construtiva, estes podem ser adaptados e utilizados nas demais etapas do processo.

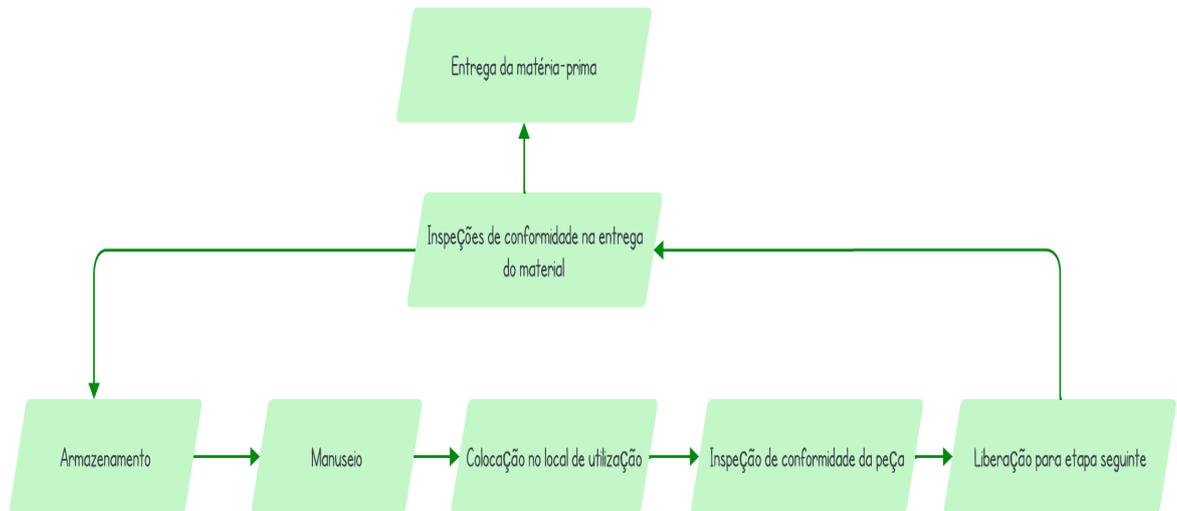
Figura 10 - Etapas construtivas em que serão realizadas as verificações



Fonte: Rocha (2007), adaptado pela autora.

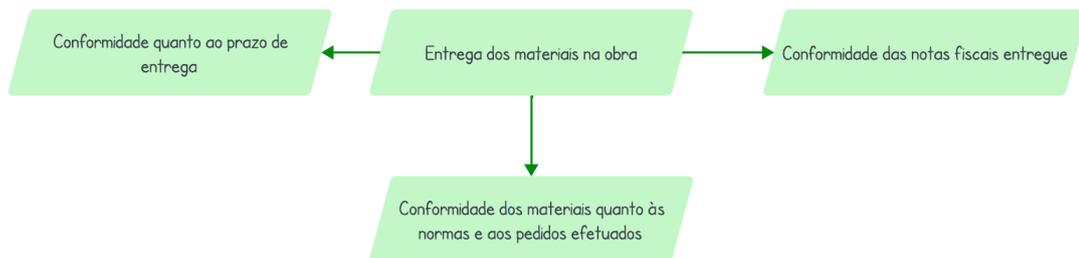
A Figura 11 mostra os dois pontos onde são propostas as inspeções de não-conformidades, sendo elas: na entrega dos materiais à obra e na conclusão de cada fase. Esses dois momentos foram idealizados dentro de um fluxograma de sequência resumido desde a chegada dos materiais à obra até a utilização destes materiais.

Figura 11 - Fluxograma resumido de sequência de atividades



Fonte: Rocha (2007), adaptado pela autora.

Figura 12 - Itens de inspeção de conformidade na entrega dos materiais à obra



Fonte: Rocha (2007), adaptado pela autora.

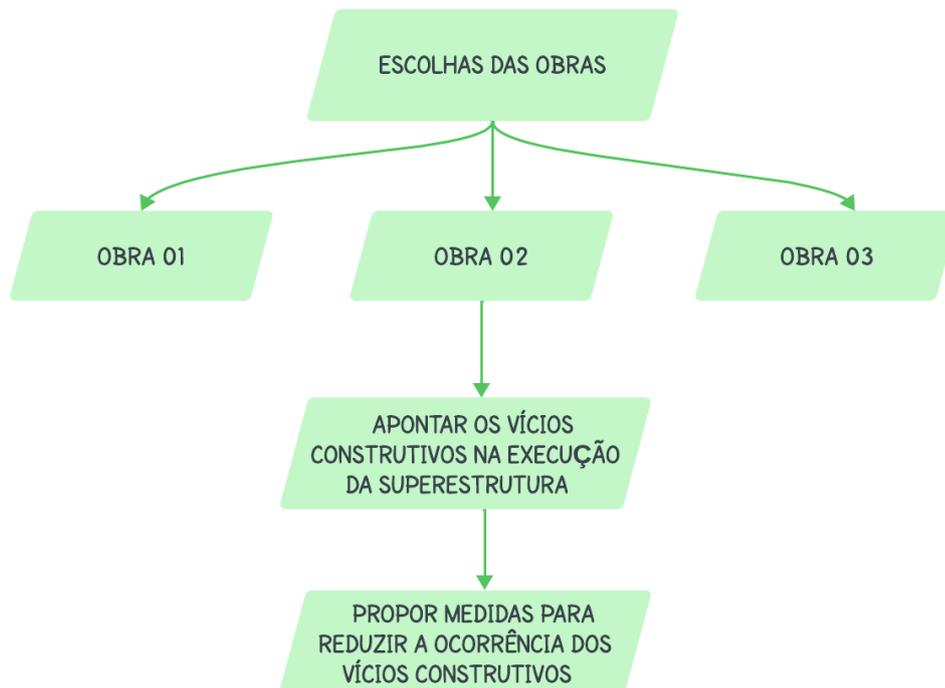
De acordo com Rocha (2007) uma segunda etapa da proposta para a implantação dos indicadores da qualidade na fase de execução das peças de concreto armado moldadas in loco, de modo que possam ser obtidas melhorias no processo construtivo de forma incremental, onde serão realizadas inspeções em três fases dentro da execução das peças de concreto armado, sendo elas: no término da execução das fôrmas; no momento da colocação das armaduras de aço no local de utilização; no ato da desforma das peças de concreto; na produção do concreto; no adensamento, etc.

Sendo assim, pretende-se rastrear tanto as não-conformidades ocasionadas por questão de problemas oriundos da entrega de materiais quanto as ocasionadas pela mão de obra.

3 METODOLOGIA

O método utilizado para a elaboração do presente trabalho, tomou como base um estudo de caso associado a uma revisão da literatura, tendo como estrutura um ponto de vista crítico e descritivo acerca do tema abordado. Na Figura 13 é possível analisar o fluxograma da metodologia desta pesquisa.

Figura 13 – Fluxograma da metodologia de pesquisa



Fonte: Autora (2023).

Este capítulo visa abordar sobre o tipo de pesquisa e mecanismos para o desenvolvimento do estudo. Inicialmente, é apresentado o tipo de pesquisa, na sequência, os procedimentos para aquisição de dados e para finalizar, a caracterização das obras em análise.

3.1 Tipo de pesquisa

O presente trabalho corresponde a uma pesquisa exploratória, oportunizando a familiarização com o conteúdo e bases para estudos futuros. Outrossim, a pesquisa tem

abordagem qualitativa e a obtenção de dados sucedeu de maneira primária, por meio de um estudo de caso, com a finalidade de compreender o contexto real de obras.

Segundo Chizzotti (1995, P. 102), estudo de caso “é a pesquisa para coleta e registro de dados de um ou vários casos, para organizar um relatório ordenado e crítico ou avaliar analiticamente a experiência com o objetivo de tomar decisões ou propor ação transformadora.”

Ademais, o estudo segue a metodologia de pesquisa-ação, tendo em vista a interação e inserção do seguimento do trabalho nas obras em análise, de forma que se desenvolveu por meio da observação das etapas construtivas e realização de questionário para aquisição de dados, os quais designam bases importantes para a elaboração de medidas para evitar falhas durante a execução da superestrutura.

3.2 Aquisição de dados

Os dados foram obtidos por meio de visitas semanais e verificação de projetos de três obras residenciais no período de 13/02/2023 a 13/07/2023, no qual a etapa construtiva observada é execução da superestrutura, em estruturas independentes de concreto armado. É válido mencionar que as obras tinham acompanhamento técnico do engenheiro civil responsável pelas três obras, com frequência de uma visita por semana, o qual representava o único meio de gestão de qualidade.

Essa fase construtiva compreende essencialmente a execução de pilares, vigas e lajes. Nesse período, com relação ao controle do concreto, foi observado o traço, lançamento e adensamento. Em referência aos elementos estruturais, foi verificado se estavam sendo respeitadas às seções mínimas e o cobrimento da armadura adequado. Para a coleta de dados foram realizadas as seguintes atividades:

- Vistoria e acompanhamento do serviço;
- Aplicação de questionário, presente no (Apêndice A) do trabalho, sendo realizado com o mestre de obra e um pedreiro com mais anos de experiência de cada obra.

3.2.1 Identificação dos vícios construtivos

Através da realização de visitas técnicas semanais para observação de etapas construtivas da superestrutura das edificações, foi possível identificar as principais falhas executivas. Para Bacich (2015) a observação participante permite conhecer o contexto real por meio da interação com o fenômeno observado, essa técnica possibilita obter uma diversidade de informações e situações, configurando a forma mais eficiente para entender a realidade vigente.

Para a execução da vistoria dos serviços foram considerados os requisitos da NBR 6118/2014, com relação aos valores mínimos de cobrimento das armaduras com relação ao ambiente de exposição, da NBR 14931/2004, com referência as recomendações do processo de adensamento do concreto e também, lançamento do concreto, a NBR 12655/2015 como base para seguimento dos requisitos referentes a preparo e controle tecnológico do concreto e a NBR 15575/2013, com referência as recomendações do desempenho, durabilidade e vida útil da edificação.

Como forma de complementar a aquisição de dados, foi realizado um questionário, apresentado no (Apêndice A) do trabalho, com perguntas dicotômicas, com a finalidade de compreender as principais dificuldades e adversidades para a concretização dos serviços de maneira satisfatória.

Nesse contexto, é oportuno salientar que o questionário foi realizado com o mestre de obras e um pedreiro de cada obra, totalizando 6 participações, sendo feitas 6 perguntas abertas acerca da execução dos principais elementos que compõem a superestrutura das edificações, sendo uma parte atrelada ao concreto, realizando questionamentos sobre preparo, lançamento, adensamento do concreto, e outra parte atrelada ao cobrimento e dimensões dos elementos estruturais.

3.2.2 Elaboração de medidas para aperfeiçoamento

A identificação dos vícios construtivos juntamente com a experiência do responsável técnico pelas obras permitiu conhecer as principais dificuldades e adversidades presentes no

canteiro de obras e a partir disso, efetuar a elaboração de medidas executáveis para aperfeiçoar práticas nos processos executivos e conseqüentemente obter uma edificação de qualidade.

- **01° Passo:** construir medidas para garantir a qualidade das execuções, é a observação da realização dos serviços, a qual permite conhecer o contexto real das obras, e obter bases para planejar condutas que evitem a recorrência de falhas identificadas nesse momento.
- **02° Passo:** é a comunicação, realizada em forma de questionário, como forma de compreender as limitações e obstáculos para efetivação dos serviços de maneira satisfatória.
- **03° Passo:** buscar na literatura diretrizes de natureza técnica para qualificar processos executivos.

3.3 Caracterização das obras visitadas

A pesquisa desenvolveu-se em três obras, durante a fase de execução da superestrutura, localizadas em Sobral - CE, sendo uma de alto padrão e duas de médio padrão, situadas em ambiente urbano, o qual caracteriza uma classe de agressividade II, de acordo com a NBR 6118.

Nesse contexto, é relevante mencionar que as construções são de concreto armado, em que as lajes, vigas e pilares, são elementos que integram a superestrutura e desempenham um papel fundamental na transmissão de cargas da edificação. Esses elementos estruturais são compostos essencialmente por aço e concreto, representando importantes elementos para serem observados durante a execução para garantir o bom desempenho da edificação.

3.3.1 *Obra 1*

Edificação residencial unifamiliar de alto padrão, localizada no condomínio Moradas em Sobral, contêm 2 pavimentos e 382,80 m² de área construída, o pavimento inferior é possível ser observado na Figura 14 e o pavimento superior apresentado na Figura 15.

A Figura 15 permite verificar que a edificação não é pavimento tipo, ou seja, os pavimentos térreo e superior não se repetem, mas com base no projeto estrutural, os pilares coincidem nos dois pavimentos e apresenta pé-direito duplo, o qual exige um reforço da estrutura, por feito que vigas e pilares devem ser bem dimensionados para resistir à altura.

Quadro 01 – Informações complementares Obra 01

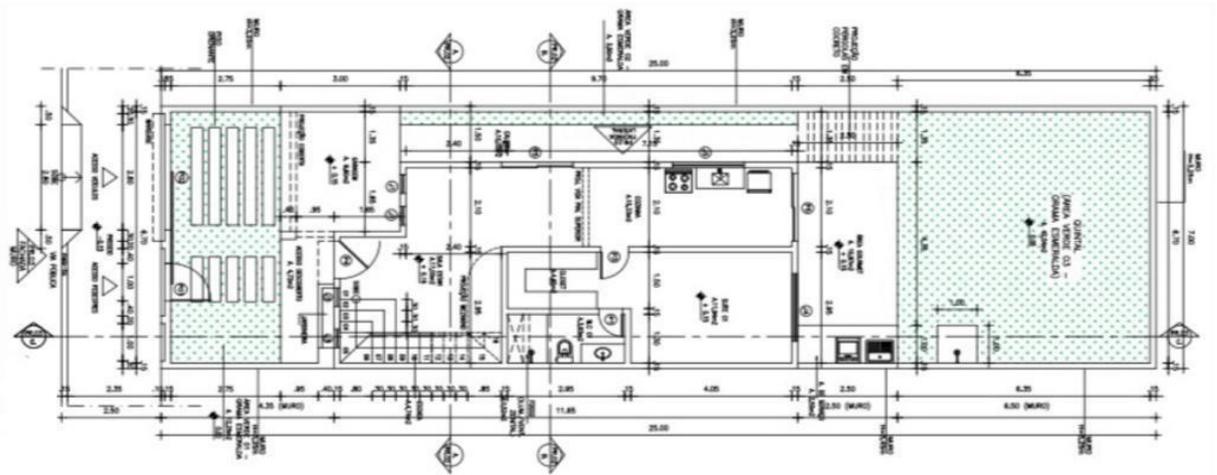
PILAR	27
LAJE	40
VIGA	59
CONSUMO DE AÇO	CA 50: 3.360,20 kg
	CA 60: 1.663,80 kg
CONSUMO DE CONCRETO	48,02 m ³

Fonte: Autora (2023).

3.3.2 Obra 2

Edificação residencial unifamiliar, localizada no bairro Boa Vizinhança em Sobral, contém 2 pavimentos e 122,25 m² de área construída, o pavimento inferior é possível ser observado na Figura 16 e o pavimento superior é observado na Figura 17.

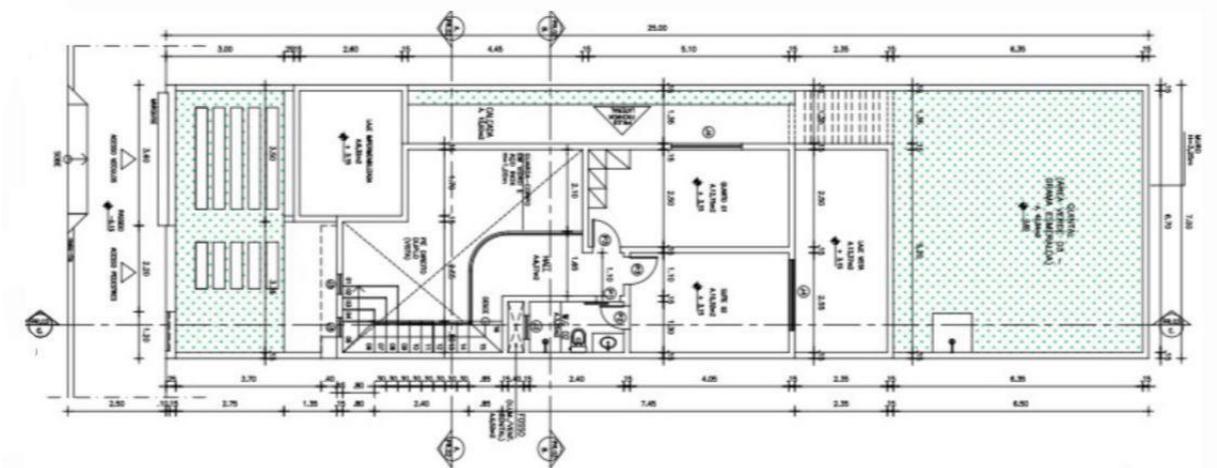
Figura 16 – Planta Baixa Obra 02 - Pavimento 1



Fonte: Autora (2023).

A Figura 16 torna possível certificar que a edificação não possui grandes vãos.

Figura 17 – Planta Baixa Obra 02- Pavimento 2



Fonte: Autora (2023).

A Figura 17 possibilita verificar que a edificação apresenta pé-direito duplo, traduzindo a necessidade de reforçar os elementos estruturais.

Quadro 02 – Informações complementares Obra 02

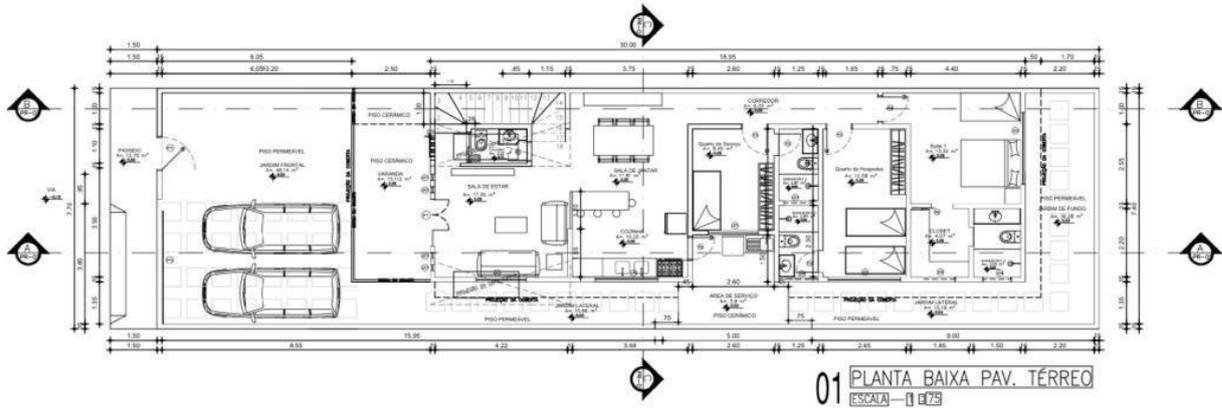
PILAR	20
LAJE	28
VIGA	36
CONSUMO DE AÇO	CA 50: 1.567,40 kg
	CA 60: 1.008,60 kg
CONSUMO DE CONCRETO	30,43 m ³

Fonte: Autora (2023).

3.3.3 Obra 3

Edificação residencial unifamiliar de médio padrão, localizada no bairro Campo dos Velhos em Sobral, contém 2 pavimentos e 252,44 m² de área construída, na Figura 18 é possível observar o pavimento inferior e na Figura 19 é possível observar o pavimento superior.

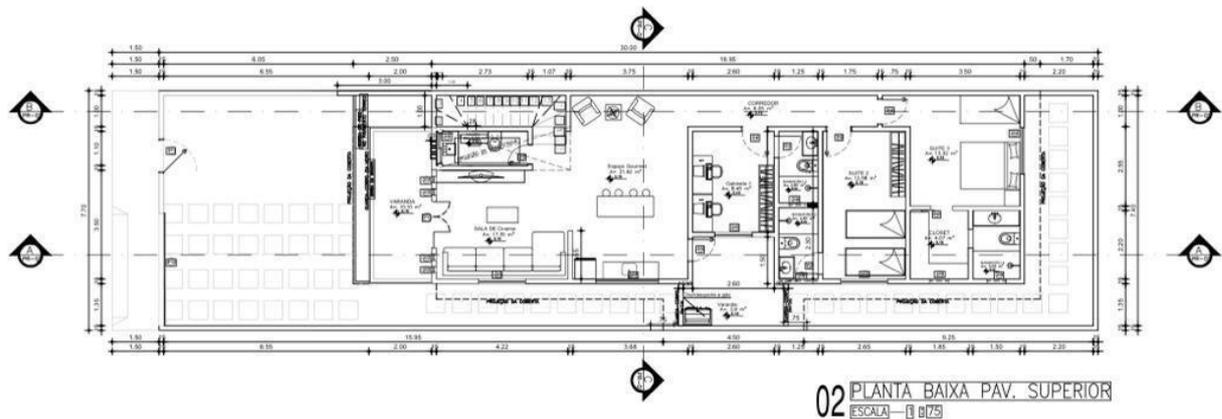
Figura 18 - Planta Baixa Obra 03- Pavimento 1



Fonte: Autora (2023).

Na Figura 18 é possível observar que a sala e o ambiente que integra cozinha e sala de jantar apresenta vão expressivo, indicando a necessidade de reforçar a estrutura.

Figura 19 - Planta Baixa Obra 03- Pavimento 2



Fonte: Autora (2023).

A Figura 21 oportuniza identificar que a edificação se trata de um pavimento tipo, ou seja, pavimento térreo e superior são iguais, facilitando a execução, levando em consideração que vigas e pilares coincidem e os processos executivos se repetem, como por exemplo, a concretagem dos elementos estruturas, no tocante de fôrmas.

Quadro 03 – Informações complementares Obra 03

PILAR	24
LAJE	32
VIGA	41
CONSUMO DE AÇO	CA 50: 1.893,30 kg
	CA 60: 1.307,60 kg
CONSUMO DE CONCRETO	35,89 m ³

Fonte: Autora (2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção serão apresentados os resultados obtidos durante as visitas às obras, que ocorreram no período de 13/02/2023 a 13/07/2023. Primeiramente, são elencados os vícios construtivos identificados, destacando a frequência de recorrência, seguido do impacto causado por cada falha executiva e a motivação para ocorrência.

Nesse seguimento, essas informações permitem compreender os obstáculos na concretização de serviços com qualidade e a partir disso, são descritas medidas elaboradas para aperfeiçoar o processo executivo da superestrutura.

4.1 Vícios construtivos identificados

Os principais vícios construtivos identificados estão elencados na Tabela 1 e a frequência de recorrência desses dados está apresentada no Gráfico 1. Vale destacar que nas obras estudadas não foram realizados os ensaios de aceitação do concreto, como o abatimento de tronco de cone e a resistência à compressão aos 28 dias, previstos pela NBR 16655 (ABNT, 2015)

Tabela 1 - Vícios construtivos identificados

CÓDIGO	VÍCIOS CONSTRUTIVOS	OBRA 1	OBRA 2	OBRA 3
V1	Falha no adensamento do concreto	X	X	
V2	Falha no lançamento do concreto	X		
V3	Falta de cobrimento das armaduras	X	X	X
V4	Traço do concreto inadequado	X	X	X
V5	Incompatibilização de projetos	X	X	

Fonte: Autora (2023).

A Tabela 1 permite observar os vícios construtivos identificados nas obras em estudo, nota-se que a maior parcela de falhas é relacionada aos processos referentes ao concreto, como preparação, lançamento e adensamento. Sendo, o traço inadequado do concreto (V4) e a falta de cobrimento das armaduras (V3) presentes em todas as obras. Em seguida, a incompatibilização de projetos se mostrou presente nas obras 1 e 2.

A falha no adensamento do concreto foi identificada nas obras 1 e 2. Na obra 1 o adensamento ocorria com a utilização de vibrador de imersão, não sendo seguido os requisitos normativos da ABNT NBR 14931:2004, que faz recomendações acerca do processo de adensamento de evitar o contato do vibrador com as paredes das fôrmas que resulta em vazios favorecendo a formação de bolhas de ar na superfície da peça. Também é recomendado pela norma que o vibrador seja retirado quando a superfície apresentar brilhante, o que não ocorria, permanecendo o vibrador mais tempo inserido no concreto, caracterizando o excesso de vibração. Dessa forma, contribuindo para a ocorrência de segregação do concreto, conforme mostra a Figura 20.

Figura 20 - Falha no adensamento do concreto – Obra 01



Fonte: Autora (2023).

A visualização da Figura 22 permite observar a segregação dos materiais em pilar, de modo que o concreto não preencheu o elemento estrutural de forma homogênea.

Por outro lado, a ausência de adensamento foi identificada na Obra 2, como mostra a Figura 21. Identificou-se que esse procedimento não era realizado, nem de forma manual e nem mecânica, devido a carência de orientação profissional, pela falta do equipamento – agulha de imersão, e pela ausência de energia. Por consequência, foi verificada a ocorrência da segregação do concreto.

Figura 21– Falha no adensamento do concreto – Obra 02



Fonte: Autora (2023).

A Figura 21 mostra a formação de ninhos devido à segregação do concreto em pilar. Nesse contexto, é válido mencionar que a segregação do concreto pode ocorrer devido ao excesso ou falta de adensamento e também pode ser resultado de outros fatores, os quais são abordados na discussão desse trabalho.

Com relação a falha no lançamento do concreto, a qual foi vista na obra 1, as recomendações da ABNT NBR 1493:2004 acerca da altura do lançamento do concreto não foram respeitadas, superando a altura de 2 m que não é indicada pela norma devido ao risco de ocorrer segregação, como mostrado na Figura 22.

Figura 22 - Falha no lançamento do concreto – Obra 01



Fonte: Autora (2023).

A Figura 22 aborda a concretagem de um pilarete sendo realizada em todo prolongamento do elemento estrutural, sendo que as recomendações de dimensões mínimas exigidas pela ABNT NBR 6118:2014 foram respeitadas no decorrer da execução.

A respeito da falha no cobrimento das armaduras, identificada nas três obras, vale destacar que se utilizou apenas o critério visual, assim foram considerados apenas casos extremos. A inspeção visual não permite identificar a insuficiência de cobrimento, que não são possíveis de visualizar após o elemento ser concretado. Contudo, os projetos estruturais dessas edificações indicavam o cobrimento mínimo de 3 cm para pilares, vigas e escada e para as lajes o cobrimento de 2,5 cm, designando valores necessários e importantes para a proteção das armaduras, tendo em vista que essas edificações estão situadas em ambiente urbano, o qual é classificado por meio da NBR 6118 como classe de agressividade II.

O não atendimento aos critérios do projeto decorre da cultura dos executores de não usar espaçadores antes de concretar o elemento estrutural. Além disso, não cobrança e fiscalização para garantir o atendimento aos detalhes de projeto, inclusive, não eram comprados e nem fabricados espaçadores no canteiro de obras.

Na obra 1 foi observado que trechos da escada estava com armadura exposta, como apresentado na Figura 23. Nesse caso, essa falha decorreu tanto da falta de uso dos espaçadores quanto da execução das fôrmas que não considerou o cobrimento.

Figura 23 - Armadura exposta – Obra 01



Fonte: Autora (2023).

Na obra 2 foi identificado o cobrimento insuficiente da armadura da laje do pavimento térreo durante o lançamento do concreto, conforme apresentado na Figura 24.

Figura 24 - Falha no cobrimento de armaduras – Obra 02



Fonte: Autora (2023).

A Figura 26 exibe a medição da camada de cobrimento da armadura, em que foi encontrado apenas 1 cm de cobrimento na armadura de distribuição, indicando também que as vigotas não apresentam cobrimento adequado, contudo foram respeitadas as dimensões mínimas exigidas pela ABNT NBR 6118:2014.

Na obra 3 foi encontrado alguns trechos de pilares com armadura exposta, como reportado na Figura 25.

Figura 25 - Armadura exposta – Obra 03



Fonte: Autora (2023).

A Figura 25 mostra as barras de aço do pilar expostas a agentes externos que podem afetar o desempenho das armaduras.

O traço inadequado do concreto também foi observado nas três obras. É importante destacar que a proporção dos materiais deve ser medida em conformidade com a trabalhabilidade e a resistência à compressão pretendidas. A primeira está relacionada a fluidez e consistência, podendo ser quantificada por meio ensaio de abatimento do tronco de cone (BARBAR, 2016). A segunda está relacionada com a capacidade portante do elemento estrutural em uso, além de se relacionar com a durabilidade da edificação.

Contudo, foi observado durante as visitas as três obras e por meio de informações extraídas do questionário aplicado, que o traço era executado de maneira manual e não sucedia de forma satisfatória, em razão da falta de controle de produção e não seguimento do traço definido por profissional habilitado, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Traços de concreto

TRAÇO RECOMENDADO	TRAÇO ENCONTRADO NAS OBRAS 1 E 3	TRAÇO ENCONTRADO NA OBRA 2
1 saco de cimento	1 saco de cimento	1 saco de cimento
4 latas de areia	4 latas de areia	5 e meia latas de areia
5 latas e meia de brita	6 latas e meia de brita	4 latas de brita
22,5 litros de água	23 litros de água	22,5 litros de água
TRAÇO EM VOLUME:		
1:4:5:0,45	1:4:6,5:0,46	1:5,5:4:0,45

Fonte: Autora (2023).

A Tabela 2 apresenta a comparação entre o traço do concreto recomendado pelo engenheiro civil responsável pelas obras e os traços encontrados na execução das obras e permite verificar a diferença entre as misturas nas três construções.

Nesse sentido, os trabalhadores encarregados de preparar concreto, de forma manual, não respeitaram as recomendações de proporção dos materiais, seguindo quantidades baseadas em suas experiências práticas, de forma que nas obras 1 e 3 a proporção de areia está sendo respeitada, mas a quantidade de brita aumentou 15,39% do que foi recomendado e também a medida de água foi aumentada em 9,78%. Já na obra 2 a quantidade de areia acresceu em 27,27%, a medida de brita foi reduzida em 27,27% e de água diminuída em 9,78%.

Dentre os fatores do traço, a relação água/cimento exerce um papel fundamental. Essa relação é diretamente relacionada com a resistência à compressão do concreto, que é a propriedade responsável por resistir aos esforços de compressão (HELENE; TERZIAN, 1993). Além disso, ressalta-se que outros fatores também podem interferir nessa propriedade, como a heterogeneidade dos materiais que constituem o concreto, lançamento, adensamento e cura.

De acordo com a NBR 6118 (2014), os valores da relação água/cimento deve variar entre 0,65 a 0,45 para garantir a segurança em função da classe de agressividade, como apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Relação água/cimento em correspondência com a classe de agressividade

<i>Concreto^a</i>	<i>Tipo^{b,c}</i>	CLASSE DE AGRESSIVIDADE			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

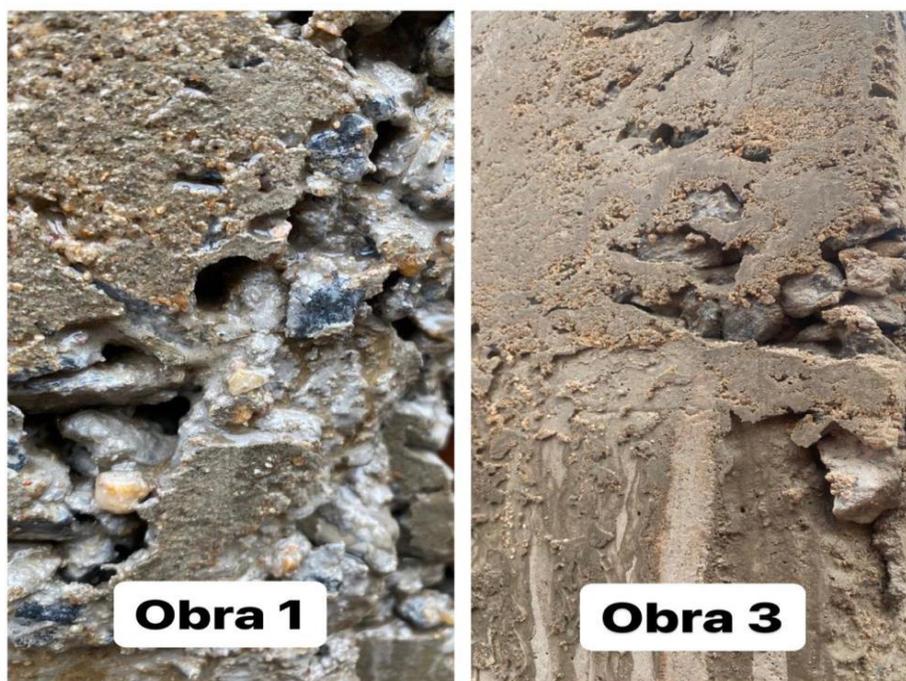
- a) O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655
- b) CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado
- c) CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido

Fonte: NBR 6118 (2014), adaptado pela autora.

Com base na análise da Tabela 3 e a classe de agressividade de obras urbanas, a qual exhibe relação água/cimento menor ou igual a 0,60, os valores apresentam-se adequados. No entanto, o aspecto dos concretos observados *in loco* não configurava concretos com relação água/cimento de 0,45 e 0,46. Possivelmente, os valores informados pelos colaboradores e responsável técnico não foram utilizados, isso indica que não há medição da quantidade de água utilizada, sendo dosada empiricamente.

A desproporcionalidade de materiais nas obras 1 e 3 pode ser percebida na Figura 26, que ocorreu o excesso de agregado graúdo (brita) em relação a quantidade de argamassa e de pasta de cimento.

Figura 26 - Falha no traço do concreto – Obra 01 e Obra 03



Fonte: Autora (2023).

A visualização da Figura 28 permite perceber, nas obras 1 e 3, a deficiência na no teor de argamassa e/ou no teor de pasta de cimento, de modo que o agregado graúdo fique exposto. Dessa forma, resultando em um concreto menos coeso, dificultando os processos de lançamento e adensamento e conseqüentemente favorecendo a ocorrência de segregação (BORGES;

CARREIRO, 2017). O mesmo fenômeno também foi observado na obra 2, conforme a Figura 27.

Figura 27 - Falha no traço do concreto – Obra 02



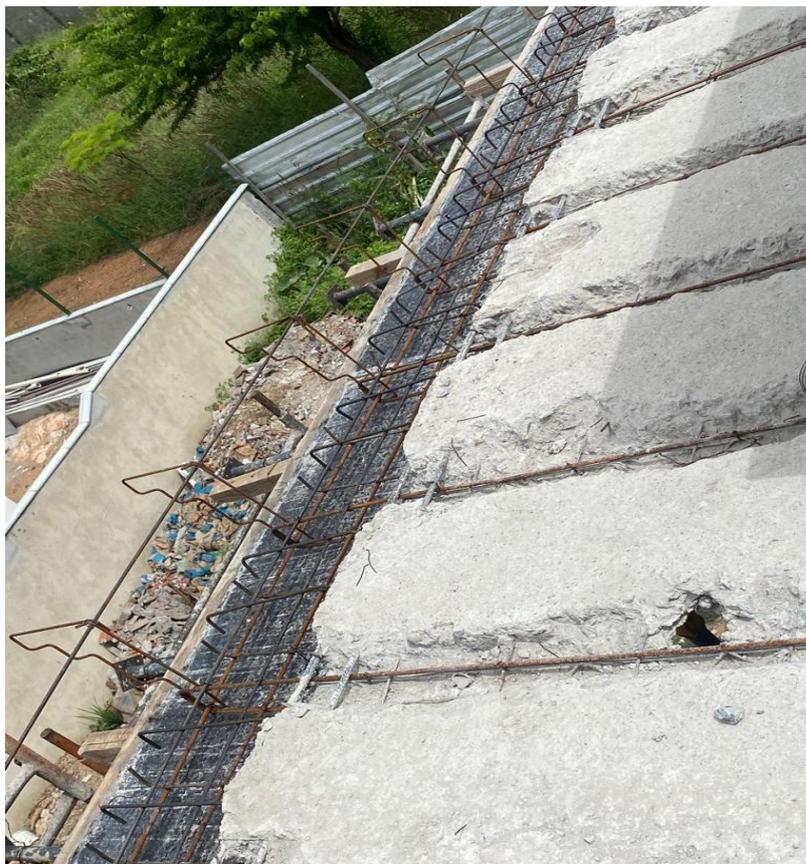
Fonte: Autora (2023).

É importante mencionar que uma das limitações dessa pesquisa é a ausência de uma investigação mais aprofundada a respeito das características e propriedades dos materiais empregados. Tendo em vista, a indisponibilidade de recursos e tempo para realizar os procedimentos de caracterização dos materiais e ensaios no concreto. Contudo, os aspectos observados visualmente são indícios que apontam para concretos menos resistente e com menor durabilidade (BORGES; CARREIRO, 2017).

Por fim, a incompatibilização de projetos identificada nas obras 1 e 2 podem afetar o desempenho de elementos estruturais, através de retrabalhos em decorrência de erros e oposições entre projetos constatados ao longo do processo construtivo. Desse modo, pode-se inferir que as interferências entre projetos ocasionam danos a estrutura.

Na obra 1 houve discordância entre projeto arquitetônico e projeto estrutural, conforme apresentado na Figura 28, de tal forma que alguns detalhes arquitetônicos não constavam no projeto estrutural. Nesse contexto, é válido salientar que a obra foi executada conforme o projeto estrutural, que não constava algumas extensões de armaduras necessárias para efetuar detalhes arquitetônicos.

Figura 28 - Falha na compatibilização de projetos – Obra 01



Fonte: Autora (2023).

A Figura 28 mostra parte do concreto da laje do segundo pavimento fraturada para inserir armaduras necessárias para executar detalhes arquitetônicos, causando pontos frágeis e conseqüentemente, interferindo no desempenho da estrutura.

Esse vício construtivo também aconteceu na obra 2, em que o projeto hidráulico não estava em harmonia com o projeto estrutural, sendo realizada a quebra de alguns pilares para passagem de tubulações, conforme mostra a Figura 29.

Figura 29 - Falha na compatibilização de projetos – Obra 02



Fonte: Autora (2023).

A Figura 31 apresenta ruptura de pilar para passagem de tubulação hidráulica, de forma que sensibiliza o elemento estrutural, impactando no seu desempenho e, conseqüentemente, na resistência mecânica.

4.2 Medidas para reduzir a ocorrência dos vícios construtivos na fase de execução da superestrutura em estruturas de concreto armado

O levantamento dos principais erros e falhas presentes na execução das três obras estudadas permitiu a proposição de medidas que possam ser implantadas imediatamente, visando a redução dos problemas elencados anteriormente.

Inicialmente, é necessário instruir e modificar comportamentos indevidos dos colaboradores e adequar práticas executivas a requisitos técnicos para gestão satisfatória das construções. Dessa forma, a elaboração de medidas que melhorem a qualidade é essencial nesse processo. As medidas são descritas a seguir.

1º passo: Realizar momento de integração entre membros da empresa e colaboradores

Momento destinado a uma reunião no canteiro de obras, em que são repassados técnicas, práticas e métodos da empresa focados na excelência das execuções, de modo que é abordado a importância dessas condutas para ampliar a vida útil das edificações. Na literatura, Closs (2018) fala acerca da importância da comunicação, a qual possibilita a integração entre a organização e colaboradores, sendo capaz de transmitir metas e objetivos, possibilitando aumentar o engajamento profissional e a produtividade, com o propósito de obter um produto final de excelência. Dessa forma, a comunicação entre profissionais e colaboradores, configura-se como o primeiro passo para alcançar o controle de qualidade.

As premissas repassadas nessa ocasião foram elaboradas conforme o levantamento dos principais vícios construtivos, que tornou possível identificar as principais deficiências e a partir disso propor medidas para correção. Dessa forma, as principais medidas são elencadas abaixo:

- Utilização de espaçadores nos elementos estruturais para garantir o cobrimento do concreto;
- Utilização de vibrador para realizar o adensamento do concreto conforme indica a NBR 14931;
- Concretagem de pilares em conformidade com as recomendações da NBR 14931;
- Exigir o seguimento do traço do concreto.

2º passo: Formação de equipe responsável pelo controle de qualidade

Segundo Ávila (2011), alguns erros não são identificados durante a elaboração dos projetos, apenas no decorrer das execuções, evidenciando a necessidade de uma equipe para realizar a compatibilização de projetos, evitando a ocorrência de problemas e firmando a melhoria na qualidade; bem como efetuar o planejamento de alternativas que permite conseguir a qualidade, a partir do conhecimento técnico, em situações adversas.

Além disso, a composição de uma equipe habilitada e conectada a empresa é fundamental nesse processo, pois os membros, com o conhecimento das premissas estabelecidas pelo responsável técnico, conseguem focar e garantir sucesso nesse seguimento. Desse modo, com base no presente estudo, foram destinados dois estagiários, discentes do curso de Engenharia Civil para compor a equipe, a qual dispõe das seguintes funções:

- Realizar uma ponte entre responsável técnico e colaboradores com a finalidade de promover a qualidade nas etapas construtivas;
- Diagnosticar se os colaboradores estão seguindo as técnicas executivas recomendadas;

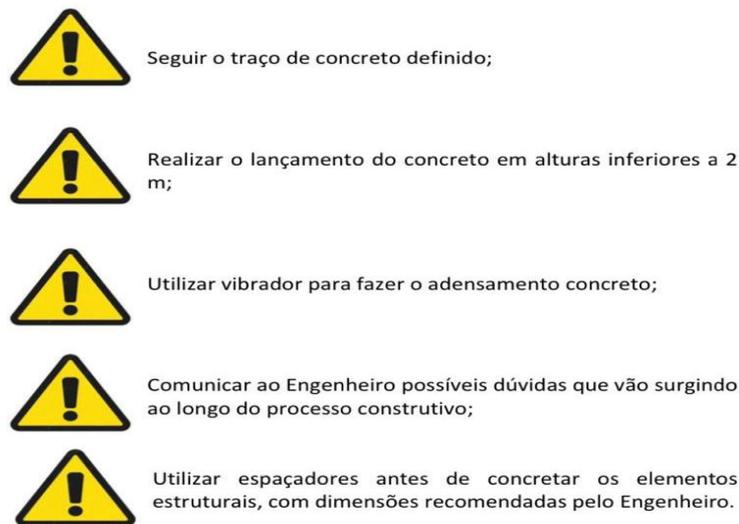
- Verificar a ocorrência de falhas e conseqüentemente medidas para correção;
- Verificação do fiel cumprimento dos projetos.

3º passo: Disposição na obra das medidas a serem seguidas e denominadas de “regras de ouro”

Como forma de firmar os requisitos da empresa referente a qualidade das execuções, foram elaborados cartazes, chamativos e de sucinta leitura, conforme apresentado na Figura 30. Essas regras são espalhadas na obra com a finalidade de reforçar, a partir da fácil e frequente visualização, o cumprimento das premissas definidas durante o momento de integração. Nesse âmbito, é importante mencionar que as “regras de ouro” foram elaboradas juntamente com o responsável técnico, tendo como base sua prática durante 13 anos de atuação como engenheiro civil e o estudo realizado, de modo que foram selecionadas cinco regras a partir dos principais vícios construtivos identificados, como maneira de evitar a recorrência dessas falhas executivas.

Figura 30 - Regras de Ouro

Regras de Ouro para execução da superestrutura da sua casa



Fonte: Em colaboração com Montiny Engenharia (2023).

A Figura 32 explana regras que contribuem para a execução de serviços com qualidade. Nessa conformidade, a primeira regra refere-se ao traço do concreto, que é essencial para garantir boa trabalhabilidade e evitar segregação. Ademais, a segunda regra recomenda que o lançamento do concreto não supere a altura de 2 metros, para evitar a ocorrência de segregação do concreto. Outrossim, a terceira regra recomenda a utilização do vibrador, seguindo recomendações repassadas pelo engenheiro, para que mais uma vez seja garantido o controle tecnológico do concreto, de modo que dificulta a segregação. A quarta regra faz referência a

comunicação entre Engenheiro e executores para reparar possíveis adversidades ao longo do processo construtivo. Por fim, a última regra recomenda a utilização de espaçadores para garantir o cobrimento mínimo das armaduras, a qual é fundamental para deter a corrosão.

4º passo: Acompanhamento do responsável técnico e equipe de controle de qualidade

Coelho (2003) julga o acompanhamento como uma forma de controle do processo executivo, tornando possível a implementação de requisitos para que a produção ocorra de maneira satisfatória. Dessa maneira, configurando mais um passo essencial para suceder o controle de qualidade, podendo ser desenvolvido a partir da inspeção das etapas construtivas.

Nesse contexto, é importante mencionar que o acompanhamento dos serviços era realizado através de uma visita semanal a obra, representando não ser o suficiente em decorrência da quantidade de falhas executivas identificadas. Dessa forma, se faz necessário visitas recorrentes a cada obra, para reafirmar o seguimento dos requisitos estabelecidos e concretização dos serviços com excelência para garantir o desempenho satisfatório do produto final, como também o acompanhamento virtual, que designa um canal de fácil comunicação para sanar possíveis dúvidas que vão surgindo ao longo do processo construtivo. Ademais, a realização de orientações e correções perante a adversidades é mais um encargo durante o acompanhamento das execuções.

Por fim, a pesquisa se encerra nessa etapa, de forma que a validação da implementação dessas atividades não poderá ser mensurada em razão do tempo. Também é válido evidenciar que o conjunto de medidas apresentadas nesse trabalho amenizam as falhas e erros, não sendo suficientes para atender todos os requisitos normativos. Desse modo, a implantação de outras medidas se faz necessária para garantir o controle de qualidade da obra, como: contratação do serviço de controle tecnológico do concreto, rotina de conferência das dimensões, posicionamento das armaduras e estanqueidade das fôrmas, e critérios de aceitação dos serviços executados.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho visa identificar as principais falhas durante a fase de execução da superestrutura em obras de médio e alto padrão no município de Sobral - CE. Além disso, propôs um conjunto de ações para reduzir a ocorrência dessas desconformidades.

Foram encontrados cinco vícios construtivos, sendo eles: falha no adensamento do concreto, falha no lançamento do concreto, falha de cobrimento das armaduras, traço do concreto inadequado e incompatibilização de projetos.

O primeiro aspecto ligado à ocorrência desses problemas é a falta de procedimentos padronizados e a observância das diretrizes normativas, refletindo na insuficiência de equipamentos e etapas essenciais para a execução de elementos estruturais, como o a execução do controle tecnológico do concreto.

As medidas implantadas para redução da ocorrência dos problemas foram: realização de momentos de integração entre a empresa e os colaboradores, a fim de disseminar a importância da adoção das medidas de controle; formação de equipe para atuar no controle de qualidade; e disposição visual das medidas a serem seguidas nas obras, denominadas de “regras de ouro”, as quais são:

Por fim, é possível identificar que as obras executadas no interior ainda sofrem com a cultura do empirismo e a falta de estrutura para cumprir requisitos normativos básicos. Contudo, a implantação de medidas para reduzir erros e falhas no processo de execução dos elementos da superestrutura indica o despertar para a necessidade da implantação do controle de qualidade e do atendimento às normas técnicas e as boas práticas construtivas.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, **Tópicos sobre Durabilidade do Concreto**. In: ISAIA, G. C. (Editor), **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005. cap.25, vol.1, p. 753-792.
- AMORIM, Adriana Eloá Bento et al. **Exposição ocupacional ao calor em atividades a céu aberto na construção de estruturas de edifícios**. *Ambiente Construído*, v. 20, p. 231-245, 2010.
- ASSED, J. A., ASSED, P. C., **Construção Civil: Metodologia Construtiva**. Rio de Janeiro, Editora LTC, 220p. 1988.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. (1993) **Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates**. ASTM C 125-93.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto** Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14931: Execução de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Perícias de engenharia na construção civil, NBR 13752**. Rio de Janeiro, 1996. 8 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1998) **Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. NBR NM 67**.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15575-2: Edificações Habitacionais - Desempenho. Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais**. Rio de Janeiro, 2013.
- AZEVEDO, *et al.* **Avaliação de desempenho do processo de orçamento: Estudo de caso em uma obra de construção civil. ambiente construído, porto alegre**, v. 11, n. 1, p. 85-104, jan./mar. 2011.
- BACICH, Lilian; NETO, Adolfo Tanzi; DE MELLO TREVISANI, Fernando. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Penso Editora, 2015.
- BARBAR, J.S. **Influência do teor de ar incorporado no desempenho de concretos com diferentes teores de agregados**. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016
- BASTOS, P. K. X. **Construção de edifícios**. Apostila Faculdade de Engenharia, Universidade de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2019.
- BERTEZINI, A. L. **Métodos de Avaliação do Processo de Projeto de Arquitetura na Construção de Edifícios sob a Ótica da Gestão da Qualidade**. 2006. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BRANDÃO, A. M. S.; PINHEIRO, L. M. **Qualidade e durabilidade das estruturas de concreto armado: aspectos relativos ao projeto**. Cadernos de Engenharia de Estruturas. EESC. Universidade de São Paulo. São Carlos, 1999.
- BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

BORGES, F. M.; CARREIRO, T. T. **Métodos de Dosagens Usuais dos Principais Tipos de Concreto**: Uma revisão teórica. Engenharia Civil-Pedra Branca, 2017.

CASCUDO, O. **Inspeção e Diagnóstico de Estruturas de Concreto com Problemas de Corrosão da Armadura**. In.: Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. Editor: Geraldo Cechella Isaia. São Paulo: IBRACON, 2005.

CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1995.

COELHO, H. O. **Diretrizes e requisitos para o planejamento e controle da produção em nível de médio prazo na construção civil** (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

COELHO Ronaldo Sérgio de Araújo. **Concreto armado na prática**. /Ronaldo Sérgio de Araújo Coêlho. /São Luís: UEMA Ed., 2008.

COSTA, D. B. **Diretrizes para a Concepção, Implementação e Uso de Sistema de Indicadores de Desempenho para Empresas da Construção Civil**. 2003. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS.

COSTA, A. F. **Avaliação Processo de Gestão da Qualidade de Fornecedores**. 2006. Dissertação de Mestrado – Universidade de Taubaté, Taubaté-SP.

FIGUEIREDO, E. P., **Inspeção e Diagnóstico de Estruturas de Concreto com Problemas de Resistência, Fissuras e Deformações**. In: ISAIA, G. C. (Editor), Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. São Paulo: IBRACON, 2005. cap. 33, vol. 2, p. 985 2005.

HELENE, P. R. L. **Vida útil das estruturas de concreto**. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES, 4., CONGRESSO DE CONTROLE DE QUALIDADE, 6., 1997, Porto Alegre.

HELENE, Paulo. ANDRADE, Tibério. **Concreto de Cimento Portland**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de materiais**. São Paulo: Ibracon, 2007. V2, Cap. 27, p. 905 -944.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa anual da indústria da construção**. IBGE, Departamento de Indústria. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em:<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/54/paic_2018_v28_informativo.pdf>. Acesso em: 5 agosto 2023.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). General Principles on the Design of Structures for Durability. **ISO 13823**. Geneva: ISO/TC, 2008.

KIHARA, Yushiro; CENTURIONE, Sérgio Luiz. **O Cimento Portland**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. São Paulo: Editora Ibracon, 2005.

LEÃO, Mariana. **Análise da qualificação da mão de obra no setor da construção civil na cidade de Dourados (MS)**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras** - São Paulo: Pini, 2007.

MARTIN, Juan Fernando Matias. **Aditivos para Concreto**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. São Paulo: Editora Ibracon, 2005.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. 3. ed. São Paulo: IBRACON, 2008.

METHA, P. Kumar & MONTEIRO, P.J. M. **Concreto, Estrutura Propriedades e Materiais**, Revisores e Coordenadores, HASPARYK, N. P., HELENE P. & PAULON A. V. São Paulo, IBRACON, 2008

OLIVEIRA, K. A. Z., **Desenvolvimento e Implementação de um Sistema de Indicadores no Processo de Planejamento e Controle da Produção**. 164f. Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 2017.

PALADINI, E. P. **Avaliação Estratégica da Qualidade**. São Paulo, Atlas, 246p. 2002.

RIBEIRO, D. V.; CASCUDO, O. **Durabilidade e vida útil das estruturas de concreto**. In: RIBEIRO, D. V. (coord.). **Corrosão e degradação em estruturas de concreto**. Teoria, controle e técnicas de análise e intervenção. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2018.

ROCHA, M.Q.B. da. **Elaboração de Indicadores e Uso de Ferramentas de Controle da Qualidade na Execução de Obras Prediais**. 2007. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro- RJ.

SILVA, Adriano de Paula e; STARLING, Cícero Murta Diniz. **Materiais de construção II**. Apostila de notas de aula. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

SOUZA, R. de *et al.*, **Qualidade na Aquisição de Materiais e Execução de Obra**. São Paulo, Pini, 275p. 1994.

SOUZA, R. de *et al.*, **Qualidade na Aquisição de Materiais e Execução de Obra**. São Paulo, Pini, 275p. 1996.

SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 1a ed. São Paulo, Pini, 1998.

YAZIGI, W., **A Técnica de Edificar**. São Paulo, Editora Pini, SindusCon-SP, 1998.

Figura 31 - APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO OBRA 01	
É utilizado vibrador para adensar o concreto?	
MESTRE	PEDREIRO
Não	Não
O lançamento do concreto é realizado em altura superior a 2 m?	
MESTRE	PEDREIRO
Sim	Sim
É feito o uso de espaçadores?	
MESTRE	PEDREIRO
Não	Não
É feita a análise conjunta de diferentes projetos?	
MESTRE	PEDREIRO
Não	Não
Você sabe interpretar projetos?	
MESTRE	PEDREIRO
Sim	Sim
É realizado algum teste para averiguar a qualidade do concreto?	
MESTRE	PEDREIRO
Não	Não
O traço do concreto é feito em conformidade com o traço recomendado pelo responsável técnico?	
MESTRE	PEDREIRO
Não	Não

QUESTIONÁRIO OBRA 02	
É utilizado vibrador para adensar o concreto?	
MESTRE	PEDREIRO
Não	Não
O lançamento do concreto é realizado em altura superior a 2 m?	
MESTRE	PEDREIRO
Não	Não
É feito o uso de espaçadores?	
MESTRE	PEDREIRO
Não	Não
É feita a análise conjunta de diferentes projetos?	
MESTRE	PEDREIRO
Não	Não
Você sabe interpretar projetos?	
MESTRE	PEDREIRO
Sim	Sim
É realizado algum teste para averiguar a qualidade do concreto?	
MESTRE	PEDREIRO
Não	Não
O traço do concreto é feito em conformidade com o traço recomendado pelo responsável técnico?	
MESTRE	PEDREIRO
Não	Não

QUESTIONÁRIO OBRA 03	
É utilizado vibrador para adensar o concreto?	
MESTRE	PEDREIRO
Sim	Sim
O lançamento do concreto é realizado em altura superior a 2 m?	
MESTRE	PEDREIRO
Não	Não
É feito o uso de espaçadores?	
MESTRE	PEDREIRO
Não	Não
É feita a análise conjunta de diferentes projetos?	
MESTRE	PEDREIRO
Sim	Sim
Você sabe interpretar projetos?	
MESTRE	PEDREIRO
Sim	Não
É realizado algum teste para averiguar a qualidade do concreto?	
MESTRE	PEDREIRO
Não	Não
O traço do concreto é feito em conformidade com o traço recomendado pelo responsável técnico?	
MESTRE	PEDREIRO
Não	Não