

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA  
*CAMPUS CAJAZEIRAS*

LETICIA ALENCAR DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DO SURGIMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E DE  
FALHAS DECORRENTES DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS DE  
ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**

Cajazeiras-PB

2023

LETICIA ALENCAR DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DO SURGIMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E DE  
FALHAS DECORRENTES DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS DE  
ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido à Coordenação do Curso de  
Bacharelado em Engenharia Civil do  
Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia da Paraíba – IFPB *Campus*  
Cajazeiras, sob Orientação do Prof. Cicero  
Joelson Vieira Silva.

IFPB / Campus Cajazeiras  
Coordenação de Biblioteca  
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva  
Catalogação na fonte: Cícero Luciano Félix CRB-15/750

S729a Souza, Leticia Alencar de.  
Avaliação do surgimento de manifestações patológicas e de falhas decorrentes de processos construtivos de estruturas de concreto armado / Leticia Alencar de Souza. – 2023.  
56f. : il.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2023.  
Orientador(a): Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva.  
1. Construção civil. 2. Concreto armado. 3. Manifestação patológica. 4. Falha construtiva. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. II. Título.

IFPB/CZ

CDU: 624.15

LETICIA ALENCAR DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DO SURGIMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E DE FALHAS DECORRENTES DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 15 de fevereiro de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**



Documento assinado digitalmente  
CICERO JOELSON VIEIRA SILVA  
Data: 08/03/2023 15:07:34-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva – IFPB *Campus* Cajazeiras  
Orientador



Documento assinado digitalmente  
JOHN WILLIAMS FERREIRA DE SOUZA  
Data: 09/03/2023 20:12:33-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Esp. John Williams Ferreira de Souza – IFPB *Campus* Cajazeiras  
Examinador 1



Documento assinado digitalmente  
AMANDA JESSICA RODRIGUES DA SILVA  
Data: 10/03/2023 07:12:03-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof<sup>a</sup>. Me. Amanda Jéssica Rodrigues da Silva – IFPB *Campus* Cajazeiras  
Examinador 2

Dedico este trabalho aos meus pais por serem meu suporte e me incentivarem a ter perseverança independentemente dos resultados temporários.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me direcionar em todos os caminhos, me dar forças para nunca desistir dos meus sonhos e para enfrentar as lutas de cada dia.

Aos meus pais, Ivonete de Souza Alencar e Patricio Francisco Alencar de Souza, por me darem todo o amor, suporte e conselhos, contribuindo com a pessoa que sou hoje e que já não serei mais amanhã por estar em constante mudança. Também à minha irmã, Livia Alencar de Souza, pela companhia e auxílio em diversos momentos.

Aos meus colegas e amigos que construí durante toda caminhada no curso, que estiveram comigo compartilhando os momentos de estudo, de conversas e de conselhos. Os guardarei com carinho na memória e torcerei pelo sucesso de cada um.

Ao meu professor e orientador, Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva, por toda paciência, disponibilidade em tirar dúvidas e orientar, pela dedicação e maestria no que faz.

A todos aqueles que me cercam e que contribuíram de alguma forma com a minha caminhada acadêmica, auxiliando na produção da pesquisa, me incentivando e torcendo pelo meu êxito no curso.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), *Campus* Cajazeiras, por todo o suporte oferecido durante o curso e ao seu corpo docente por todos os conhecimentos, exemplos e instruções passadas.

## RESUMO

As estruturas de concreto armado são elementos fundamentais na promoção da sustentação das edificações, sendo o concreto armado um material utilizado em fundações, pilares, vigas, lajes dentre outras estruturas. Tendo em vista sua larga utilização no Brasil e no mundo é fundamental se ter o cuidado na execução dessas estruturas, de maneira a prevenir falhas e futuras manifestações patológicas que possam gerar sua diminuição da durabilidade, riscos à segurança dos usuários e gastos adicionais com reparação. Todavia, com o crescimento acelerado das cidades e a alta demanda por profissionais com pouca experiência aliados à utilização de materiais e técnicas inadequadas, as falhas passaram a se tornar mais presentes nas construções. Dessa forma, essa pesquisa objetivou avaliar manifestações patológicas e falhas decorrentes de processos construtivos de estruturas de concreto armado, em obras em andamento na Cidade de Cajazeiras-PB, através do estudo de caso, com a realização de visitas às obras, coleta de dados e de registros fotográficos e tabulação de dados. Por meio desse processo, resultou-se na identificação de diversas falhas, dentre as quais se destacaram a má colocação e a ausência de tratamento das fôrmas das estruturas, prejudicando a aparência e estabilidade delas, a ausência de dosagem do concreto e falta de conhecimento se o mesmo atendia as resistências esperadas para as estruturas, propiciando a obtenção de concretos com resistências desconhecidas, que podem influir em alta porosidade e permeabilidade se dosado com quantidade maior de água do que a adequada, assim como a falta de adensamento, gerando segregação e exposição das armaduras à corrosão. Assim, pôde-se avaliar as falhas e as manifestações patológicas geradas em cada obra, notando-se a utilização de técnicas inadequadas e a busca por redução de custos, que proporciona o efeito contrário ao ocasionar problemas nas estruturas de concreto armado, bem como foi possível identificar soluções para a prevenção de falhas, como a realização de planejamento e controle adequados e o acompanhamento de profissionais habilitados para a garantia de seguimento às normas quanto à execução das estruturas.

**Palavras-Chave:** concreto armado; falhas construtivas; manifestação patológica.

## ABSTRACT

Reinforced concrete structures are fundamental elements in promoting the support of buildings, with reinforced concrete being a material used in foundations, pillars, beams, slabs, among other structures. In view of their wide use in Brazil and in the world, it is essential to be careful in the execution of these structures, in order to prevent failures and future pathological manifestations that may lead to a decrease in durability, risks to the safety of users and additional expenses with repairs. However, with the accelerated growth of cities and the high demand for professionals with little experience combined with the use of inadequate materials and techniques, failures began to become more present in constructions. In this way, this research aimed to evaluate pathological manifestations and failures resulting from construction processes of reinforced concrete structures, in works in progress in the City of Cajazeiras-PB, through the case study, with visits to the works, data collection and photographic records and data tabulation. Through this process, it resulted in the identification of several failures, among which stood out the poor placement and lack of treatment of the formwork structures, impairing their appearance and stability, the lack of concrete dosage and lack of knowledge about it met the expected resistances for the structures, allowing the obtainment of concretes with unknown resistances, which can influence high porosity and permeability if dosed with a greater amount of water than adequate, as well as the lack of consolidation, generating segregation and exposure of corrosion reinforcement. Thus, it was possible to evaluate the failures and pathological manifestations generated in each work, noting the use of inappropriate techniques and the search for cost reduction, which has the opposite effect by causing problems in reinforced concrete structures, as well as was It is possible to identify solutions for preventing failures, such as carrying out adequate planning and control and monitoring qualified professionals to ensure compliance with the rules regarding the execution of structures.

**Keywords:** reinforced concrete; constructive failures; pathological manifestation.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Área anterior à realização do Loteamento Luar de Cajazeiras em 2012. ....	15
<b>Figura 2</b> – Loteamento Luar de Cajazeiras em 2023.....	15
<b>Figura 3</b> – Loteamento Luar Cidade Universitária em 2012.....	15
<b>Figura 4</b> – Loteamento Luar Cidade Universitária em 2023.....	15
<b>Figura 5</b> – Montagem da laje treliçada da Obra A. ....	28
<b>Figura 6</b> – Disposição das escoras de madeira e de bloco cerâmico. ....	29
<b>Figura 7</b> – Encurvadura na laje e concreto desagregado. ....	30
<b>Figura 8</b> – Concreto segregado.....	30
<b>Figura 9</b> – Preparação do concreto. ....	31
<b>Figura 10</b> – Fôrma da coluna.....	33
<b>Figura 11</b> – Concreto segregado na coluna. ....	34
<b>Figura 12</b> – Concreto segregado nos pilares. ....	34
<b>Figura 13</b> – Fissura no pilar.....	36
<b>Figura 14</b> – Concretagem das vigas baldrame.....	37
<b>Figura 15</b> – Fôrma do pilar.....	37
<b>Figura 16</b> – Abafamento das vigas. ....	38
<b>Figura 17</b> – Concreto destacado. ....	39
<b>Figura 18</b> – Falha estética.....	39
<b>Figura 19</b> – Exposição das armaduras. ....	40
<b>Figura 20</b> – Exposição das armaduras. ....	40
<b>Figura 21</b> – Abafamento das vigas. ....	41
<b>Figura 22</b> – Abafamento das vigas. ....	42
<b>Figura 23</b> – Vazios no concreto.....	42
<b>Figura 24</b> – Vazios no concreto.....	43
<b>Figura 25</b> – Falha estética na viga. ....	43
<b>Figura 26</b> – Falha estética na viga. ....	44
<b>Figura 27</b> – Exemplo de uma EAP.....	45
<b>Figura 28</b> – Técnica PERT/CPM pelo método das flechas. ....	46
<b>Figura 29</b> – Técnica PERT/CPM pelo método dos blocos.....	46

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	<b>13</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
3.1 EXPANSÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM CAJAZEIRAS-PB.....	14
3.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OCACIONADAS POR ERROS CONSTRUTIVOS.....	17
3.2.1 <i>Segregação do concreto</i> .....	17
3.2.2 <i>Lixiviação de compostos hidratados</i> .....	18
3.2.3 <i>Fissuras, trincas e rachaduras</i> .....	18
3.2.4 <i>Corrosão das armaduras</i> .....	19
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>20</b>
4.1 MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
4.1.1 <i>Seleção das obras em andamento</i> .....	21
4.1.2 <i>Elaboração de checklist</i> .....	21
4.1.3 <i>Visita técnica</i> .....	21
4.1.4 <i>Tabulação das informações coletadas</i> .....	21
4.1.5 <i>Análise das informações e associação às possíveis manifestações patológicas</i> .....	22
4.1.6 <i>Indicação de soluções</i> .....	22
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO .....	22
<b>5 RESULTADOS E ANÁLISES .....</b>	<b>24</b>
5.1 ESTUDO DE CASO DAS OBRAS .....	<b>28</b>
5.1.1 <i>Obra A</i> .....	28
5.1.2 <i>Obra B</i> .....	32

5.1.3 Obra C .....	36
5.1.4 Obra D .....	38
5.1.5 Obra E .....	41
5.2 SOLUÇÕES PARA A PREVENÇÃO DE FALHAS .....	44
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>50</b>
<b>APÊNDICE – CHECKLIST PARA AS VISITAS TÉCNICAS.....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado da construção civil é um dos setores que mais influenciam o crescimento econômico do Brasil. Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (2020), o setor da construção civil é responsável pela criação de 7,64 empregos diretos e 11,4 empregos indiretos a cada R\$ 1 milhão investido, gerando R\$ 492 mil e R\$ 772 mil sobre o Produto Interno Brasileiro - PIB, respectivamente. Além disso, esse setor apresenta grande capacidade de produção nacional, da qual se destaca a produção de cimento Portland, que conforme órgão já mencionado, foi de 61,052 milhões de toneladas em 2020.

Um dos materiais produzidos com a utilização do cimento é o concreto, que representa a segunda substância mais utilizada pelo homem depois da água (FREITAS *et al.*, 2021). Segundo Peres e Correia (2019), o concreto possui boa resistência às tensões de compressão e baixa resistência às tensões de tração, mas ao ser utilizado com a introdução de barras de aço, passa a ter maior resistência à tração, compondo o material designado concreto armado. Este último é um material estrutural que ao ser exposto às ações externas, se constitui como um sólido único do ponto de vista mecânico (CLÍMACO, 2016). Dessa forma, ao se comportar como elemento estrutural, o concreto armado é adotado na execução de fundações, pilares, vigas, lajes, dentre outras edificações. Essa adoção exige o cumprimento de determinadas condições, presentes nas normas brasileiras, para garantir a segurança e a durabilidade das estruturas.

A Norma Brasileira - NBR 6118 (ABNT, 2014) determina as regras para que as estruturas de concreto atendam aos requisitos mínimos de qualidade a partir do projeto, devendo apresentar segurança à ruptura, permanência das suas condições plenas de utilização, de modo a não comprometer o uso para o qual a estrutura foi projetada e resistência às intempéries previstas durante a realização do projeto. Além disso, a NBR 14931 (ABNT, 2004) estabelece os requisitos detalhados a respeito da execução de obras de concreto, dos quais se incluem a adoção de materiais de qualidade e a utilização de equipamentos necessários ao serviço executado. O descumprimento desses requisitos origina, como consequência, diversas manifestações patológicas nas estruturas.

A palavra patologia possui origem do grego, através da união dos termos *Pathos*, que se refere à doença, e *Logos*, que se refere a estudo, sendo definida como estudo da doença. Trazendo para o contexto da construção civil, a patologia estrutural pode ser entendida como a área da engenharia civil que estuda as causas, as manifestações e os mecanismos de manifestações de falhas, além dos processos de desgaste das estruturas (ALMEIDA JÚNIOR,

*et al.*, 2021). Algumas das manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado que podem ser observadas são as trincas, caracterizadas por aberturas alongadas de até 2 mm de largura presentes em paredes ou elementos estruturais, a segregação do concreto, que se dá pela separação dos constituintes do concreto, as eflorescências, que se caracterizam pela aparição de depósitos cristalinos de sais na superfície do concreto, e a corrosão das armaduras.

Segundo Almeida Júnior *et al.* (2021), por efeito do crescimento acelerado das construções, as estruturas passaram a apresentar desempenhos insatisfatórios devido à inexperiência dos profissionais, utilização inadequada dos materiais e equívocos durante o planejamento, favorecendo, assim a deterioração das estruturas. A rápida expansão das áreas urbanas gerou uma alta demanda de mão de obra para as novas construções, que se apoiaram na grande contratação de mão de obra não especializada, influenciando o cometimento de diversas falhas durante a execução das estruturas.

Como protagonistas do problema estudado, essas falhas se tornam responsáveis pelo comprometimento do desempenho e pela diminuição da vida útil das estruturas de concreto armado, à medida que provocam sua deterioração, demandando altos custos para sua correção e geram riscos aos moradores e usuários das edificações afetadas por elas. À vista disso, compreende-se a importância da análise das falhas construtivas em estruturas de concreto armado para a associação às suas manifestações patológicas, de modo a possibilitar a sua prevenção através de soluções direcionadas à raiz do problema, para promoção de segurança aos usuários das edificações, de qualidade de vida e de economia ao se evitar futuras reparações nas estruturas.

Dessa forma, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar manifestações patológicas e falhas decorrentes de processos construtivos de estruturas de concreto armado, em obras em andamento na Cidade de Cajazeiras-PB.

## **2 OBJETIVOS**

A ideia central do presente trabalho e os resultados que se pretendem alcançar através dele estão apresentados no referido capítulo.

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho tem o objetivo de avaliar manifestações patológicas e falhas decorrentes de processos construtivos de estruturas de concreto armado, em obras em andamento na Cidade de Cajazeiras-PB.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para o alcance do objetivo geral deste trabalho, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- verificar as obras em andamento através de visitas técnicas;
- realizar relatório fotográfico dos processos construtivos em questão;
- levantar os projetos, memoriais descritivos, materiais utilizados e processos construtivos de cada obra;
- evidenciar as manifestações patológicas relacionadas às anomalias identificadas;
- propor soluções para a prevenção desses erros construtivos.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

O embasamento teórico da pesquisa se encontra neste capítulo, estando dividido em tópicos para a organização das informações.

Na primeira seção são abordadas as causas que propiciaram a expansão da construção civil na Cidade de Cajazeiras e o consequente acometimento de falhas na execução de edificações.

No tópico seguinte e nas suas subdivisões, são tratadas as principais manifestações patológicas provocadas por falhas na execução de estruturas de concreto armado, permitindo o entendimento do tema dessa pesquisa e dos seus posteriores resultados.

#### 3.1 EXPANSÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM CAJAZEIRAS-PB

O surgimento de novos empreendimentos e de novas instalações públicas que proporcionam benefícios e atendimento à população em áreas urbanas, como faculdades e escolas, valorizam seus arredores, assim como são responsáveis por atrair a migração das pessoas para essas regiões de forma temporária ou definitiva, contribuindo com o processo de expansão das cidades (SOUZA, 2015).

Segundo Sousa (2016), a expansão urbana na Cidade de Cajazeiras-PB tem sido impulsionada pelo surgimento de diversos loteamentos no entorno dela, sendo propiciada pela atuação conjunta dos agentes produtores do espaço urbano do município, dentre os quais se destacam os construtores, os promotores imobiliários e as empresas especializadas em instalação de loteamentos. Dentre os loteamentos implantados na cidade, estão o loteamento Luar de Cajazeiras, realizado em 2014, e o loteamento Luar Cidade Universitária, realizado em 2010, ambos localizados próximos à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), a qual possui um papel de influência na expansão urbana da região norte da cidade ao valorizar a região, atraindo estudantes para se fixarem nela durante o tempo de estudo por meio de aluguel, e incentivando a construção de novas habitações.

A expansão de habitações nessas duas áreas da região zona norte de Cajazeiras-PB pode ser observada através da Figura 1, que apresenta o local do loteamento Luar de Cajazeiras no ano de 2012 quando esse loteamento ainda não havia sido construído e em sequência a Figura 2 mostra a situação atual, já com a sua implementação e com diversas edificações prontas e em andamento.

**Figura 1** - Área anterior à realização do Loteamento Luar de Cajazeiras em 2012.



**Fonte:** Google Maps, 2023.

**Figura 2** – Loteamento Luar de Cajazeiras em 2023.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

Também pode ser observada a expansão urbana ocorrida no loteamento Luar Cidade Universitária entre os anos de 2012 e 2023, podendo-se notar a evolução que a mesma área apresentou da Figura 3 para a Figura 4, representando a situação atual do loteamento.



**Figura 3** – Loteamento Luar Cidade Universitária em 2012.



**Fonte:** Google Maps, 2023.

**Figura 4** – Loteamento Luar Cidade Universitária em 2023.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

Além desses acontecimentos, de acordo com Nascimento (2019), a partir do ano de 2009 a Cidade de Cajazeiras-PB passou a sofrer uma rápida expansão urbana com o surgimento de numerosos empreendimentos imobiliários, influenciado principalmente pelo Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) criado em 2009 pelo Governo Federal. Esse programa ocorreu através de parcerias com estados, municípios, empresas e entidades sem fins lucrativos e teve como objetivo subsidiar a compra da casa própria por famílias de baixa renda. Dessa forma, em conjunto aos agentes produtores do espaço urbano do município citados anteriormente, esse programa apresentou influência sobre o mercado da construção civil, estimulando a construção de habitações de forma acelerada, e trazendo consigo as consequências dessa aceleração como mão de obra não especializada e construções inseguras.

## 3.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OCASIONADAS POR ERROS CONSTRUTIVOS

A execução de estruturas de concreto armado demanda diversas etapas a serem seguidas com a utilização de técnicas, materiais e equipamentos adequados para garantir a eficiência da estrutura e prevenir problemas futuros ocasionados por má execução (DOS REIS; REIS; MARQUES NETO, 2018). Para isso, existem normas brasileiras específicas para cada caso, orientando e estabelecendo os requisitos, nos quais são indicados os limites de segurança, a serem seguidos em cada etapa.

A Norma Brasileira - NBR 14931 (ABNT, 2004) aborda os requisitos gerais para a execução de estruturas de concreto armado de acordo com as etapas utilizadas, dentre as quais estão as etapas de sistema de fôrmas, armadura, concretagem, cura e retirada de fôrmas e escoramentos. Além disso, cada etapa apresenta normas complementares e mais específicas que também podem ser consultadas para a obtenção de informações mais detalhadas de acordo com as especificidades do projeto e da execução.

Devido aos fatores determinantes das falhas construtivas indicados como aceleração das construções, mão de obra não especializada e realização de projetos munidos de equívocos, ocorre o estímulo para a realização dos erros provocados na execução das estruturas de concreto armado, gerando problemas nas estruturas desde o início de sua construção.

### 3.2.1 *Segregação do concreto*

O concreto é uma mistura heterogênea composta por areia, brita, cimento e água, além de aditivos que podem ser adicionados. Quando misturado corretamente, sua pasta de cimento, areia e água proporciona uma envoltura nas britas presentes, evitando o aparecimento de vazios. A segregação do concreto é caracterizada pela separação dos componentes do concreto, em que a pasta e a brita se desagregam, formando um concreto com vários vazios e o tornando mais permeável (ARIVABENE, 2015).

Segundo Souza e Ripper (1998), a segregação entre o agregado graúdo e a argamassa são provocadas por falhas no transporte, no lançamento e no adensamento do concreto. Além disso, a segregação do concreto é influenciada por grandes concentrações de armadura na estrutura, impedindo a passagem da brita, por vazamento da pasta de cimento através das fôrmas mal executadas, apresentando folga e brechas, por dosagem incorreta do concreto e pelo uso inadequado de vibradores.

### 3.2.2 Lixiviação de compostos hidratados

De acordo com a Norma Brasileira - NBR 6118 (ABNT, 2014), a lixiviação é um mecanismo preponderante de deterioração do concreto, sendo caracterizada pela ação de águas puras, carbônicas agressivas ou ácidas responsáveis por dissolver e transportar os compostos hidratados da pasta de cimento para a superfície do concreto. Quando levados demasiadamente para sua superfície geram espaços vazios na estrutura, diminuindo a resistência mecânica da estrutura e submetendo-a ao aumento do processo de carbonatação, permitindo o ataque por cloreto presente na atmosfera, gerando assim corrosão das armaduras.

O fenômeno de lixiviação é influenciado pela permeabilidade do concreto, que quanto maior for, mais permite a passagem de líquidos e sua ação de hidratação dos compostos do concreto. Além disso, a lixiviação acontece quando o concreto é mal adensado e/ou possui fissuras ou juntas mal executadas, permitindo a penetração de água (MARTINS, 2016). Dessa forma, a dosagem correta do concreto quanto a relação água/cimento e o seu adensamento adequado na hora da execução da estrutura são responsáveis pela diminuição da permeabilidade do concreto e conseqüentemente do número de vazios, prevenindo-o do processo de lixiviação.

### 3.2.3 Fissuras, trincas e rachaduras

As fissuras, trincas e rachaduras são manifestações patológicas muito recorrentes nas edificações, sendo caracterizadas como lesões com aberturas na estrutura e diferenciadas pela dimensão de suas aberturas. As fissuras apresentam abertura inferior a 0,5 mm, as trincas apresentam abertura superior a 0,5 mm e inferior a 2 mm e as rachaduras apresentam abertura superior a 2 mm (GOMIDE; NETO; GULLO, 2009).

Dentre as causas dessas manifestações patológicas estão a retirada precoce das fôrmas e dos escoramentos, gerando deformações indesejáveis na estrutura e frequentemente acentuada fissuração, a utilização de agregados reativos, provocando desde o início a possibilidade de geração de reações expansivas no concreto e aumentando os quadros de desagregação e fissuração dele (SOUZA, RIPPER, 1998). Essas reações expansivas ocorrem devido à reação entre álcalis no concreto em estado endurecido, formando um gel expansivo que absorve água através de osmose e se expande nos poros do concreto até o total preenchimento dos espaços vazios, aumentando a tensão no concreto e causando a sua fissuração.

### 3.2.4 Corrosão das armaduras

Gomide, Neto e Gullo (2009) definem a corrosão das armaduras como um ataque delas por meio de processo de deterioração eletroquímica. Esse ataque afeta a capacidade resistente da estrutura, comprometendo sua função, durabilidade e a segurança da edificação.

Segundo Rocha *et. al* (2014), os íons cloreto, presentes na atmosfera em ambientes marinhos e industriais ou nos componentes do concreto, e a redução da alcalinidade do concreto por meio das reações de carbonatação ou pela penetração de substâncias ácidas, podem ocasionar a perda da película passiva que envolve a armadura, havendo grande influência na espessura do revestimento de concreto para a minoração da corrosão da armadura quando há contaminação por cloretos no ambiente.

Há de se destacar também que a falta de adensamento ocasiona em uma maior porosidade do concreto, expondo-o aos agentes agressivos, como  $\text{CO}_2$  que gera a carbonatação responsável por diminuir o pH do concreto, preconizando o contato mais facilitado da entrada de  $\text{CO}_2$  para as armaduras, causando a corrosão delas.

## 4 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos, os materiais e os métodos adotados para o levantamento de dados e a realização da pesquisa.

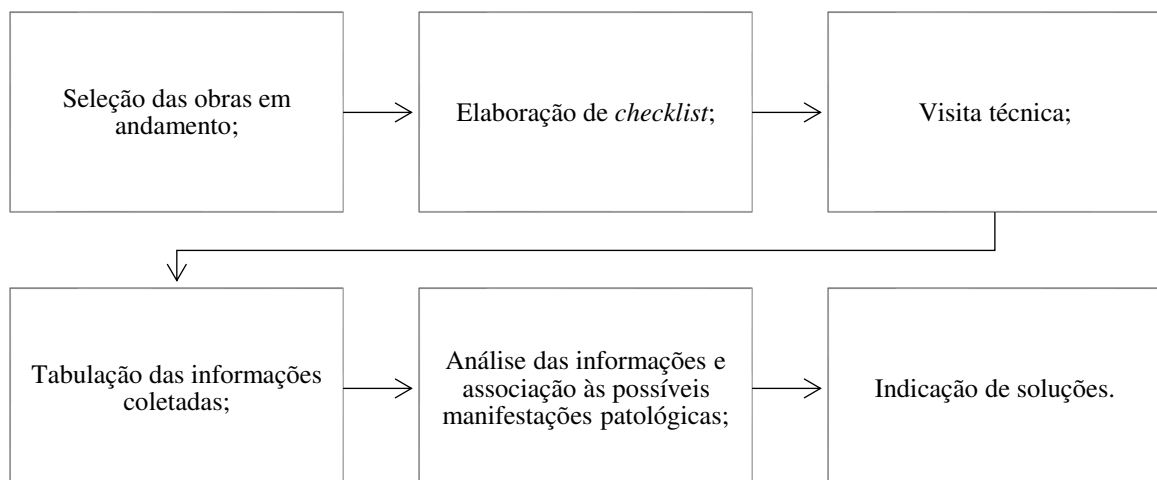
### 4.1 MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento adotado para o presente trabalho se fundamentou em um estudo de caso conjuntamente com a pesquisa documental, à medida que foram feitas consultas dos materiais presentes nos casos analisados. No que diz respeito ao propósito, esse estudo tratou-se de uma pesquisa exploratória, uma vez que buscou soluções para os problemas encontrados, na qual foram realizados levantamentos bibliográficos, que se deram através da consulta de artigos científicos, monografias, livros e normas técnicas vigentes a fim de se ter o embasamento teórico do estudo, assim como auxiliar as análises necessárias em cada etapa da pesquisa.

A abordagem da pesquisa se deu na forma qualitativa, visto que se fundamentou na análise e compreensão de aspectos subjetivos, que não são quantificáveis. Quanto à natureza, se baseou em uma pesquisa aplicada, pois conforme Gil (2017) define, busca gerar conhecimento para a aplicação em uma situação específica, que nesse caso, aplicou-se em obras selecionadas na cidade de Cajazeiras-PB.

As etapas previstas para o desenvolvimento desse estudo de caso encontram-se representadas no Fluxograma 1.

**Fluxograma 1** - Etapas do trabalho.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

#### *4.1.1 Seleção das obras em andamento*

Os critérios adotados para a escolha das obras do estudo de caso foram baseados na sua localização, áreas de expansão e porte das residências, sendo preferidas as residências de pequeno porte para a uniformização do estudo.

#### *4.1.2 Elaboração de checklist*

Antes da realização das visitas técnicas, para o planejamento e preparação adequados, foi elaborado um *checklist* com todas as informações relevantes de serem observadas, o qual se encontra no Apêndice, a fim de padronizar as informações coletadas.

Dessa forma, por meio desse documento de controle de verificações buscou-se pontuar questionamentos a serem observados nas visitas a respeito da execução das estruturas de concreto armado e dos materiais utilizados.

#### *4.1.3 Visita técnica*

As visitas técnicas foram realizadas em horário comercial para a observação da execução das estruturas de concreto armado de forma a possibilitar captação de informações por meio do acompanhamento da execução em tempo real.

Cada obra selecionada recebeu no mínimo uma visita para o acompanhamento da execução da estrutura analisada e a posterior verificação de seu resultado. Durante as visitas foi feito o uso do *checklist* para a averiguação de todos os pontos importantes a serem observados na execução das estruturas de concreto armado. Além disso, analisaram-se as condições visíveis das estruturas de forma a se pontuar as falhas recém causadas pelos erros construtivos e os documentos das obras para atestar a fidelidade de sua execução.

#### *4.1.4 Tabulação das informações coletadas*

Após as visitas e a coleta das informações necessárias, organizou-se os dados em forma de tabulação cruzada através da ferramenta Excel para permitir a comparação das informações de cada obra e a seleção dos fenômenos mais frequentes, possibilitando a simplificação do processo analítico dos dados.

#### *4.1.5 Análise das informações e associação às possíveis manifestações patológicas*

A análise das informações se deu na forma qualitativa, demandando a avaliação dos dados e imagens capturadas com o intuito de se discernir as informações relevantes ao objetivo deste estudo de caso com base na identificação das falhas construtivas.

Em seguida, foram investigadas as possíveis manifestações patológicas que podem ser ocasionadas pelas falhas identificadas, através de análises e do estudo aprofundado por meio de materiais didáticos e trabalhos científicos fundamentados em análises e objetivos semelhantes aos desse trabalho.

#### *4.1.6 Indicação de soluções*

Após a exploração das possíveis manifestações patológicas a serem geradas pelas falhas identificadas, foram indicadas as soluções que podem ser aplicadas nas obras e no planejamento delas, com o propósito de evitar o surgimento dessas falhas e a ocorrência dos mesmos erros construtivos.

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

As obras analisadas encontram-se na Cidade de Cajazeiras-PB, sendo localizadas em dois loteamentos denominados como Loteamento Luar Cidade Universitária e Loteamento Luar de Cajazeiras, que se trata de áreas em processo de expansão e se caracterizam como cenário de diversas construções em andamento.

O objeto de estudo se tratou de cinco edificações particulares em andamento, escolhidas por apresentarem o método de alvenaria convencional como forma construtiva, no qual as fundações, os pilares, as vigas e as lajes suportam a carga da edificação e a alvenaria é levantada apenas para a vedação dos ambientes, permitindo a análise da execução de suas superestruturas, sendo preferidas as obras de pequeno porte por possuírem maiores semelhanças entre si com relação à forma de execução.

Essas edificações apresentaram até três pavimentos, sendo térreo, primeiro andar e segundo andar, de forma a corroborar com a padronização do estudo. Além disso, elas foram visitadas na fase de execução das estruturas de concreto armado e antes da fase de acabamento, a fim de possibilitar a visualização das falhas físicas ocasionadas por erros construtivos. As informações pertinentes à caracterização das mesmas podem ser observadas através do Quadro 1.

**Quadro 1 - Caracterização das obras.**

<b>Obra</b>	<b>Tipo</b>	<b>Porte da obra</b>	<b>Quantidade de pavimentos</b>	<b>Área de expansão</b>
<b>A</b>	Particular	Residência unifamiliar	1	Loteamento Luar Cidade Universitária
<b>B</b>	Particular	Comercial	3	Loteamento Luar de Cajazeiras
<b>C</b>	Particular	Residência unifamiliar	1	Loteamento Luar Cidade Universitária
<b>D</b>	Particular	Residência unifamiliar	1	Loteamento Luar Cidade Universitária
<b>E</b>	Particular	Unidade mista - Comercial e Residencial	2	Loteamento Luar de Cajazeiras

**Fonte:** Autoria Própria, 2023.



## 5 RESULTADOS E ANÁLISES

A partir da metodologia aplicada para a produção da pesquisa, foram feitas as visitas e obtidas as informações almejadas para a promoção do objetivo inicial da pesquisa, sendo visualizadas através do Quadro 2. Dessa forma, elencou-se as características de cada obra e as informações sobre a execução de suas estruturas analisadas, de modo a possibilitar a identificação das falhas nas estruturas e permitir a busca de soluções.

**Quadro 2 - Dados coletados das obras e suas execuções.**

<b>Obra</b>	<b>Tipo</b>	<b>A</b>	Residência unifamiliar
		<b>B</b>	Unidade comercial
		<b>C</b>	Residência unifamiliar
		<b>D</b>	Residência unifamiliar
		<b>E</b>	Unidade mista: comercial e residencial
	<b>Projetos que a obra apresenta</b>	<b>A</b>	Arquitetônico e estrutural
		<b>B</b>	Estrutural
		<b>C</b>	Arquitetônico e estrutural
		<b>D</b>	Não foi confirmado
		<b>E</b>	Arquitetônico
	<b>Teve acesso a algum projeto? Qual/Quais?</b>	<b>A</b>	Sim, ao projeto arquitetônico
		<b>B</b>	Sim, ao projeto estrutural de fundação
		<b>C</b>	Sim, ao projeto arquitetônico e ao projeto estrutural de fundação
		<b>D</b>	Não
		<b>E</b>	Não
<b>Estrutura cuja execução foi acompanhada</b>	<b>Tipo</b>	<b>A</b>	Laje plana de concreto armado com base em lajota cerâmica, trilhos e malha pop
		<b>B</b>	Colunas e pilares
		<b>C</b>	Vigas baldrame e pilares
		<b>D</b>	Vigas
		<b>E</b>	Vigas
	<b>Dimensão</b>	<b>A</b>	Espessura esperada: 15 cm; Área da laje: 22,62 m <sup>2</sup>
		<b>B</b>	Colunas: Largura: 20 cm; Comprimento: 50 cm; Altura: cerca de 4,00 m para o 1º pav. Pilares: Largura: 20 cm; Comprimento: 50 cm; Altura: cerca de 4,00 m para o 1º pav.
		<b>C</b>	Vigas baldrame: Altura: 40 cm; Largura: 14 cm; Comprimento: varia Pilares: Largura: 14 cm; Comprimento: 35 cm; Altura: varia
		<b>D</b>	Altura: 35 cm; Largura: 14 cm; Comprimento: varia
		<b>E</b>	Altura: 30 cm; Largura 20 cm; Comprimento: varia

<b>Fôrma</b>	<b>Material</b>	<b>A</b>	Madeira
		<b>B</b>	Colunas: madeirite Pilares: madeirite
		<b>C</b>	Vigas baldrame: madeirite Pilares: madeirite
		<b>D</b>	Madeirite
		<b>E</b>	Madeirite
	<b>Utilizaram desmoldante?</b>	<b>A</b>	Não
		<b>B</b>	Colunas: não Pilares: jogaram água e óleo diesel nas fôrmas montadas logo antes da concretagem
		<b>C</b>	Vigas baldrame: sim Pilares: não
		<b>D</b>	Não
		<b>E</b>	Sim, óleo queimado
	<b>Utilizaram espaçadores?</b>	<b>A</b>	Não
		<b>B</b>	Colunas: não Pilares: não
		<b>C</b>	Vigas baldrame: não Pilares: não
		<b>D</b>	Utilizaram pedaços de madeira para manter o espaçamento entre a armadura e a fôrma
		<b>E</b>	Utilizaram pedaços de madeira para manter o espaçamento entre a armadura e a fôrma
	<b>Espessura do cobrimento</b>	<b>A</b>	5 cm acima da malha pop
		<b>B</b>	Colunas: 4 cm Pilares: 4 cm
		<b>C</b>	Vigas baldrame: 2 cm Pilares: 2 cm
		<b>D</b>	2 cm
		<b>E</b>	2,5 cm
	<b>Distância entre as gravatas</b>	<b>A</b>	Não foram utilizadas
		<b>B</b>	Colunas: 30 cm em média Pilares: 30 cm em média
		<b>C</b>	Vigas baldrame: varia, são utilizados grampos Pilares: 30 cm
		<b>D</b>	Varia de 20 cm a 100 cm
		<b>E</b>	Cerca de 60 cm
<b>Tempo de retirada</b>	<b>A</b>	-	
	<b>B</b>	Colunas e pilares: 1 dia	
	<b>C</b>	Vigas baldrame e pilares: 1 a 2 dias	
	<b>D</b>	1 dia	
	<b>E</b>	1 dia	

<b>Escoras</b>	<b>Material</b>	<b>A</b>	Metal, madeira e bloco cerâmico
		<b>B</b>	Não foram utilizadas escoras
		<b>C</b>	Não foram utilizadas escoras
		<b>D</b>	Não foram utilizadas escoras
		<b>E</b>	Não foram utilizadas escoras
	<b>Espaçamento</b>	<b>A</b>	1,00 m – 1,20 m
		<b>B</b>	Não foram utilizadas escoras
		<b>C</b>	Não foram utilizadas escoras
		<b>D</b>	Não foram utilizadas escoras
		<b>E</b>	Não foram utilizadas escoras
	<b>Tempo de retirada</b>	<b>A</b>	21 dias
		<b>B</b>	Não foram utilizadas escoras
		<b>C</b>	Não foram utilizadas escoras
		<b>D</b>	Não foram utilizadas escoras
		<b>E</b>	Não foram utilizadas escoras
<b>Concreto</b>	<b>Tipo de preparação</b>	<b>A</b>	Concreto dosado e preparado em obra de forma manual
		<b>B</b>	Colunas e pilares: concreto dosado e preparado em obra de forma manual
		<b>C</b>	Vigas baldrame e pilares: concreto dosado e preparado em obra de forma manual
		<b>D</b>	Concreto dosado e preparado em obra na betoneira
		<b>E</b>	Concreto dosado e preparado em obra na betoneira
	<b>Traço</b>	<b>A</b>	2,5 carrinhos de areia média lavada; 1,5 carrinhos de brita 19 mm; 1 saco de cimento (50 kg) CP II F 32 RS
		<b>B</b>	Colunas e pilares: 1,5 carrinhos de areia média lavada; 1,5 carrinhos de brita 19 mm; 1 saco de cimento (50 kg) CP II F 32 RS
		<b>C</b>	Vigas baldrame: 2 carrinhos de areia grossa lavada; 1 carrinho de brita 19 mm; 1 saco de cimento (50 kg) CP II; 200 ml de aditivo plastificante para argamassas Pilares: 3 carrinhos de areia grossa lavada; 1 carrinho de brita 19 mm; 1 saco de cimento (50 kg) CP II
		<b>D</b>	2 carrinhos de areia média lavada; 1,5 carrinhos de brita 19 mm; 2 sacos de cimento CP II
		<b>E</b>	12 baldes de areia média lavada; 8 baldes de brita 19 mm; 1 saco de cimento CP II F 32 RS
	<b>Quantidade de água</b>	<b>A</b>	05 baldes de 20 l
		<b>B</b>	Colunas e pilares: Varia de acordo com a característica da areia, então vão colocando até chegar na consistência que consideram adequada
		<b>C</b>	Vigas baldrame e pilares: 3 a 4 baldes de 18 l de água
		<b>D</b>	4 baldes de 20 l de água.
		<b>E</b>	4 baldes de 20 l de água.

	<b>Período em que molha a estrutura com água para a cura do concreto</b>	<b>A</b>	3 dias
		<b>B</b>	-
		<b>C</b>	-
		<b>D</b>	-
		<b>E</b>	-
<b>Armadura</b>	<b>Tipo</b>	<b>A</b>	Trilho e malha pop
		<b>B</b>	Colunas e pilares: barra de aço
		<b>C</b>	Vigas baldrame e pilares: barra de aço
		<b>D</b>	Barra de aço
		<b>E</b>	Barra de aço
	<b>Bitola</b>	<b>A</b>	4,2 mm e 3,4 mm
		<b>B</b>	Vigas baldrame: 10 mm Pilares: 8 mm
		<b>C</b>	Colunas: 10 mm Pilares: 8 mm
		<b>D</b>	8 mm e 6,3 mm
		<b>E</b>	10 mm
	<b>Espaçamento entre estribos</b>	<b>A</b>	Não foram utilizados estribos na laje.
		<b>B</b>	Colunas: 15 cm Pilares: 16 cm
		<b>C</b>	Vigas baldrame e pilares: 12 cm
		<b>D</b>	20 cm
		<b>E</b>	15 cm
<b>Execução</b>	<b>O concreto foi adensado? Como?</b>	<b>A</b>	Não, apenas espalharam o concreto com uma colher de pedreiro
		<b>B</b>	Colunas e pilares: batendo na fôrma por fora, mas sem uma quantidade de batidas definida
		<b>C</b>	Vigas baldrame: sim, com uma peça de madeira para que o concreto ocupasse toda a fôrma Pilares: batendo na fôrma por fora, mas sem uma quantidade de batidas definida
		<b>D</b>	Não, apenas espalhou o concreto com a colher de pedreiro
		<b>E</b>	Não, apenas espalhou o concreto com a colher de pedreiro
	<b>Altura de lançamento do concreto</b>	<b>A</b>	Cerca de 15 cm de altura
		<b>B</b>	Colunas: 2,20 m Pilares: 2,00 m
		<b>C</b>	Vigas baldrame: cerca de 20 cm acima da fôrma Pilares: cerca de 1,50 m
		<b>D</b>	Cerca de 20 cm acima da fôrma
		<b>E</b>	Cerca de 15 cm acima da fôrma

Fonte: Autoria Própria, 2023.

## 5.1 ESTUDO DE CASO DAS OBRAS

Nesse tópico serão abordados os detalhes de cada obra, aprofundando as informações contidas no Quadro 2, de forma a apontar as falhas com embasamento nas normas vigentes.

### 5.1.1 Obra A

Na Obra A, a execução da estrutura analisada se tratou de uma laje treliçada plana de área igual a 22,62 m<sup>2</sup> de uma residência unifamiliar. Nela foram feitas duas visitas, sendo a primeira para o acompanhamento da execução da laje e a segunda para observá-la após a retirada das fôrmas e escoramentos. Dessa forma, analisou-se as falhas em sua execução, assim como problemas recém causados pelas mesmas e possíveis problemas que ainda possam ocorrer devido às falhas construtivas.

A laje treliçada se constitui como um sistema de laje pré-moldada, sendo composta por vigotas treliçadas (VT), caracterizadas por armadura treliçada embutida em base de concreto pré-moldado, e elementos de enchimento para a redução do peso próprio da laje e vedação dos vãos entre as vigotas treliçadas, cujo material pode ser cerâmico ou de poliestireno expandido (EPS). Esse tipo de laje é muito utilizado, visto que apresenta uma execução prática e rápida e reduz a quantidade de fôrmas e escoramentos necessários, gerando menos entulhos.

Nessa obra, adotou-se a laje treliçada com lajotas cerâmicas como material de enchimento e a malha pop, que se trata de uma estrutura metálica pré-fabricada composta por fios de aço nas direções transversal e horizontal, sobrepostas e soldadas nos pontos de encontro das duas direções, como mostra a Figura 5.

**Figura 5** – Montagem da laje treliçada da Obra A.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

Durante o acompanhamento da execução da laje foi notada a insuficiência das escoras quanto ao cumprimento do papel pela qual elas funcionam, visto que foram utilizadas escoras de pequena espessura e largura para a lateral da laje, além de alguns blocos cerâmicos empilhados, como indica a Figura 6, que se mostrava contrário ao que a norma NBR 14931 (ABNT, 2004) determina quanto aos requisitos das escoras, que precisam resistir às ações de fatores ambientais, à carga da estrutura auxiliar, à carga da estrutura permanente e aos efeitos dinâmicos acidentais aplicados devido ao lançamento e adensamento do concreto.

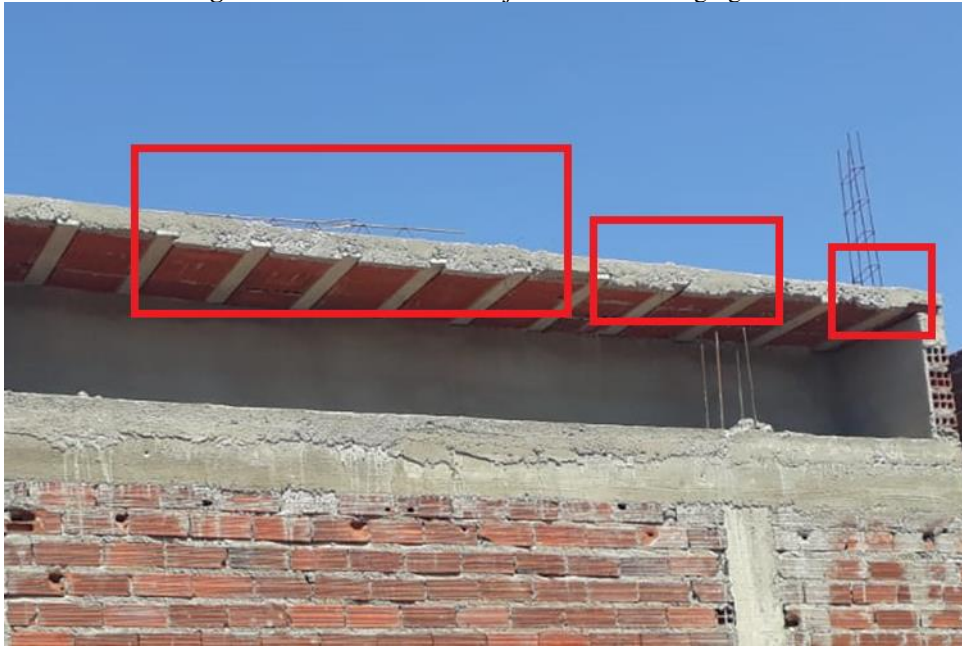
**Figura 6** – Disposição das escoras de madeira e de bloco cerâmico.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

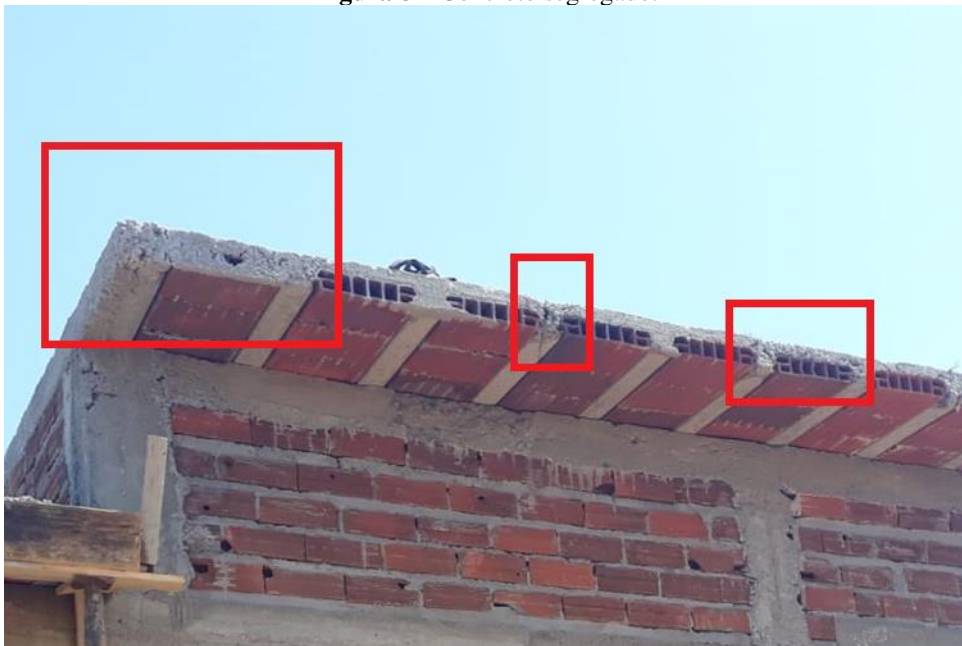
Dessa forma, como as escoras não apresentaram a resistência necessária para que suportassem o peso da laje até que ela pudesse se sustentar ao atingir sua resistência própria, logo após sua retirada foi possível notar uma encurvadura na laje, que pode ser visualizada através da Figura 7. Além disso, pela Figura 7 e pela Figura 8 nota-se algumas regiões em que o concreto se encontra segregado, o que pode ter sido causado pela perda de água da pasta através de brechas nas fôrmas e nas juntas entre os elementos da laje treliçada, pela dosagem do concreto, com a utilização de água acima do adequado ou até mesmo pela falta de adensamento. Logo, a estrutura apresenta vazios e irregularidades nessa região de segregação, que segundo Souza e Ripper (1998), comprometem o aspecto estético e facilitam a penetração de agentes agressores. Esses agentes, agem corroendo as armaduras, diminuindo a segurança e a vida útil da estrutura.

**Figura 7** – Encurvadura na laje e concreto desagregado.



**Fonte:** Autorial Própria, 2023.

**Figura 8** – Concreto segregado.



**Fonte:** Autorial Própria, 2023.

Também foi possível notar falha quanto à dosagem do concreto, visto que ela não foi realizada, sendo adotado um traço que os pedreiros utilizaram em outras obras. Dessa forma, não houve a noção por parte do construtor quanto à resistência necessária e específica para a laje em questão, assim como o atendimento ou não dessa resistência pelo traço escolhido. Essa situação prejudica a segurança e a eficiência da estrutura, podendo apresentar um concreto com alta porosidade e permeabilidade, se utilizada quantidade de água a mais do que a proporção que seria adequada, gerando então, incertezas quanto à sua qualidade, visto que não segue as

recomendações de segurança da norma NBR 12655 (ABNT, 2015), que indica que a preparação adequada do concreto quando realizado pelo construtor deve seguir quatro etapas, as quais são: caracterização dos materiais que compõem o concreto, estudo de dosagem do concreto, ajuste e comprovação do traço do concreto e produção dele.

Outro problema notado, se deu pela preparação do concreto de forma manual, sem o uso de betoneira, com várias preparações sendo feitas para uma mesma laje, como mostra a Figura 9. Essa preparação manual para a laje de concreto com a dimensão citada anteriormente não seria a melhor escolha, visto que a laje apresenta uma área considerável, necessitando de mais de 1 m<sup>3</sup> de concreto. A preparação foi realizada por duas pessoas, somando a variação da técnica manual de cada trabalhador na mistura do concreto à ausência de dosagem adequada, onde os carrinhos podem ser cheios de areia e brita com certa variação em cada traço, gera-se mudanças na consistência da massa ocasionando diferenças na resistência do concreto e produzindo pontos mais frágeis na laje.

**Figura 9** – Preparação do concreto.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

Quanto à cura do concreto, segundo Bauer (2001), representa um conjunto de medidas que visam evitar a evaporação da água, que é necessária e inerente ao endurecimento do concreto, visto que depois da pega, se a perda de água for evitada, ele prossegue ganhando resistência de forma a garantir o prosseguimento de suas reações de hidratação. A falta de água nesse processo de cura influi na diminuição da resistência e a perda dela ocasiona retração no concreto, gerando diversas fissuras e prejudicando a durabilidade e aparência da estrutura.



Conforme Yazigi (2009) descreve, quando a cura do concreto é bem realizada, o concreto se torna mais resistente e mais durável, recomendando-se a realização dela por um período de 7 dias. No entanto, de acordo com a norma NBR 7678 (*apud* Yazigi, 2009), o tempo mínimo de cura para lajes com vãos entre 3 m e 6 m quando a sobrecarga é menor que o peso próprio do concreto e das fôrmas é de em 4 dias, e quando a sobrecarga é maior que o peso próprio do concreto e das fôrmas, o período mínimo de cura é de 7 dias. Logo, a laje da Obra A que passou por um período de cura de 3 dias poderia ter recebido um período maior de cura, de modo a prevenir manifestações patológicas geradas por falhas nesse quesito, como as fissuras, que tornam o concreto vulnerável à ação de agentes agressores que penetram por suas aberturas e vazios, enfraquecendo a estrutura e corroendo as armaduras.

### *5.1.2 Obra B*

Na Obra B, que se caracteriza como uma edificação comercial, as estruturas analisadas foram os pilares e colunas na etapa do pavimento térreo, cujas alturas são cerca de 4,00 m. Sendo analisadas as questões quanto à colocação das fôrmas, armadura utilizada, concretagem e aparência final após a desforma.

Primeiramente, observou-se a falta da colocação do desmoldante nas fôrmas das colunas, notando-se que essas fôrmas já haviam sido utilizadas algumas vezes, como mostra a Figura 10. Em seguida, foi possível notar a colocação errada de desmoldante nas fôrmas dos pilares, visto que foram lançados água e óleo diesel nas fôrmas que já estavam com as armações das estruturas posicionadas dentro delas, logo os dois líquidos envolveram tanto as fôrmas como as armaduras. Todavia, conforme a norma NBR 14931 (ABNT, 2004), quando há a necessidade da utilização de agentes desmoldantes para facilitar a desmoldagem, deve-se aplicar exclusivamente nas fôrmas antes da colocação da armadura e de forma a não prejudicar a superfície do concreto. Além disso, esse contato das armaduras com o óleo diesel afeta diretamente a aderência do concreto com a armadura, estando também em desacordo com a mesma norma mencionada, que indica que a superfície da armadura deve estar livre de substâncias que afetem de maneira adversa o aço, o concreto ou a aderência entre esses materiais.

**Figura 10** – Fôrma da coluna.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

Há de se destacar a ausência de dosagem do traço do concreto, em que a água é adicionada até atingir uma consistência entendida como adequada pelos trabalhadores da obra, na qual não se tem o dado quanto à resistência do concreto utilizado na estrutura. Ainda existe falha quanto à falta de adensamento do concreto nas colunas e nos pilares que, em conjunto à falta de dosagem, se for utilizada maior quantidade de água do que o limite, acaba resultando em um alto fator água/cimento, podendo-se ter um concreto menos resistente e mais poroso, portanto mais permeável e suscetível à ação de agentes externos, acelerando a corrosão das armaduras e a degradação do concreto.

Além disso, segundo a norma NBR 14931 (ABNT, 2004), o lançamento do concreto deve ser realizado com técnica que elimine ou diminua significativamente a segregação entre seus elementos, aumentando o cuidado com o aumento da altura e quando ela for maior do que 2 m os cuidados devem ser mais ainda majorados. Nas estruturas em questão, a altura de lançamento foi de aproximadamente 2,20 m para as colunas e cerca de 2,00 m para os pilares, podendo ser observada uma leve segregação do concreto na região das juntas de concretagem dos pilares e das colunas e em algumas laterais de alguns pilares, como pode ser visto através das Figuras 11 e 12. Para evitar isso, a norma recomenda a utilização de concreto com teor de argamassa e consistência adequados, como o concreto com características para bombeamento, assim como o lançamento inicial de argamassa com composição igual à da argamassa do concreto estrutural e o uso de dispositivos de condução como funis, calhas e trombas para minimizar a segregação.

**Figura 11** – Concreto segregado na coluna.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

**Figura 12** – Concreto segregado nos pilares.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

Através da Figura 11 também é possível visualizar a diferença de largura da nova concretagem realizada sobre a parte inferior, que havia sido concretada anteriormente em outra data, ficando um pouco desalinhada ao apresentar cerca de 1,5 cm a mais de concreto na lateral do que a parte inferior concretada, necessitando de mais argamassa nessa área de diferença para a realização do acabamento, aumentando o custo com esse material.

Outra falha construtiva, associada ao projeto, se referiu à utilização de barras de 8 mm de diâmetro para a armadura dos pilares, sendo uma prática contrária à norma NBR 6118

(ABNT, 2014), que determina que o diâmetro das barras longitudinais não deve ser inferior a 10 mm. Essa exigência é essencial tendo em vista a segurança da edificação, pois os pilares suportam todo o peso da estrutura acima deles como de vigas, paredes e lajes, e ainda quando há outros pavimentos, como na Obra B, eles suportam todas as estruturas dos pavimentos acima. Essas cargas suportadas pelos pilares influenciam na ocorrência de flambagem, ocasionada em peças esbeltas, quando sofrem flexão transversalmente devido à compressão axial.

De acordo com Souza e Ripper (1998), a barra pode ser impedida de flambar devido ao concreto do cobrimento e aos estribos, cujo espaçamento máximo permitido pelas Normas Técnicas é suficiente para evitar a flambagem elástica das barras longitudinais antes que a carga de esmagamento seja atingida, apesar de não impedir a flambagem inelástica das barras longitudinais quando próximas do escoamento, sendo um risco que pode levar a estrutura à ruína.

Identificou-se também uma abertura na diagonal de um dos pilares recém concretados, como é possível ver pela Figura 13. Segundo Yazigi (2009), existem vários fatores que propiciam o aparecimento de fissuras, dentre os quais se destacam os recalques diferenciais, caracterizados pelo afundamento do solo no entorno da coluna, e dependem das interações entre fundação, estrutura e o solo que as suporta. Esses recalques podem ser gerados em períodos curtos no caso de solos arenosos, por apresentarem alta permeabilidade, e em períodos mais longos no caso de solos argilosos, por apresentarem variação de volume por percolação de água de forma mais lenta. O autor ainda afirma que, geralmente, essas fissuras ocasionadas por recalques diferenciais se mostram inclinadas no sentido do ponto onde houve o maior recalque. Dessa forma, a abertura identificada com direção na diagonal provavelmente foi ocasionada por recalque na fundação.

**Figura 13** – Fissura no pilar.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

De acordo com Souza e Ripper (1998), a ocorrência desses recalques pode ser originada devido à falta de realização de sondagens no solo ou pela errônea interpretação de seus resultados, levando à escolha de fundações inadequadas para o tipo de solo, além disso também pode ser originada pela adoção de comprimentos insuficientes para as fundações, pelo dimensionamento de fundações superficiais sem a consideração da taxa de compressibilidade do solo, dentre outras causas. Logo, para a prevenção desse recalque é necessário o correto dimensionamento das fundações em conjunto com a realização de procedimentos adequados à coleta de informações necessárias para se adequar o projeto ao terreno.

### *5.1.3 Obra C*

A Obra C se trata de uma residência unifamiliar térrea, onde foi observada a execução das vigas baldrames e de pilares, sendo coletados os dados dos materiais utilizados, forma de execução e foram registradas as fotos das estruturas resultantes.

A respeito das vigas baldrames, a produção do concreto armado delas foi feita de forma manual, pois apesar da obra obter uma betoneira, a energia ainda não havia sido ligada. Desse modo, com a dosagem de concreto fornecida pelo engenheiro que projetou a estrutura da edificação, foi feita a mistura manual. Não foi feito o uso do vibrador para o adensamento do concreto armado, sendo disposto na fôrma com a utilização de um pedaço de madeira para diminuir os vazios. Essa técnica pode não ser o suficiente para evitar espaços vazios no concreto e entre ele e a fôrma, todavia a utilização de aditivo plastificante influenciou no aumento da trabalhabilidade do concreto e evitou a formação de vazios nele. A disposição dos grampos e a

visualização das fôrmas no momento da concretagem é mostrada na Figura 14, na qual a viga registrada possui 10,59 m de comprimento.

**Figura 14** – Concretagem das vigas baldrame.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

Quanto aos pilares, foi identificada a falha na dimensão da bitola das barras de aço, na qual foram utilizadas barras de 8 mm para todos os pilares, estando em desacordo com a NBR 6118, cuja especificação fora citada anteriormente na análise da Obra B. Nas fôrmas utilizadas para os pilares não foi aplicado desmoldante para facilitar sua retirada, a execução delas pode ser vista através da Figura 15, cujo pilar possui cerca de 3,20 m, e foi enchido primeiramente até cerca de 1,50 m, com as gravatas apresentando um espaçamento de 30 cm entre si.

**Figura 15** – Fôrma do pilar.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

#### 5.1.4 Obra D

A Obra D se trata de uma residência unifamiliar de um pavimento, cujo tipo de estrutura analisada se tratou das vigas, sendo observada a execução e registradas as fotos durante e após a desforma.

O traço utilizado para a elaboração do concreto foi dosado pelos trabalhadores da obra, de acordo com a experiência deles em outras obras. Dessa forma, assim como nas obras analisadas anteriormente, a Obra D apresentou a falha no procedimento de dosagem do concreto, sem a verificação da sua real resistência, se mostrando em desacordo com a NBR 12655 (ABNT, 2015), que indica as etapas a serem seguidas quando a dosagem é feita pelo construtor da obra.

As fôrmas utilizadas para o abafamento das vigas se mostraram de usos anteriores, como se vê pela Figura 16, cujas vigas registradas possuem 4,00 m e 5,30 m de comprimento. Apesar disso, não foi utilizado desmoldante para facilitar o desmolde das vigas após o tempo de cura, o que provavelmente se constitui como causa do destacamento de parte do concreto, que pode ter ocorrido durante a retirada da fôrma e pode ser visualizado através da Figura 17.

**Figura 16** – Abafamento das vigas.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

**Figura 17** – Concreto destacado.

Fonte: Autoria Própria, 2023.

Ainda pela Figura 16, nota-se que as gravatas das fôrmas foram colocadas sem um espaçamento definido, com algumas próximas e outras com uma distância maior entre si, podendo gerar brechas nas fôrmas, fazendo com que a água presente no concreto vaze e comprometa a cura e a resistência dele. Ainda com relação às fôrmas, devido a utilização de mais de uma peça de madeirite fixadas com pressões diferentes em uma mesma viga, produziu-se algumas regiões do concreto com diferenças de nível em relação à alvenaria, demandando então maior uso de argamassa para a correção dessa falha estética, como nota-se o que ocorreu na Figura 18.

**Figura 18** – Falha estética.

Fonte: Autoria Própria, 2023.



Outrossim, tem-se a falta de adensamento na realização da concretagem da viga, que ocasionou a exposição das armaduras na viga, sendo visualizadas após a desforma como mostram as Figuras 19 e 20. Segundo Yazigi (2009), o mau adensamento do concreto se mostra como um dos principais fatores que causam a corrosão das armaduras, pois gera um concreto poroso e com espaços vazios, sem preenchimento, permitindo a passagem de agentes agressivos no concreto que corroem as armaduras, por consequência, normalmente geram-se fissuras paralelas à direção da armadura principal.

**Figura 19** – Exposição das armaduras.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

**Figura 20** – Exposição das armaduras.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

### 5.1.5 Obra E

A Obra E se trata de uma unidade mista com o pavimento térreo sendo comercial e o pavimento superior sendo uma residência. Nessa edificação foi analisada a execução das vigas.

A dosagem do concreto, assim como nas Obras A, B e D, não foi realizada, sendo o traço escolhido de acordo com a tradição construtiva dos trabalhadores, descumprindo a recomendação da norma NBR 12655 do ano de 2015, já detalhada anteriormente. Essa falta de dosagem pode acarretar uma resistência abaixo da mínima para estruturas de concreto armado, sendo comum a realização da adição de água acima da quantidade adequada, ocasionada pela busca por uma consistência da pasta com alta trabalhabilidade, gerando um concreto com alta porosidade e conseqüentemente permitindo a entrada de agentes que deterioram as armaduras e o concreto.

Para a fôrma das vigas foram utilizadas fôrma de madeirite e gravatas de madeira, como mostram as Figuras 21 e 22.

**Figura 21** – Abafamento das vigas.



**Fonte:** Aatoria Própria, 2023.

**Figura 22** – Abafamento das vigas.



**Fonte:** Aatoria Própria, 2023.

A falha identificada se deu após a retirada das fôrmas, em que se percebeu regiões com vazios no concreto, mostradas nas Figuras 23 e 24, ocasionando exposição das armaduras à agentes externos, e conseqüentemente ao aumento da velocidade de corrosão das armaduras e diminuição de sua vida útil.

**Figura 23** – Vazios no concreto.



**Fonte:** Aatoria Própria, 2023.

**Figura 24** – Vazios no concreto.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

Percebeu-se também partes da viga com maior espessura do que outras, se mostrando como uma falha estética atestando que as fôrmas não foram bem ajustadas de modo a manter a uniformidade das vigas, como se pode ver pelas Figuras 25 e 26. Para correção dessa falha, gera-se maiores gastos com argamassa de revestimento.

**Figura 25** – Falha estética na viga.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

**Figura 26** – Falha estética na viga.



**Fonte:** Autoria Própria, 2023.

## 5.2 SOLUÇÕES PARA A PREVENÇÃO DE FALHAS

A partir das falhas identificadas assim como do acompanhamento das execuções estruturas nas obras, foi possível elencar a origem dos problemas para a análise de soluções de modo a se ter o conhecimento de como preveni-los.

Primeiramente, foi possível perceber a ausência de profissionais habilitados, como técnicos de edificações, engenheiros e arquitetos no acompanhamento das obras. Essa situação implica em grande parte dos problemas analisados, visto que sem o acompanhamento de um profissional, as obras ficam à mercê das escolhas e decisões tomadas por trabalhadores que convivem com as tradições e experiências construtivas de outras obras das quais realizaram, sabendo-se que cada obra possui suas dimensões, materiais e especificidades, essas escolhas muitas vezes não se tornam seguras e adequadas. Além do mais, por vezes esses trabalhadores não possuem o conhecimento técnico adequado para executar as estruturas da maneira mais correta ou de forma fiel às normas vigentes, sendo fundamental que eles sejam acompanhados e instruídos sobre as técnicas corretas.

Tendo isso em vista, o acompanhamento das obras realizado por um profissional habilitado se torna extremamente importante para garantir que os projetos sejam executados da forma correta, com a utilização de técnicas adequadas e obedecendo às normas vigentes. O estímulo a esse acompanhamento pode ser feito pelos profissionais habilitados ao acompanhamento da execução de obras, por meio da conscientização das pessoas, apontando,

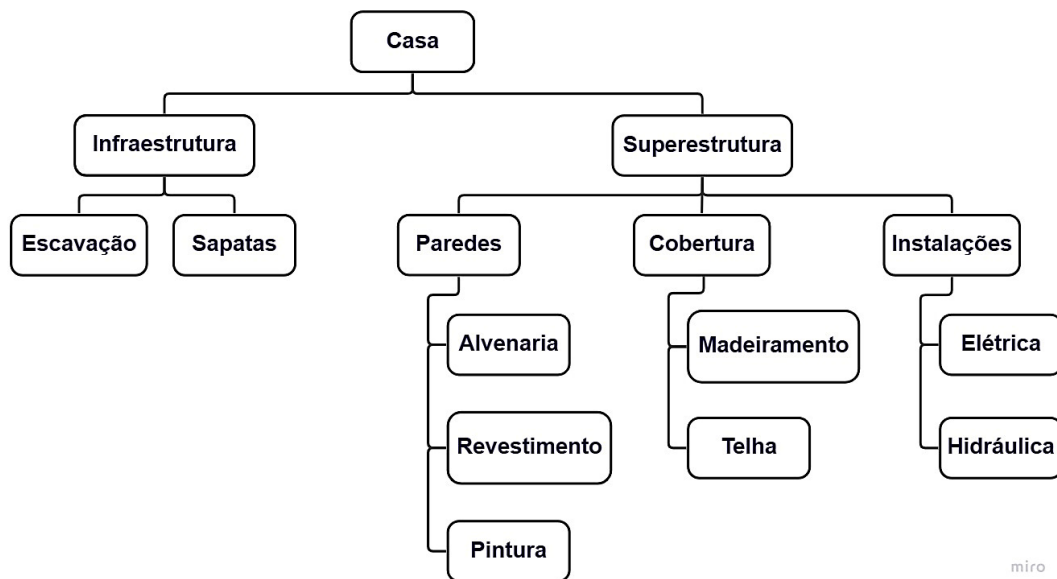
assim como essa pesquisa aponta, os problemas e as falhas que podem ocorrer nas edificações quando são executadas sem o acompanhamento de um profissional. Assim como é indispensável a ação de órgãos fiscalizadores, para garantir que as obras sejam assistidas por esses profissionais habilitados.

Além disso, utilizar ferramentas de planejamento e controle de obras se mostra uma ação eficiente para que se otimize o tempo de execução das etapas das obras, facilite a tomada de decisões e permita a execução de mais de uma etapa da obra de forma simultânea. Segundo Mattos (2010), as deficiências no planejamento e no controle das obras se mostram como uma das principais causas de baixa produtividade no setor da construção civil, de suas elevadas perdas e da baixa qualidade dos seus produtos. Com isso, vê-se que planejar as obras influencia na qualidade e na economia delas, a qual permite o investimento em materiais e equipamentos específicos para o cumprimento das normas vigentes e para a realização de técnicas adequadas nas obras, de modo a evitar falhas durante suas execuções e problemas que gerem gastos para os construtores e para os clientes no futuro.

Algumas das ferramentas de planejamento e controle de obras são a Estrutura Analítica de Projeto (EAP) e o diagrama PERT/CPM.

A EAP trata de subdividir as etapas da obra em partes menores para que se possa elencar os serviços em pacotes menores e mais definidos, permitindo a identificação da tarefa e conseqüentemente a atribuição de sua duração, sendo exemplificada na Figura 27 (MATTOS, 2010).

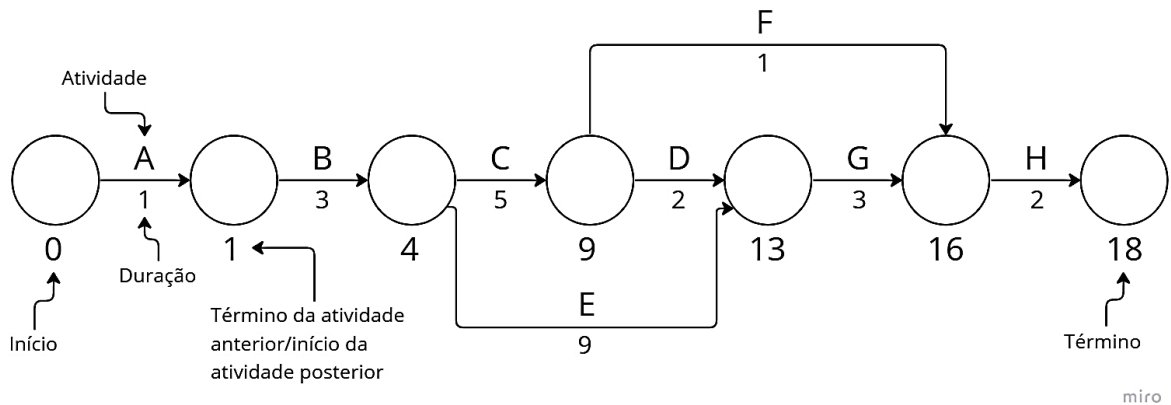
**Figura 27** – Exemplo de uma EAP.



**Fonte:** Adaptada de Mattos, 2010.

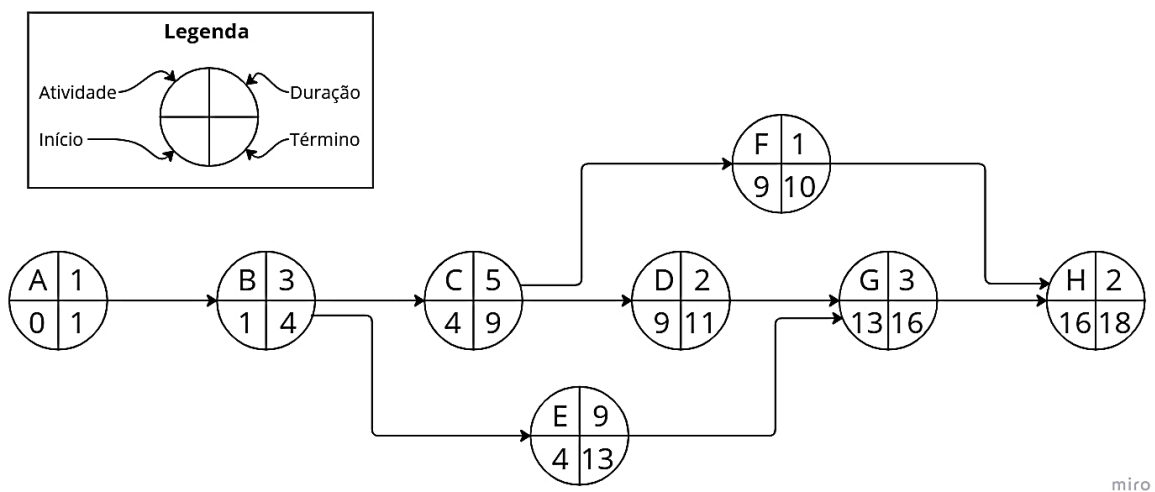
O diagrama PERT/CPM se trata da organização das informações de duração e sequência dos serviços em forma de diagrama, de maneira a indicar as inter-relações entre cada serviço através da dependência que eles possuem entre si, sendo possível prever se uma atividade irá atrasar caso a atividade que a antecede atrase, assim como permite determinar a folga entre cada atividade e as atividades que podem ser realizadas de forma simultânea às outras. Esse diagrama pode ser representado de diversas formas, dentre as quais estão a utilização do método das flechas e do método dos blocos, que podem ser visualizados respectivamente pelas Figuras 28 e 29.

**Figura 28** - Técnica PERT/CPM pelo método das flechas.



**Fonte:** Adaptada de Mattos, 2010.

**Figura 29** – Técnica PERT/CPM pelo método dos blocos.



**Fonte:** Adaptada de Mattos, 2010.

Por conseguinte, a tomada dessas medidas acarreta grande economia e controle das obras, permitindo que haja maior investimento nos materiais, que nas obras analisadas foram

omitidos, como desmoldante e escoras adequadas, de maneira a corroborar com a boa execução das obras e como resultado com segurança, qualidade de vida dos futuros usuários das edificações e prevenção de gastos futuros por problemas nas estruturas.



## 6 CONCLUSÃO

Estruturas de concreto armado representam um papel fundamental na sustentação de edificações e quando mal executadas geram diversas manifestações patológicas, acarretando grandes riscos de segurança aos usuários dessas edificações, assim como aos vizinhos no entorno delas, além de demandar muito trabalho e altos custos com serviços de recuperação. Vê-se a grande importância da análise das falhas que provocam essas manifestações, de modo a tornar as causas mais conhecidas e contribuir com a prevenção delas.

Na análise das obras, notou-se falha quanto à dosagem do concreto para as obras A, B, D e E, cuja resistência, que os traços utilizados poderiam proporcionar à estrutura, não foi conhecida, assim como observou-se a falta de adensamento do concreto nas obras A, D e E e do adensamento realizado de forma insuficiente nas obras B e C, podendo gerar segregação no concreto, sendo uma manifestação patológica grave, visto que expõe as armaduras ao ataque de agentes externos, gerando sua corrosão de forma mais acelerada e ainda a perda de espessura da armadura, fazendo com que ela perca a sua função e gerando risco de ruína da edificação.

Percebeu-se a falha na escolha das barras para as armaduras dos pilares das obras B e C, cuja bitola adotada foi a de 8 mm, estando em desacordo com a norma NBR 6118 (ABNT, 2014), que determina o diâmetro mínimo de 10 mm para as barras longitudinais de pilares. Como a estrutura da Obra B foi projetada para possuir três pavimentos, é inerente o risco de flambagem ao não atender o diâmetro mínimo das barras em suas armaduras. Devido ao alto custo das fôrmas, outra falha que ocorreu com quase todas as obras observadas foi o frequente reuso das fôrmas sem a aplicação de desmoldante para facilitar o desmolde e para conservá-las.

Pôde-se notar falhas e avaliar as manifestações patológicas em todas as obras analisadas, em que algumas apresentaram mais falhas do que as outras e ainda que não fosse possível visualizá-las pelos registros visuais, não significou que não havia falhas na execução, ou que a estrutura visivelmente intacta e com boa aparência estivesse dentro dos conformes, como ocorreu no caso de pilares com a utilização de barras abaixo do indicado pela norma vigente e que após a conclusão pode não ser notado visivelmente de início, mas com o tempo pode gerar efeitos nocivos à estrutura.

Assim, através da visita a essas obras selecionadas, sendo coletadas as suas informações e então tabuladas para a realização das suas análises relacionando às possíveis manifestações patológicas geradas pelas falhas identificadas, foi possível se ter o conhecimento dos problemas mais comuns nessas obras, assim como sobre as soluções que podem prevenir essas ações falhas, como planejamento e acompanhamento das obras por profissionais habilitados. Tendo-

se em vista a relevância que esse problema de falha na execução das obras representa por ocasionar manifestações patológicas que interferem na segurança e na vida dos usuários e ainda na área financeira, cuja economia é muito procurada por todos, mas pode ter o efeito contrário devido às consequências que essas falhas podem gerar, se torna relevante a realização de pesquisas futuras sobre os custos e economia que os materiais e técnicas certas podem proporcionar em comparação com os efeitos da falta deles.

Logo, sugere-se como tema uma pesquisa orçamentária de custos da construção de uma edificação com técnicas e materiais adequados em comparação aos custos ligados a uma construção com a falta dessas recomendações, somado aos gastos com recuperação de manifestações patológicas geradas por falhas construtivas.

## REFERÊNCIAS

- ARIVABENE, Antonio Cesar. Patologias em Estruturas de Concreto Armado Estudo de Caso. **Revista Especialize On-line IPOG**, v. 1, n. 10, p. 1-22, dez. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento. Rio de Janeiro: fev. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto. Rio de Janeiro: abr. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ago. 2014.
- BAUER, Luiz Alfredo Falcão. **Materiais de Construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. 471 p.
- CLÍMACO, João Carlos Teatini de Souza. **Estruturas de concreto armado**: fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação. 3 ed. Brasília: UnB, 2016. Disponível em: <https://ler.amazon.com.br/kp/embed?linkCode=kpd&asin=B0758LP93Y&tag=mvnminer-20&amazonDeviceType=A2CLFWBIMVSE9N&from=Bookcard&preview=newtab&reshareId=4MHGXT7CH6YZ8RXPVSCM&reshareChannel=system>. Acesso em: 22 ago. 2022.
- Construção civil é a locomotiva do crescimento, com emprego e renda. **Câmara Brasileira da Indústria da Construção-CBIC**, 2020. Disponível em: <https://cbic.org.br/construcao-civil-e-a-locomotiva-do-crescimento-com-emprego-e-renda/>. Acesso em: 27 ago. 2022.
- DOS REIS, M. C.; REIS, M. C.; MARQUES NETO, J. C. Levantamento das Manifestações Patológicas em Edifício Educacional. 3º Encontro Luso-Brasileiro de Degradação em Estruturas de Concreto Armado São Carlos, São Paulo, Brasil. 2018.
- FREITAS, A. Á. *et al.* Bioconcreto: Uma revisão de sua aplicação na construção civil. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. 1-11, abr. 2021.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- GOMIDE, T. L. F.; NETO, J. C. P. F.; GULLO, M.A. **Normas técnicas para engenharia diagnóstica em edificações**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2009.
- JÚNIOR, J. J. A. *et al.* Patologia em concreto armado e seus métodos de recuperação estrutural. **Revista Científica Novas Configurações - Diálogos Plurais**, Luziânia, v. 2, p. 42-56, jan. 2021.
- MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. 1. Ed. São Paulo: PINI, 2010.
- MARTINS, Juliana Furtado Arrobas. Investigação de manifestações patológicas em sistemas estruturais de concreto armado: estudo de caso em edificação pública. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 3, n.4, p. 90-102, mai. 2016.

NASCIMENTO, Ana Priscila Gonçalves. **Loteamentos residenciais, expansão territorial e questões socioambientais o caso do Loteamento Crystal, na cidade de Cajazeiras /PB.** 2019. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) - Centro de Formação de Professores, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, Paraíba, Brasil, 2019.

PERES, Rebeca Valim; CORREIA, Suyanne Nunes Alves. **Patologia em concreto armado: avaliação de corrosão, fissuras e manchas.** 2019. 52 p. TCC (Bacharelado em Engenharia Civil) - UniEvangélica, Anápolis, GO, 2019.

ROCHA, F. C. *et. al.* Influência da espessura de cobrimento e da contaminação por cloretos nas leituras de potencial de corrosão de armaduras. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 43-53, mai. 2014.

SOUSA, Klêdson Pinheiro de. **A expansão urbana de Cajazeiras-PB entre os anos de 2009-2015.** 2016. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) - Centro de Formação de Professores, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, Paraíba, Brasil, 2016.

SOUZA, Francisco das Chagas Rolim de. **Análise do processo de expansão urbana no Bairro Cristo Rei Cajazeiras-PB.** 2015. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) - Centro de Formação de Professores, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, Paraíba, Brasil, 2015.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** 1. ed. São Paulo: PINI, 1998.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar.** 10. ed. São Paulo: PINI: SindusCon, 2009.

**APÊNDICE – CHECKLIST PARA AS VISITAS TÉCNICAS**


<b>Obra</b>	<b>Tipo</b>	A	
		B	
		C	
		D	
		E	
	<b>Projetos que a obra apresenta</b>	A	
		B	
		C	
		D	
		E	
	<b>Teve acesso a algum projeto? Qual/Quais?</b>	A	
		B	
		C	
		D	
		E	
<b>Estrutura cuja execução foi acompanhada</b>	<b>Tipo</b>	A	
		B	
		C	
		D	
		E	
	<b>Dimensão</b>	A	
		B	
		C	
		D	
		E	
	<b>Material</b>	A	
		B	
		C	
		D	
		E	
	<b>Utilizaram desmoldante?</b>	A	
		B	
		C	
		D	

<b>Fôrma</b>	<b>Utilizaram espaçadores?</b>	E	
		A	
		B	
		C	
		D	
	<b>Espessura do cobrimento</b>	A	
		B	
		C	
		D	
		E	
	<b>Distância entre as gravatas</b>	A	
		B	
		C	
		D	
		E	
	<b>Tempo de retirada</b>	A	
		B	
		C	
		D	
		E	
<b>Escoras</b>	<b>Material</b>	A	
		B	
		C	
		D	
		E	
	<b>Espaçamento</b>	A	
		B	
		C	
		D	
		E	
	<b>Tempo de retirada</b>	A	
		B	
		C	
		D	

		E	
<b>Concreto</b>	<b>Tipo de preparação</b>	A	
		B	
		C	
		D	
		E	
	<b>Traço</b>	A	
		B	
		C	
		D	
		E	
	<b>Quantidade de água</b>	A	
		B	
		C	
		D	
		E	
	<b>Período em que molha a estrutura com água para a cura do concreto</b>	A	
		B	
		C	
		D	
		E	
<b>Armadura</b>	<b>Tipo</b>	A	
		B	
		C	
		D	
		E	
	<b>Bitola</b>	A	
		B	
		C	
		D	
		E	
	<b>Espaçamento entre estribos</b>	A	
		B	
		C	
		D	

		<b>E</b>	
<b>Execução</b>	<b>O concreto foi adensado? Como?</b>	<b>A</b>	
		<b>B</b>	
		<b>C</b>	
		<b>D</b>	
		<b>E</b>	
	<b>Altura de lançamento do concreto</b>	<b>A</b>	
		<b>B</b>	
		<b>C</b>	
		<b>D</b>	
		<b>E</b>	



	<b>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA</b>
	Campus Cajazeiras - Código INEP: 25008978
	Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis, CEP 58.900-000, Cajazeiras (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0005-07 - Telefone: (83) 3532-4100

## Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

### TCC Assinado e contendo a ficha catalográfica

<b>Assunto:</b>	TCC Assinado e contendo a ficha catalográfica
<b>Assinado por:</b>	Leticia Souza
<b>Tipo do Documento:</b>	Anexo
<b>Situação:</b>	Finalizado
<b>Nível de Acesso:</b>	Ostensivo (Público)
<b>Tipo do Conferência:</b>	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Leticia Alencar de Souza, ALUNO (201812200028) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - CAJAZEIRAS**, em 14/03/2023 10:23:06.

Este documento foi armazenado no SUAP em 14/03/2023. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 777474

Código de Autenticação: b23e68b201

