

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**JESSICA GRAZIELE FRANCO DO CARMO**

**ANÁLISE DE FALHAS E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DURANTE A  
EXECUÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAREDES DE CONCRETO  
MOLDADAS IN LOCO**

**TOLEDO**

**2024**

**JESSICA GRAZIELE FRANCO DO CARMO**

**ANÁLISE DE FALHAS E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DURANTE A  
EXECUÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAREDES DE CONCRETO  
MOLDADAS IN LOCO**

**Analysis of failure and pathological manifestations during the execution of the  
construction system in concrete walls molded on site**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentada como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientador(a): Lucia Bressiani.

**TOLEDO**

**2024**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**JESSICA GRAZIELE FRANCO DO CARMO**

**ANÁLISE DE FALHAS E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DURANTE A  
EXECUÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAREDES DE CONCRETO  
MOLDADAS IN LOCO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 03/Junho/2024

---

Fulvio Natercio Feiber  
Doutor em Engenharia de Produção  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

---

Silmara Dias Feiber  
Doutora em Geografia  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

---

Lucia Bressiani  
Doutora em Engenharia Civil  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

**TOLEDO**

**2024**

Dedico este trabalho ao meu avô,  
que mesmo em sua ausência fisicamente,  
esteve presente de alma.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força e coragem nos momentos em que eu mesma não acreditei em mim e no meu potencial. Ao meu pai de sangue Joel, meu pai de coração José Joel e a minha mãe Cerli, pelo apoio, pelo incentivo e por toda ajuda, sem eles eu não estaria concluindo essa graduação, não há palavras que expressem a minha gratidão a eles.

Às minhas irmãs Aline e Alessandra e ao meu cunhado Erick Felipe, pelo apoio e por sempre acreditarem em mim e na minha capacidade. Ao meu namorado Eduardo, por acreditar na minha capacidade, me motivar e por me ajudar a vencer minhas inseguranças com amor e paciência.

Agradeço a minha orientadora Prof.(a) Dr.(a) Lucia Bressiani, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória. Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desse sonho.

## RESUMO

O presente estudo tem como tema a análise de falhas e manifestações patológicas apresentadas logo após a desfôrma no sistema construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco*. Seu objetivo é relacionar as manifestações patológicas com suas respectivas causas e sugerir correções. A partir de uma revisão bibliográfica demonstrou-se as principais etapas para a execução do sistema construtivo e os seus principais componentes empregados. A fim de alcançar os objetivos propostos, foi realizado acompanhamento dos processos de execução no empreendimento, após cada concretagem, para levantamento de dados. Nestas visitas foi possível identificar falhas executivas sendo elas: fissuras, juntas de concretagem, faquetas concretadas, abertura de placas, armadura exposta, eletroduto exposto, espaçador exposto e caixinhas elétricas desalinhadas. Com as falhas levantadas, elaborou-se diagramas de causas e efeito buscando as causas raízes destas anomalias, classificou-se o grau de risco de cada uma delas e sugeriu-se as correções.

Palavras-chave: paredes de concreto; desfôrma; falhas; manifestações patológicas.

## **ABSTRACT**

The present study has as its theme the analysis of failures and pathological manifestations presented soon after formwork in the construction system of concrete walls molded in situ. Its objective is to relate the pathological manifestations to their respective causes and suggest corrections. From a literature review, the main stages for the execution of the construction system and its main components used were demonstrated. In order to achieve the proposed objectives, the execution processes in the project were monitored after each concreting for data collection. In these visits, it was possible to identify executive failures, namely: cracks, concrete joints, concreted knives, opening of plates, exposed reinforcement, exposed conduit, exposed spacer and misaligned electrical boxes. With the failures raised, cause and effect diagrams were elaborated looking for the root causes of these anomalies, classified the degree of risk of each one of them and suggested corrections.

Keywords: Concrete walls; Mold removal; Failures; Pathological manifestations.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fôrmas de aço .....	18
Figura 2 – Cunha e pino .....	19
Figura 3 – Faqueta.....	19
Figura 4 – Escoras .....	19
Figura 5 – Telas soldadas.....	21
Figura 6 – Espaçadores plásticos.....	21
Figura 7 – Eletrodutos fixados nas armaduras das paredes.....	22
Figura 8 – Eletrodutos fixados nas armaduras da laje .....	23
Figura 9 – Instalações hidráulicas embutidas em shaft.....	24
Figura 10 – Trincas, fissuras e rachaduras em concreto.....	26
Quadro 1 – Manifestações patológicas .....	29
Figura 11– Planta baixa do edifício.....	31
Figura 12 – Fluxograma das etapas da pesquisa .....	32
Figura 13 – Diagrama de Ishikawa .....	35
Figura 14 – Levantamento das falhas/manifestações patológicas .....	39
Figura 15 – Abertura de placa .....	40
Figura 16 – Análise de causas das aberturas de placas.....	40
Figura 17 – Regularização de paredes .....	41
Figura 18 – Espaçador de parede exposto.....	42
Figura 19 – Análise de espaçadores de parede expostos .....	42
Figura 20 – Segregação de materiais .....	43
Figura 21 – Análise da segregação de materiais.....	44
Figura 22 – Segregação de materiais: grande falhas.....	45
Figura 23 – Segregação de materiais: falhas médias .....	45
Figura 24 – Segregação de materiais: falha pequena .....	46
Figura 25 – Fissura a 45° .....	47
Figura 26 – Fissura a 90° .....	47
Figura 27 – Análise de causas de fissuras a 45° e 90° .....	47
Figura 28 – Tratamento de fissuras .....	48
Figura 29 – Faqueta concretada.....	49
Figura 30 – Análise de faquetas concretadas.....	50
Figura 31 – Reparos em faqueta concretada .....	50
Figura 32 – Junta de concretagem .....	51
Figura 33 – Análise de juntas de concretagem.....	52
Figura 34 – Caixinhas elétricas desalinhadas .....	53
Figura 35 – Caixinhas elétricas alinhadas x desalinhadas .....	55
Figura 36 – Análise de caixinhas desalinhadas.....	55
Figura 37 – Abertura de caixinhas .....	56
Figura 38 – Chumbamento de caixinhas .....	56
Figura 39 – Armadura exposta .....	57
Figura 40 – Análise de armaduras expostas.....	57
Figura 41 – Tratamento de armaduras expostas .....	58
Figura 42 – Eletrodutos expostos.....	59
Figura 43 – Análise de eletrodutos expostos .....	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Planilha para levantamento de dados .....	33
Tabela 2 – Planilha para levantamento de dados .....	33
Tabela 3 – Levantamento das falhas/manifestações patológicas.....	36
Tabela 4 – Levantamento das falhas/manifestações patológicas.....	37
Tabela 5 – Distribuição das caixinhas elétricas .....	53
Tabela 6 – Levantamento de caixinhas elétricas desalinhadas .....	53
Tabela 7 – Análise do grau de risco .....	60
Tabela 8 – Análise das causas raízes.....	61

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBAPE/SP	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de São Paulo
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NM	Norma Mercosul

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>14</b>
1.2.1	Objetivo Geral.....	14
1.2.2	Objetivos específicos.....	15
<b>1.3</b>	<b>Delimitação da pesquisa</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Sistema construtivo: paredes de concreto moldadas <i>in loco</i></b> .....	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Componentes empregados</b> .....	<b>17</b>
2.2.1	Sistema de formas.....	18
2.2.2	Desmoldantes.....	20
2.2.3	Armaduras .....	20
2.2.4	Instalações elétricas .....	22
2.2.5	Instalações hidráulicas .....	23
2.2.6	Concretagem.....	24
<b>2.3</b>	<b>Falhas e manifestações patológicas</b> .....	<b>25</b>
2.3.1	Trincas e fissuras .....	26
2.3.2	Falhas na execução .....	27
2.3.3	Falhas de concretagem .....	28
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>30</b>
<b>3.1</b>	<b>Tipo de pesquisa</b> .....	<b>30</b>
<b>3.2</b>	<b>Objeto do estudo de caso</b> .....	<b>30</b>
<b>3.3</b>	<b>Etapas da pesquisa</b> .....	<b>31</b>
<b>3.4</b>	<b>Levantamento das falhas e manifestações patológicas</b> .....	<b>32</b>
<b>3.5</b>	<b>Análise dos dados</b> .....	<b>33</b>
<b>3.6</b>	<b>Identificação das possíveis causas</b> .....	<b>34</b>
<b>3.7</b>	<b>Reparos das manifestações patológicas</b> .....	<b>35</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>36</b>
<b>4.1</b>	<b>Manifestações patológicas</b> .....	<b>36</b>
4.1.1	Abertura de placas .....	39
4.1.2	Espaçadores expostos .....	42
4.1.3	Segregação de materiais.....	43
4.1.4	Fissuras a 45° e 90° .....	46

4.1.5	Faquetas concretadas .....	49
4.1.6	Juntas de concretagem .....	51
4.1.7	Caixinhas elétricas desalinhadas .....	52
4.1.8	Armaduras expostas.....	56
4.1.9	Eletrodutos expostos .....	58
<b>4.2</b>	<b>Análise das causas</b> .....	<b>60</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>62</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema construtivo em paredes de concreto moldadas *in loco* apresenta vantagens, tais como, maior agilidade nos processos, redução de tempo, custos e do número de funcionários quando comparado com o sistema convencional (estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação) (Macedo *et al.*, 2018).

No Brasil, seu uso foi iniciado a partir da década de 1970, entretanto, devido à falta de obras para produção em escala esse sistema não se consolidou no país (Macedo *et al.*, 2018). Esta técnica voltou a crescer a partir de 2009, devido ao aumento das construções populares no país, que foram fomentadas pelo programa do governo Minha Casa Minha Vida, com o intuito de ampliar a oferta de moradias (Pinto; Martins; Teixeira, 2022).

Este sistema construtivo caracteriza-se por ter a sua estrutura e vedação formados por um único elemento moldado na própria obra. Para a sua produção, utilizam-se jogos de fôrmas de diversos materiais (madeira, aço, alumínio, entre outros) que têm como função moldar o elemento estrutural de acordo com o projeto.

Porém, assim como qualquer sistema construtivo, as paredes de concreto estão sujeitas a falhas e ao surgimento de manifestações patológicas, caso não seja executado de forma correta, podendo comprometer a durabilidade e o desempenho da edificação (Macedo *et al.*, 2018).

Grande parte das anomalias encontradas neste sistema são oriundas de falhas no gerenciamento de projetos e/ou execução, resultando, por exemplo, em desalinhamentos, desaprumo, desníveis, segregação de materiais, fissuras, entre outros. Essas falhas acarretam custos adicionais a obra devido ao desperdício de materiais, retrabalhos e atrasos na execução (Macedo *et al.*, 2018; Oliveira, 2019).

Neste cenário, percebe-se que existe a necessidade de avaliar as manifestações patológicas que podem surgir durante a execução da estrutura, com o intuito de prevenir e minimizar o surgimento e/ou aumento de problemas (Macedo *et al.*, 2018).

## 1.1 Justificativa

O sistema construtivo em paredes de concreto moldadas *in loco* tem como característica básica a velocidade do seu processo de execução. Atrelado a essa velocidade construtiva, surgem as preocupações, pois, se houver falhas ou erros em alguma etapa executiva pode haver o surgimento de manifestações patológicas (Wendler; Monge, 2018). Neste contexto, é fundamental conhecer as causas, ter cuidados na execução e adotar medidas preventivas para a redução dessas manifestações (Sampaio *et al.*, 2016).

Este sistema ainda não é empregado em larga escala, logo, ele é pouco conhecido por profissionais da área. Com isso, alguns procedimentos acabam sendo executados de forma inadequada. A bibliografia apresenta estudos que mostram que muitas manifestações patológicas em obras de paredes de concreto são oriundas de falhas de projeto e execução.

Em função disso, este trabalho apresenta um levantamento de dados durante o processo de execução de paredes em concreto em uma obra, com o objetivo de identificar se existem falhas suas causas e indicações de correções ou tratamentos preventivos.

## 1.2 Objetivos

A pesquisa a ser desenvolvida é norteada pelos seguintes objetivos.

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é fazer um estudo sobre o sistema construtivo em paredes de concreto moldadas *in loco*, para um edifício localizado na região oeste do Paraná, sob a ótica de identificação de falhas e manifestações patológicas que podem ser encontradas logo após o processo de desfôrma.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral, tem-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Realizar o levantamento, classificar e quantificar as falhas e manifestações patológicas.
- b) Correlacionar as possíveis causas do surgimento.
- c) Efetuar sugestões de possíveis intervenções e reparos para as anomalias encontradas.

### 1.3 Delimitação da pesquisa

A pesquisa delimita-se ao levantamento das falhas e manifestações patológicas que surgirem apenas no processo de pós desfôrma das paredes de concreto armado moldadas *in loco*.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentados conceitos relacionados ao sistema construtivo em paredes de concreto moldadas *in loco* e seus principais componentes empregados. Também são abordadas as principais falhas e patologias que podem ocorrer nesse sistema construtivo.

### 2.1 Sistema construtivo: paredes de concreto moldadas *in loco*

O sistema construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco* teve sua adoção no Brasil no início na década de 1970. Porém, com o passar dos anos sua adoção caiu devido à falta de tecnologias e às limitações financeiras enfrentadas pelo país. A partir de 2009 esse sistema voltou a ser empregado com força no país por meio da criação de programas sociais como “Minha Casa, Minha Vida”, nesse contexto, as construtoras buscavam reduzir o tempo de construção, sendo exatamente o que esse método construtivo proporciona (Oliveira, 2019).

Barbosa e Serra (2004) descrevem esse sistema como um ciclo de serviços bem definidos e um método inovador, pois não necessita de contrapiso (laje zero), e as paredes internas em sua grande maioria são executados em gesso acartonado. A principal característica do sistema é proporcionar agilidade para o processo construtivo, possibilitando maior escala de produção, reduzindo o tempo e os custos da obra (Neves; Santana; Pinheiro, 2022).

A NBR 16055 (2022) define este sistema como ciclos formados por uma única etapa de concretagem, onde, após a desfôrma o sistema já se encontre com todos os vãos de portas e janelas, dutos de manutenção, instalações elétricas e hidráulicas, e que haja possibilidade de manutenção, caso necessário, sem comprometer o sistema construtivo.

No que diz respeito as instalações elétricas e hidrossanitárias, a NBR 16055 (2022) recomenda que tubulações de grande diâmetro (acima de 50% da espessura

das paredes) sejam alojadas em *shafts* previstos em projeto, levando em consideração os requisitos de manutenção ao longo da vida útil da edificação.

Com relação a fundação, esta varia de acordo com o local, o tipo de empreendimento, o solo e a geografia. Essa escolha deve considerar o alinhamento necessário para a construção das paredes e ser realizada com um nivelamento rigoroso, a fim de evitar que interfira nas etapas subsequentes (Misurelli; Massuda, 2009).

Segundo Misurelli e Massuda (2009) as etapas do processo construtivo podem ser resumidas em:

- a) Nivelamento da laje do piso;
- b) Marcação das paredes;
- c) Montagem de armaduras;
- d) Montagem das instalações hidráulicas e elétricas;
- e) Montagem dos painéis internos e externos das fôrmas;
- f) Colocação de caixilhos (portas e janelas);
- g) Colocação de grampos de fixação entre os painéis;
- h) Posicionamento das escoras de prumo e colocação das ancoragens;
- i) Concretagem;

A NBR 16055 (2022) recomenda a utilização do concreto autoadensável de baixa retração. A dimensão máxima característica do agregado graúdo deve ser estabelecida levando em consideração a densidade das armaduras e a dimensão das paredes.

## **2.2 Componentes empregados**

Para a construção de edifícios em paredes de concreto, os principais elementos empregados são as fôrmas, desmoldantes, armaduras, espaçadores, instalações elétricas, hidráulicas e concreto (Ornellas 2021).

### 2.2.1 Sistema de fôrmas

De acordo com a NBR 16055 (2012), as fôrmas consistem em componentes temporários cujo propósito é dar forma ao concreto fresco. Elas são compostas por painéis, andaimes, aprumadores e pela combinação de diversos elementos.

A seleção do sistema de fôrmas a ser empregado deve ser feita de forma a favorecer a geometria da estrutura a ser construída e assegurar sua estanqueidade. Desde a fase inicial do projeto, é fundamental abordar aspectos como a disposição dos painéis, o uso de escoramentos e travamentos adequados, prumo, equipamentos auxiliares, bem como a sequência de montagem e desmontagem (Misurelli; Massuda, 2009).

A execução desse sistema pode ser realizada utilizando fôrmas metálicas, em madeira, plásticas ou até mesmo utilizar um sistema composto resultante da combinação destes materiais (Nemer, 2016). O modelo mais utilizado são as fôrmas de aço, como apresentado na Figura 01, pois possuem maior qualidade e proporcionam um resultado mais eficaz e ágil (Neves; Santana; Pinheiro, 2022).

**Figura 01 – Fôrmas de aço**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

Cambráia (2017) descreve as principais peças de travamento e fixação dos painéis de fôrmas da seguinte forma:

- a) Pinos e cunhas: trabalham em conjunto com a função de fixar os painéis (Figura 02);

**Figura 02 – Cunha e pino**

Fonte: Autoria própria (2023)

- b) Faquetas: esta peça tem a função de separar e fixar os painéis e determinar a espessura das paredes (Figura 03);

**Figura 03 – Faqueta**

Fonte: Autoria própria (2023)

- c) Escoras: as escoras têm como função principal manter as fôrmas posicionadas e suportar as cargas da estrutura (Figura 04);

**Figura 04 – Escoras**

Fonte: Autoria própria (2023)

Segundo a NBR 16055 (2022) é de grande importância que se confira antes da concretagem todos os detalhes, como posição das fôrmas, nivelamento, prumo e alinhamento, para que a estrutura não seja prejudicada.

### 2.2.2 Desmoldantes

A aplicação de desmoldantes têm a função de facilitar a desfôrma após a concretagem. O desmoldante a ser escolhido vai depender do tipo de material empregado nas fôrmas (Ornellas, 2021).

A NBR 16055 (2022) define requisitos com relação ao uso de desmoldantes a serem utilizados. Além de ser um produto específico ao sistema de fôrma adotado, ele também deve atender a algumas premissas:

- a) Não deixar resíduos na superfície das paredes;
- b) Ser removível;
- c) Garantir que o concreto não tenha aderência a forma;
- d) Não alterar as características física e químicas do concreto;
- e) Não degradar a superfície das formas;

A aplicação dos agentes desmoldantes deve ser realizada de acordo com as especificações do fabricante.

### 2.2.3 Armaduras

A tela soldada é utilizada como sistema de armação, sendo posicionada no eixo vertical das paredes como apresentado na Figura 05. As armaduras devem atender a três requisitos básicos: resistir aos esforços solicitantes (flexotorção nas paredes), controlar a retração do concreto e fixar e estruturar as tubulações elétricas (Misurelli; Massuda, 2009).

**Figura 05 – Telas soldadas**

**Fonte: Autoria própria (2023)**

As telas soldadas são montadas utilizando espaçadores plásticos, conforme mostrado na figura 06, que ajudam a garantir o cobrimento mínimo das paredes. Recomenda-se a utilização de seis unidades de espaçadores por metro quadrado em paredes e de quatro unidades por metro quadrado em lajes (Wendler; Monge, 2018). Os espaçadores devem ser distribuídos uniformemente e estar devidamente fixados, de modo que ao serem concretados não sofram deslocamentos ou se soltem (NBR 16055, 2022).

**Figura 06 – Espaçadores plásticos**

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Em vãos de portas, janelas ou bordas utilizam-se reforços de tela ou barras convencionais, e para edifícios muito altos recomenda-se a utilização de dupla camada de telas (Misurelli; Massuda, 2009).

#### 2.2.4 Instalações elétricas

Segundo a NBR 16055 (2022), as tubulações elétricas podem ser embutidas nas paredes, entretanto, elas devem cumprir alguns requisitos como:

- a) Respeitar as condições de manutenção;
- b) Seu diâmetro máximo não deve ultrapassar 25% da espessura da parede;
- c) Quando o diâmetro for maior que 25% e não ultrapassar os 50% da espessura, se utilizado tela dupla, recomenda-se que a tubulação seja fixada no meio e centrada;
- d) Não utilizar tubos metálicos embutidos;

Os eletrodutos e caixas devem ser bem fixadas às armaduras, como mostrado na Figura 07 e Figura 08, para evitar que se movam durante o lançamento do concreto. As caixas devem estar bem protegidas para não haver entrada de concreto e obstrução dos eletrodutos. É possível utilizar kits elétricos próprios para paredes de concreto, que contam com tampas removíveis e aumentam a produtividade (Carvalho, 2012).

**Figura 07 - Eletrodutos fixados nas armaduras das paredes**



Fonte: Autoria própria (2023)

**Figura 08 - Eletrodutos fixados nas armaduras da laje**



**Fonte: Aatoria própria (2023)**

Nas paredes em que houver esses sistemas embutidos devem apresentar espaçadores fixos e bem-posicionados, para garantir o cobrimento do concreto afim de evitar fissuras paralelas a esses sistemas (Mesomo, 2018). Se houver algum erro na instalação, a única forma de consertar depois da concretagem é quebrando o concreto para efetuar a correção, gerando retrabalho e influenciando negativamente na produtividade (Arêas, 2013).

#### 2.2.5 Instalações hidráulicas

Não são recomendadas instalações hidráulicas alocadas dentro das paredes, pois, além de possuírem diâmetros grandes (muitas vezes maior do que a espessura das paredes), também não se pode garantir a sua manutenção (Wendler; Monge, 2018).

A solução adotada para as instalações é a utilização de tubulações na parte externa, ou dentro de shafts, como mostrado na Figura 09, o que facilita as manutenções caso ocorra algum problema (Cambraia, 2017).

**Figura 09 – Instalações hidráulicas embutidas em shaft**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

Nas regiões de banheiro, cozinha e área de serviço recomenda-se a construção de shafts com dimensões mínimas de 30x15 cm, para ter fácil acesso e uma boa passagem das tubulações (Carvalho, 2012).

#### 2.2.6 Concretagem

De acordo com a NBR 16055 (2022) o concreto utilizado deve seguir as especificações de acordo com a classe de agressividade ambiental que a estrutura esteja sujeita, recomenda-se a utilização de concreto autoadensável de baixa retração.

Caso sejam incorporadas fibras estruturais no concreto (fibras de aço, vidro ou poliméricas), recomenda-se utilizar um concreto com classe de resistência mínima C25 e classe máxima C40. Em casos de retração por secagem, em que as fibras não sejam tão eficientes na retração plástica, podem ser utilizados aditivos compensadores ou redutores de retração (NBR 16055, 2022).

O concreto autoadensável dispensa vibração durante a concretagem, entretanto, é comum o uso de vibradores afim de evitar qualquer possibilidade de segregação do material (Arêas, 2013).

O controle tecnológico deve ser rigoroso, sendo que alguns ensaios devem ser feitos no concreto em seu estado fresco, como: abatimento (slump), conforme a ABNT NBR NM 67; espalhamento (slump flow), conforme a ABNT NBR 15823-2; massa específica, conforme a ABNT NBR 9833, e a moldagem de corpos de prova, de acordo com a ABNT NBR 5738. Em seu estado endurecido devem ser feitas as análises dos corpos de prova atendendo a ABNT NBR 12655 (Wendler; Monge, 2018).

Após atingir a resistência prevista em projeto, retiram-se as fôrmas com cuidado afim de não danificar a estrutura (Wendler; Monge, 2018). Entretanto, se na desforma o concreto não houver atingido a resistência mínima indicada, deve-se utilizar membranas formadoras ou não de película, ou iniciar imediatamente o processo de cura úmida (NBR 16055, 2022).

### **2.3 Falhas e manifestações patológicas**

Durante a execução do sistema construtivo de paredes de concreto, em alguns casos, tem sido constatadas manifestações patológicas causadas por fatores como mão de obra desqualificada, falta de conhecimento de como empregar o sistema corretamente e a falta de controle de qualidade (Oliveira, 2019).

As causas mais comuns de manifestações patológicas em obras da construção civil são em decorrência de falhas na concepção de projeto, erros de execução, emprego de materiais de baixa qualidade, falta de manutenção (ao decorrer do tempo) e uma utilização da edificação diferente para a que foi projetada (Gonçalves, 2015).

As manifestações patológicas em estruturas de concreto armado são causadas por origens diversas, entretanto, podem apresentar sintomas relativamente semelhantes (Rocha, 2015). Essas manifestações ocorrentes na estrutura são evolutivas, podendo comprometer a estrutura a curto e a longo prazo (Takata, 2009).

Estudos como o de Takata (2009), Miotto (2014), Gonçalves (2015), Belém (2018), Wendler e Monge (2018), Oliveira (2019) e Ornellas (2021) relatam que as principais manifestações patológicas em paredes de concreto são advindas de falhas

de projeto e execução, resultando em trincas e fissuras, falhas na concretagem e defeitos superficiais.

### 2.3.1 Trincas e fissuras

Trincas e fissuras são manifestações patológicas causadas geralmente por tensões dos materiais, se a solicitação de esforço no material for maior que a sua resistência o resultado será uma falha (abertura).

Conforme a espessura dessa abertura ela pode ser classificada em fissura (até 0,5mm), trinca (de 0,5 a 1,5mm), rachadura (de 1,5 a 5mm), fenda (de 5 a 10mm) ou brecha (acima de 10mm) (Oliveira, 2012). A figura 10 exemplifica a manifestação de trincas, fissuras e rachaduras em estruturas.

**Figura 10 – Trincas, fissuras e rachaduras em concreto**



Fonte: Neves, 2022.

De acordo Wendler e Monge (2018), o surgimento de fissuras é uma das grandes preocupações, pois o sistema de paredes de concreto apresenta uma rigidez muito grande e uma alta restrição com relação a variação volumétrica. Esta estrutura gera altas tensões quando submetida a deformações, surgindo fissuras por retrações com diferentes causas:

- a) Retração plástica inicial: causada pela perda de água no concreto não endurecido;

- b) Retração química: ocorre devido um menor volume dos cristais formados na reação do cimento;
- c) Retração hidráulica (ou secagem): causada pela perda de água no concreto endurecido;

Retrações acima do normal podem ser ocasionadas por um mal dimensionamento do concreto autoadensável, pela falta de cura, pela desforma com muito impacto e por vibrações no terreno nos primeiros dias de cura (Wendler; Monge, 2018).

Outros pontos também são propícios ao aparecimento de fissuras, como cantos de portas e janelas, paredes muito longas sem juntas de controle, juntas frias, no último pavimento devido á dilatação térmica da laje e no primeiro pavimento devido a restrição de movimentação imposta pela fundação (Wendler; Monge, 2018).

### 2.3.2 Falhas na execução

Por se tratar de um sistema com ciclo rápido de execução, exige-se que haja uma dinâmica bem estruturada e ágil, principalmente com relação as armaduras, concreto e fôrmas, a fim de evitar falhas durante a execução (Wendler; Monge, 2018).

As falhas construtivas durante a etapa de execução podem causar grandes danos ao desempenho da estrutura. Em alguns casos pode ocorrer a perda da capacidade resistente da estrutura e, em ocasiões extremas, podendo chegar ao colapso (Gonçalves, 2015).

A correta disposição das armaduras em conformidade com os diâmetros e quantidades especificadas em projetos são cuidados importantes. A execução correta do cobrimento da armadura também é um fator importante, pois evita o processo de corrosão na mesma (Gonçalves, 2015).

Segundo Takata (2009) as causas de manifestações patológicas estão ligadas diretamente à execução das fôrmas e escoramentos, a execução de elementos estruturais, execução das armaduras e erros na concretagem.

Outro ponto fundamental para se evitar a presença de manifestações patológicas é que se tenha a presença de um engenheiro especialista neste método construtivo, de modo que ele siga as recomendações de norma visando a melhor qualidade possível da edificação (Takata, 2009).

### 2.3.3 Falhas de concretagem

As falhas de concretagem quando ignoradas, ou não reparadas de forma correta, podem ocasionar danos à estrutura (Gonçalves, 2015). Grande parte dos erros na concretagem são devido a descuidos nas fases de aplicação e cura da estrutura (Takata, 2009).

Takata (2009) lista fatores importantes a serem verificados na concretagem, a fim de evitar falhas nesta etapa:

- a) Verificar se a resistência do concreto está de acordo com o projeto;
- b) Checar se o aço utilizado está em conformidade com o projeto, desde diâmetros até o seu posicionamento;
- c) Não utilizar agregados reativos;
- d) Ter um controle rigoroso na dosagem dos aditivos e utilizar produtos de boa qualidade;
- e) Fazer uma dosagem adequada do concreto.

Wendler e Monge (2018) ainda citam outros fatores importantes a serem verificados, como o abatimento (slump) e o espalhamento (slump flow) do concreto, checagem das fôrmas (disposição, fixação e travamento) e por fim, verificar se o concreto utilizado está suficientemente plástico para preencher todos os vazios da fôrma, evitando a segregação do material e a formação de nichos de concretagem.

As principais manifestações patológicas advindas das falhas na concretagem são listadas a seguir:

- a) Nichos de concretagem: caracteriza-se por agregados de fácil remoção ou soltos decorrentes da desagregação dos componentes do concreto (Gonçalves, 2015).
- b) Eflorescência: acúmulos de sais na superfície do concreto, podendo ser agressivos e causar desagregação profunda (Gonçalves, 2015).
- c) Juntas frias: causadas por pausas longas no processo de lançamento do concreto entre um caminhão e outro, resultando no processo de pega do concreto já existente na estrutura (Ornellas, 2021).
- d) Porosidade: ocorre devido ao alto índice de vazios resultante do mal adensamento do concreto (Gonçalves, 2015).

- e) Defeitos superficiais: ocorre pela presença de ar incorporadas no concreto devido ao processo de mistura, lançamento e adensamento, gerando bolhas e manchas na superfície (Takata, 2009).
- f) Vazios na estrutura: ocasionada pelo não preenchimento do concreto devido a segregação do material na região inferior do elemento (Gonçalves, 2015).

No quadro 01 estão representadas as principais manifestações patológicas citadas acima:

**Quadro 01 – Manifestações patológicas**

<b>Manifestação patológica</b>	<b>Figura</b>	<b>Manifestação patológica</b>	<b>Figura</b>
Nichos de concretagem		Porosidade	
Eflorescência		Defeitos superficiais	
Junta fria		Vazios na estrutura	

Fonte: Adaptado de Neves, 2021; Slosaski, 2017 e Silva et. al, 2017

Problemas como o aumento da permeabilidade, porosidade, falta de homogeneidade e perda da resistência mecânica da estrutura são manifestações consequentes de um processo de adensamento de baixa qualidade (Takata, 2009).

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Este capítulo apresenta o método de pesquisa para a realização deste trabalho. Inicialmente é apresentado o tipo de pesquisa, o objeto de estudo e em seguida as etapas da pesquisa.

#### **3.1 Tipo de pesquisa**

A pesquisa desenvolvida pode ser classificada nos seguintes tipos, de acordo com Cesário, Flauzino e Mejia (2020):

a) Quanto à abordagem: é classificada como qualiquantitativa, pois utilizará os métodos quantitativos e qualitativos, uma vez que serão quantificadas e classificadas as principais falhas e manifestações patológicas;

b) Quanto à natureza: é classificada como pesquisa aplicada, pois apresenta uma aplicação prática;

c) Quanto aos procedimentos: é classificada como sendo de levantamento, pois procura obter dados e informações.

d) Quanto aos objetivos: é classificada como descritiva e explicativa, uma vez que descreve as falhas e patologias e procura explicar as suas causas.

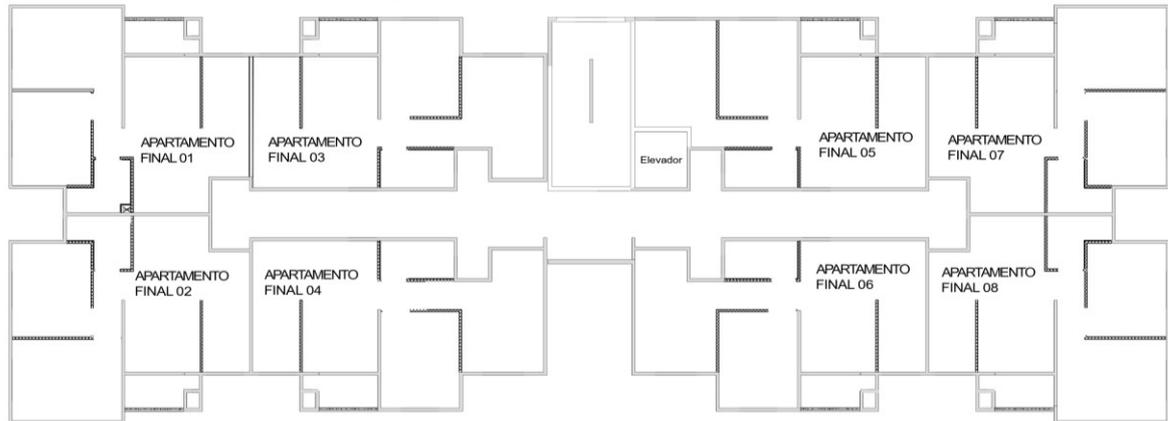
#### **3.2 Objeto do estudo de caso**

A obra analisada trata-se de um empreendimento executado por uma construtora denominada neste trabalho de Empresa A. O projeto contempla a execução de três edifícios iguais (Torre A, Torre B e Torre C), entretanto, neste trabalho foi analisada apenas a execução da Torre C. Cada edifício é composto por quatro pavimentos, com oito apartamentos por andar conforme planta baixa apresentada na Figura 11, totalizando 32 apartamentos por torre.

Cada edifício tem uma área total de 1.642,69m<sup>2</sup> e as áreas das unidades variam entre 45,40m<sup>2</sup> (apartamentos com numeração final 01, 02, 07 e 08), 45,46m<sup>2</sup>

(apartamentos com numeração final 03, 04 e 06) e 45,57m<sup>2</sup> (apartamentos com numeração final 05).

**Figura 11 – Planta baixa do edifício**



**Fonte: Adaptado de Empresa A (2023)**

Esta edificação foi executada com o sistema construtivo em paredes de concreto moldadas *in loco*. O concreto utilizado é o autoadensável com resistência característica de projeto de 35 MPa para o pavimento térreo, 30 MPa para o segundo e terceiro pavimento e 25 MPa para os demais pavimentos. O espalhamento do concreto autoadensável (Slump Flow) recomendado em projeto deve ser de 70cm +/- 5 cm, e a consistência do concreto no Slump Test deve estar entre 10cm +/- 2 cm.

A construtora responsável pela execução utilizou um jogo de fôrmas de aço, que a cada ciclo de concretagem são concretados quatro apartamentos (meio pavimento), ou seja, para levantar toda a estrutura foram necessárias 8 etapas de concretagem.

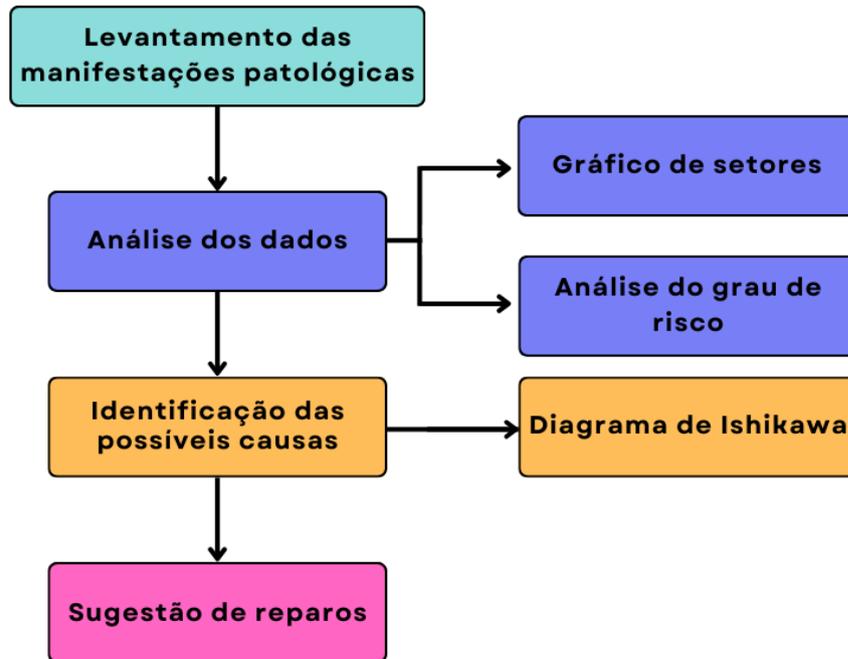
Este jogo de fôrmas utilizado era recém adquirido pela construtora, entretanto, foi utilizado para executar a construção da Torre A e Torre B, ou seja, a Torre C (a torre analisada) foi o terceiro edifício a ser construído utilizando este material.

### **3.3 Etapas da pesquisa**

A realização desta pesquisa foi dividida em quatro etapas. Primeiramente realizou-se a escolha do empreendimento, que após início da obra foram realizadas inspeções visuais da edificação para levantamento das falhas e manifestações

patológicas logo após o processo de desfôrma. Em seguida foram investigadas as possíveis causas dos problemas encontrados, e por fim uma análise da solução de reparo e de medidas preventivas, como apresentado na Figura 12.

Figura 12 – Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2023)

A seguir são detalhadas cada uma das etapas.

### 3.4 Levantamento das falhas e manifestações patológicas

Para realizar o levantamento foram coletados dados *in loco* durante o período de construção do edifício, sendo analisados de forma visual as falhas e manifestações que surgem logo após a concretagem e desfôrma das paredes e lajes de cada unidade.

Para registrar este levantamento, desenvolveu-se os formulários apresentados na Tabela 01 e Tabela 02. Os dados foram anotados registrando a quantidade de vezes que determinada falha ou manifestação patológica ocorreu em cada apartamento.

Tabela 01 – Planilha para levantamento de dados

Apto	Fissura 45°	Fissura 90°	Juntas de concretagem	Faqueta concretada	Abertura de placa
101					
102					
103					
104					
105					
106					
107					
108					

Fonte: Autoria própria (2023)

Tabela 02 – Planilha para levantamento de dados

Apto	Fissura 45°	Fissura 90°	Juntas de concretagem	Faqueta concretada	Abertura de placa
101					
102					
103					
104					
105					
106					
107					
108					

Fonte: Autoria própria (2023)

A programação da obra previa a execução de duas concretagens por semana, para concluir um pavimento completo. A coleta de dados foi realizada na execução de quatro pavimentos, com a vistoria para levantamento de dados sendo realizada entre os meses de janeiro e fevereiro de 2024.

### 3.5 Análise dos dados

Nesta etapa efetuou-se uma análise quantitativa e qualitativa dos dados levantados, por meio dos seguintes procedimentos:

a) Gráfico de setores: técnica em que se usa uma base de dados e extrai informações de forma suficiente para gerar um gráfico, permitindo a comparação de dados de forma visual (Pulz, 2022).

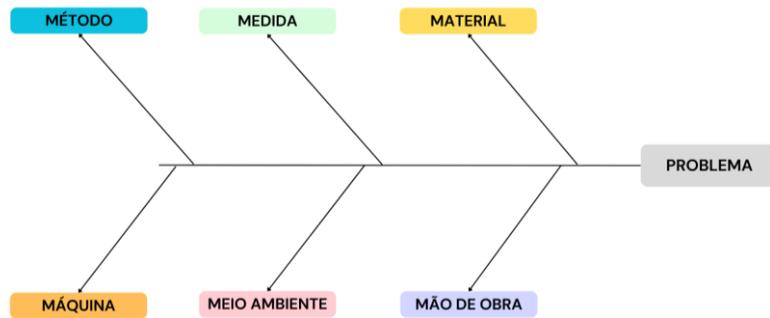
b) Análise do grau de risco: os dados foram classificados de acordo com a metodologia apresentada pela norma de inspeção predial do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de São Paulo (IBAPE/SP) de 2011, que prevê a seguinte classificação:

- I. Crítico: Relativo ao risco que pode provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e/ou meio ambiente, perda excessiva de desempenho causando possíveis paralisações, aumento de custo, comprometimento sensível de vida útil e desvalorização acentuada, recomendando intervenção imediata.
- II. Regular: Pode provocar a perda de funcionalidade sem prejuízo à operação direta de sistemas, perda pontual de desempenho (possibilidade de recuperação), deterioração precoce e pequena desvalorização.
- III. Mínimo: Pode causar pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

### **3.6 Identificação das possíveis causas**

A partir da investigação e levantamento das falhas e manifestações patológicas presentes na estrutura, realizou-se uma correlação das suas possíveis causas em função dos procedimentos de execução que foram acompanhados e a análise da literatura.

Para identificação das possíveis causas utilizou-se o diagrama de Ishikawa (Figura 13), que é uma das ferramentas da qualidade. Esta ferramenta também é conhecida como Diagrama de Espinha de Peixe, por causa do seu formato e por ser um Diagrama de Causa e Efeito, composta pelo problema e suas possíveis causas (Hewitt-Taylor, 2012).

**Figura 13 - Diagrama de Ishikawa**

Fonte: Adaptado de Hewitt-Taylor (2012)

Esta ferramenta é usada para encontrar e exibir as causas de um determinado problema, que no caso da presente pesquisa são as falhas e manifestações patológicas. Com ela é possível discutir em grupo as causas principais e secundárias de um problema, ampliar a visão acerca das mesmas, analisar processos em busca de melhorias, modificar os métodos e procedimentos mediante o uso de soluções de bom senso e baratas, dentre outros (Mata, 2012).

### 3.7 Reparos das manifestações patológicas

Após a análise das patologias e suas possíveis causas, foram efetuadas sugestões de possíveis intervenções e reparos para a estrutura, tendo como embasamento a análise da literatura e as medidas adotadas em obra.

## 4 RESULTADOS

Após as inspeções e coleta de dados, encontrou-se as seguintes falhas e manifestações patológicas na estrutura: fissuras a 45° e 90°, juntas de concretagem, faquetas concretadas, abertura de placas, armaduras e espaçadores expostos, segregação de materiais e caixinhas elétricas desalinhadas. A seguir, são detalhadas e analisadas cada falha ou manifestação patológica e as correções adotadas em obra.

### 4.1 Manifestações patológicas

Com o levantamento de dados *in loco*, elaborou-se as planilhas com as frequências das falhas e/ou manifestações patológicas que surgiram em cada apartamento (Tabela 03 e 04).

**Tabela 03 – Levantamento das falhas/manifestações patológicas  
(continua)**

Apartamento	Fissura 45°	Fissura 90°	Juntas de concretagem	Faqueta concretada	Abertura de placa
101	7	1	1	0	12
102	6	0	2	8	2
103	3	0	1	4	3
104	7	0	3	4	6
105	3	3	5	8	4
106	1	0	5	7	7
107	5	0	4	1	8
108	4	0	4	11	8
201	10	1	2	0	7
202	6	1	2	2	8
203	2	1	2	5	10
204	2	0	2	4	4
205	1	1	4	1	11
206	3	2	0	2	9
207	6	0	4	0	7
208	9	0	4	4	6
301	1	0	0	2	8
302	1	0	0	5	5
303	3	0	3	6	6
304	2	1	6	1	5
305	1	0	1	1	5

**Tabela 03 – Levantamento das falhas/manifestações patológicas  
(conclusão)**

<b>Apartamento</b>	<b>Fissura 45°</b>	<b>Fissura 90°</b>	<b>Juntas de concretagem</b>	<b>Faqueta concretada</b>	<b>Abertura de placa</b>
306	2	0	4	4	4
307	3	0	0	1	6
308	2	0	3	1	5
401	1	0	4	0	4
402	1	0	2	1	1
403	3	0	1	0	2
404	3	0	1	2	4
405	1	1	4	1	3
406	1	0	4	0	3
407	3	0	2	3	5
408	5	0	5	0	3

Fonte: Autoria própria (2024)

**Tabela 04 – Levantamento das falhas/manifestações patológicas**

(continua)

<b>Apartamento</b>	<b>Armadura exposta</b>	<b>Eletroduto exposto</b>	<b>Espaçador exposto</b>	<b>Segregação de materiais</b>	<b>Caixinha desalinhada</b>
101	1	0	18	0	2
102	0	0	17	0	2
103	3	3	14	7	2
104	2	0	13	4	5
105	1	0	3	0	2
106	1	0	15	4	0
107	0	1	2	0	2
108	5	2	1	1	1
201	3	1	0	5	4
202	1	1	3	7	4
203	0	2	3	2	2
204	0	1	2	4	2
205	0	2	2	5	2
206	2	2	4	7	1
207	4	1	2	2	2
208	1	1	3	3	2
301	2	1	1	6	5
302	3	2	2	8	4
303	2	1	3	8	2
304	2	2	3	4	2
305	1	1	3	3	3
306	9	1	1	5	5
307	0	1	7	2	1

**Tabela 04 – Levantamento das falhas/manifestações patológicas  
(conclusão)**

<b>Apartamento</b>	<b>Armadura exposta</b>	<b>Eletroduto exposto</b>	<b>Espaçador exposto</b>	<b>Segregação de materiais</b>	<b>Caixinha desalinhada</b>
308	1	3	3	3	6
401	3	0	2	5	3
402	2	1	6	5	1
403	4	1	1	7	0
404	4	2	2	3	1
405	0	3	4	12	1
406	2	0	2	6	3
407	4	1	2	6	0
408	1	0	9	4	0

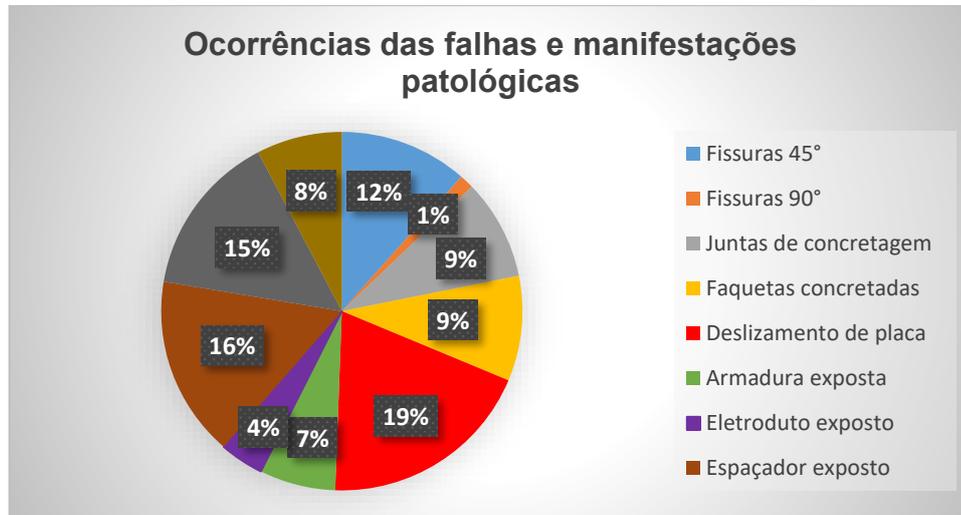
**Fonte: Autoria própria (2024)**

Encontrou-se no total 10 tipos de anomalias nas paredes logo após as concretagens. Somando as frequências com que cada falha ou manifestação patológica ocorre na estrutura, e as organizando de maneira decrescente chega-se na seguinte classificação:

- 1° - Abertura de placas: 181 ocorrências;
- 2° - Espaçador exposto: 153 ocorrências;
- 3° - Segregação de materiais: 138 ocorrências;
- 4° - Fissuras 45°: 108 ocorrências;
- 5° - Faquetas concretadas: 89 ocorrências;
- 6° - Juntas de concretagem: 85 ocorrências;
- 7° - Caixinhas elétricas desalinhadas: 72 ocorrências;
- 8° - Armadura exposta: 64 ocorrências;
- 9° - Eletroduto exposto: 37 ocorrências;
- 10° - Fissuras 90°: 12 ocorrências;

Analisando o percentual em que cada anomalia aparece na estrutura se obtém o gráfico apresentado na Figura 14.

**Figura 14 – Levantamento das falhas/manifestações patológicas**



Fonte: Autoria própria (2024)

Com base nos dados classificados, elaborou-se uma análise de possíveis causas do sistema que possam ter levado ao surgimento dos problemas citados e sugestões de correções.

#### 4.1.1 Abertura de placas

De acordo com a metodologia apresentada pela norma de inspeção predial do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de São Paulo (IBAPE/SP) de 2011, pode-se classificar as aberturas de placas encontradas na estrutura com o grau de risco crítico, uma vez que põe em risco a saúde e segurança do trabalhador no momento de execução e ocorre a perda excessiva de desempenho causando paralisações, aumento de custo e intervenção imediata.

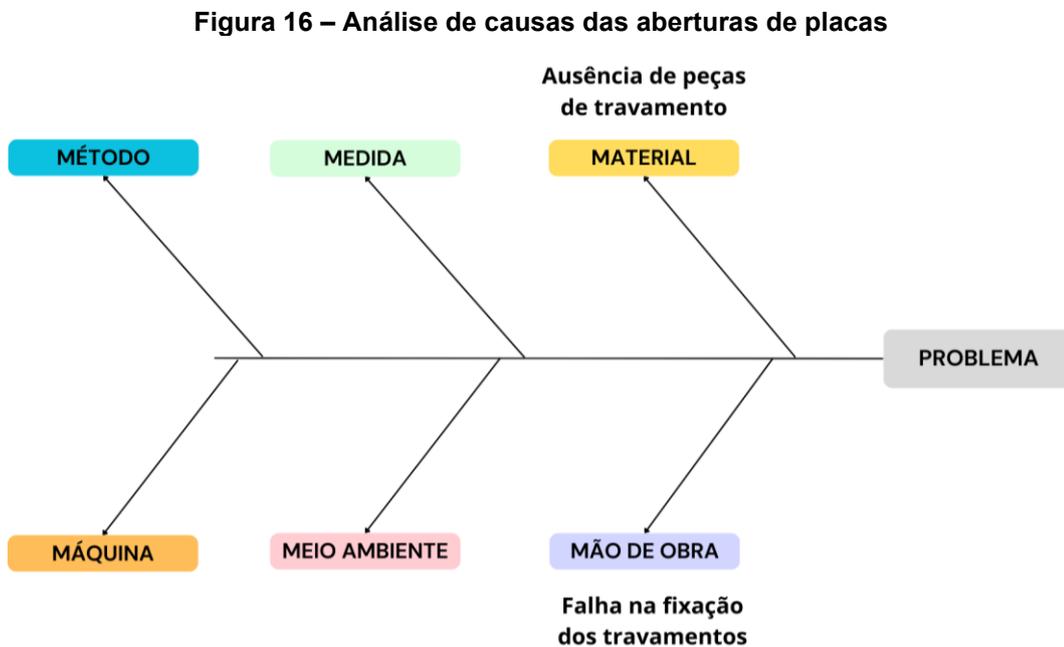
As aberturas de placas estão em 1º lugar somando 181 ocorrências na estrutura, e representam 19% das anomalias encontradas, conforme apresentado na Figura 14. Estas aberturas são causadas pela ausência de peças de travamento como faquetas, pinos e cunhas. Como consequência há o surgimento de quinas ou “dentes” (Figura 15) entre peças e pavimentos e forma-se uma espécie de abaulamento afetando a espessura das paredes.

**Figura 15 – Abertura de placa**



Fonte: Autoria própria (2024)

Analisando as anomalias através do diagrama de Ishikawa e identificando as suas causas, tem a seguinte representação:



Fonte: Autoria própria (2024)

Nota-se se que as principais causas das aberturas de placas estão relacionadas com a mão de obra e ao material, pois, neste caso pode haver a falta de

material como também uma falha da mão de obra no momento de montagem (afrouxamento de pinos e cunhas).

As correções adotadas em obra para estas manifestações podem ser realizadas de diferentes maneiras:

1: Inicialmente deve ser identificado com uma régua se o deslocamento da placa causou um ressalto ou buraco na parede.

2: Regularizar grandes ressaltos e desalinhamentos usando esmerilhadeiras grandes (Figura 17) ou, em último caso, usar martetele rompedor (de 2 ou 5kg).

3: Regularizar os buracos nas paredes internas com argamassa ACII.

4: Remover natas de concreto que surgiram nas emendas de concretagem por conta da abertura de placas com o auxílio de uma cavadeira reta ou martetele rompedor.

**Figura 17 – Regularização de paredes**



Fonte: Construtora A (2024)

Dentre as correções citadas, a mais utilizada em obra foi a segunda e terceira opção, pois as aberturas de placas que foram identificadas *in loco*, em sua grande maioria, geraram grandes ressaltos e desalinhamentos sendo necessário o uso de martetele para sua regularização e em seguida utilizar argamassa ACII para dar acabamento nos locais onde houve essa regularização.

#### 4.1.2 Espaçadores expostos

Pode-se classificar esta falha encontrada na estrutura com o grau de risco mínimo, já que causam pequenos prejuízos à estética sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

Os espaçadores expostos (Figura 18) estão em 2º lugar somando 153 ocorrências na estrutura e representam 16% das anomalias encontradas. Este problema ocorre pela falha de cobertura do concreto ou pela sua má fixação fazendo com que se movam durante a concretagem e se soltem.

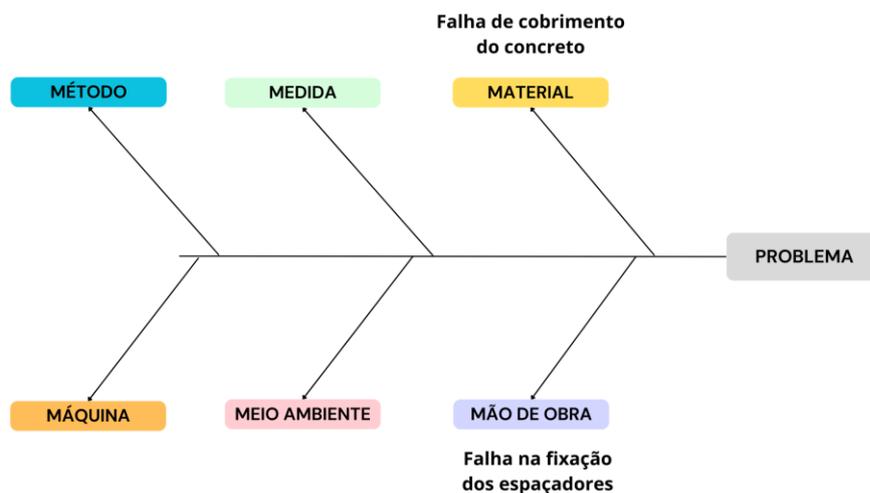
**Figura 18 – Espaçador de parede exposto**



Fonte: Autoria própria (2024)

Analisando as anomalias através do diagrama de Ishikawa e identificando as suas causas, tem a representação apresentada na Figura 19.

**Figura 19 – Análise de espaçadores de parede expostos**



Fonte: Autoria própria (2024)

Nota-se se que as principais causas das aberturas de placas estão diretamente relacionadas a falhas na mão de obra e no material. A solução adotada em obra para esta situação é retirar todo material das paredes utilizando uma marreta e uma talhadeira, caso estejam aparentes, e preencher os vazios com argamassa ACII.

#### 4.1.3 Segregação de materiais

A classificação para a segregação de materiais, de acordo com a norma de inspeção predial, é com o grau de risco regular, uma vez que não causam prejuízos à operação direta do sistema, e geram pequena desvalorização no empreendimento.

As segregações de materiais (Figura 20) estão em 3º lugar somando 138 ocorrências na estrutura e representam 15% das anomalias encontradas. Esta manifestação patológica resulta na formação de nichos de concretagem, podem ser causadas pela falha no lançamento, assim como uma má dosagem do concreto.

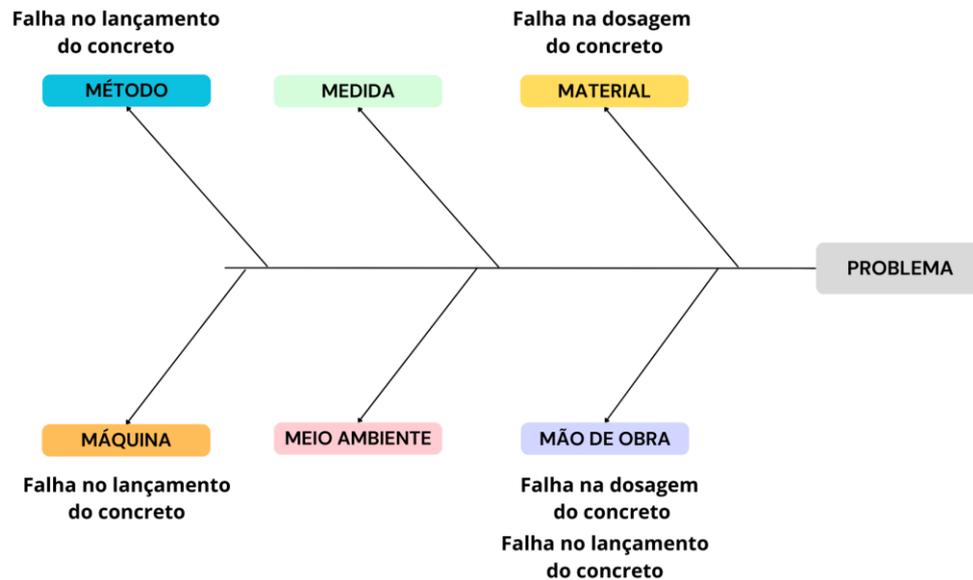
**Figura 20 – Segregação de materiais**



**Fonte: Autoria própria (2024)**

Analisando as anomalias através do diagrama de Ishikawa e identificando as suas causas, tem a seguinte representação mostrada na Figura 21.

**Figura 21 – Análise da segregação de materiais**



**Fonte: Autoria própria (2024)**

Nota-se que a falha na dosagem de concreto está relacionada a mão de obra e material, pois podem ocorrer erros no momento de dosagem do concreto e dos aditivos, assim como uma falha dos materiais. Já a falha no lançamento do concreto está relacionada com a mão de obra, método e máquina, pois podem haver falhas dos funcionários no momento da concretagem e a metodologia construtiva acaba fazendo com que a máquina lance o concreto com alturas acima da recomendação de norma (2 metros). Em função disso a estrutura fica suscetível a segregação de materiais.

Logo, como sugestão para evitar ou diminuir a incidência da segregação de materiais seria uma dosagem adequada e um lançamento correto, controlando a quantidade suficiente de argamassa e agregados graúdos. A solução adotada em obra para estas manifestações é realizada de acordo com a gravidade da segregação, sendo classificadas em grandes falhas, falhas médias e falhas pequenas.

As grandes e profundas falhas (Figura 22), onde a armadura fica exposta e são constatados buracos que atravessem as duas faces da laje ou parede, são tratadas da seguinte maneira:

- 1: Limpar o local da falha, retirando todo o concreto solto;

2: Fazer uma fôrma de madeira (ou madeirite) com o mesmo formato da parede ou laje a ser reparada, fixando-a muito bem no local de reparação e fazendo com que a fôrma esteja bem vedada, para evitar vazamento do graute;

3: Preparar o graute, conforme especificações do fabricante e adicionar na fôrma até que esteja preenchida por completo. Após a secagem do produto, retirar as fôrmas e dar acabamento no local reparado, tapando buracos e pontas de arame e aço expostas com argamassa.

**Figura 22 – Segregação de materiais: grandes falhas**



**Fonte: Construtora A (2024)**

As falhas médias (Figura 23), que não chegam a atravessar os dois lados da parede ou laje, são tratadas da seguinte maneira:

1: Limpar o local da falha, retirando todo o concreto solto;

2: Preparar a argamassa estrutural (com resistência igual ou maior que a do concreto requerido em projeto), conforme especificações do fabricante e a aplicar com uma colher de pedreiro em toda a falha, até que fique completamente preenchida, modelando-a no formato da peça;

3: Aplicar acabamento fino no reparo, com um filtro para reboco umedecido.

**Figura 23 – Segregação de materiais: falhas médias**



**Fonte: Construtora A (2024)**

As falhas pequenas (Figura 24), onde não há armaduras expostas, são tratadas da seguinte maneira:

- 1: Limpar o local da falha, retirando todo o concreto solto;
- 2: Preparar a argamassa de areia e cimento em um balde (massa forte);
- 3: Umedecer o local e aplicar a argamassa com uma colher de pedreiro em toda a falha, até que fique completamente preenchida, modelando-a no formato da peça;
- 4: Aplicar acabamento fino no reparo, com um filtro para reboco umedecido.

**Figura 24 – Segregação de materiais: falha pequena**



**Fonte: Construtora A (2024)**

Dentre os três casos possíveis de segregação de materiais, foram encontradas na estrutura, em sua maioria, falhas pequenas (148 ocorrências) e, em pouquíssimos casos, falhas médias (5 ocorrências).

#### 4.1.4 Fissuras a 45° e 90°

De acordo com a metodologia apresentada pela norma de inspeção predial, pode-se classificar as fissuras a 45° e 90° encontradas na estrutura com o grau de risco regular, uma vez que não causam prejuízos à operação direta do sistema, e geram pequena desvalorização no empreendimento.

As fissuras a 45° estão em 4° lugar somando 108 ocorrências na estrutura, e representam 12% das anomalias encontradas. Já as fissuras a 90° são as que tiveram menor frequência, ficando em 10° lugar com 12 ocorrências, representando 1% das manifestações patológicas encontradas, conforme apresentado na Figura 14.

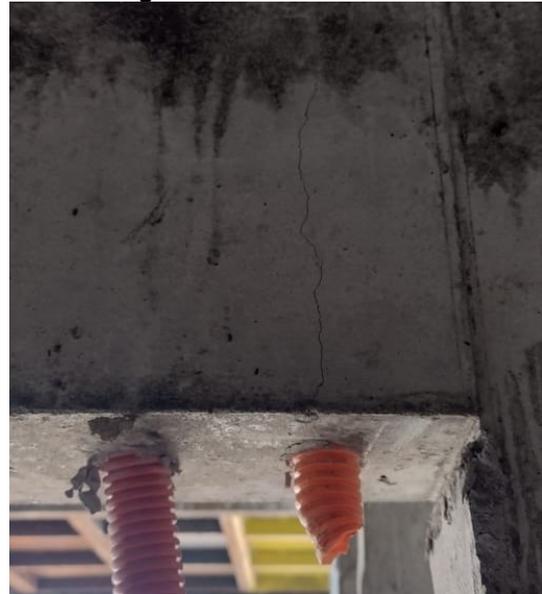
Estas fissuras foram encontradas em sua grande maioria em cantos de vãos de portas e janelas, conforme Figura 25 e Figura 26, e podem ser causadas por diversos fatores como retração térmica, armadura insuficiente, sobrecarga na estrutura, processo de desfôrma com grande impacto ou a falta de cura.

Figura 25 – Fissura a 45°



Fonte: Autoria própria (2024)

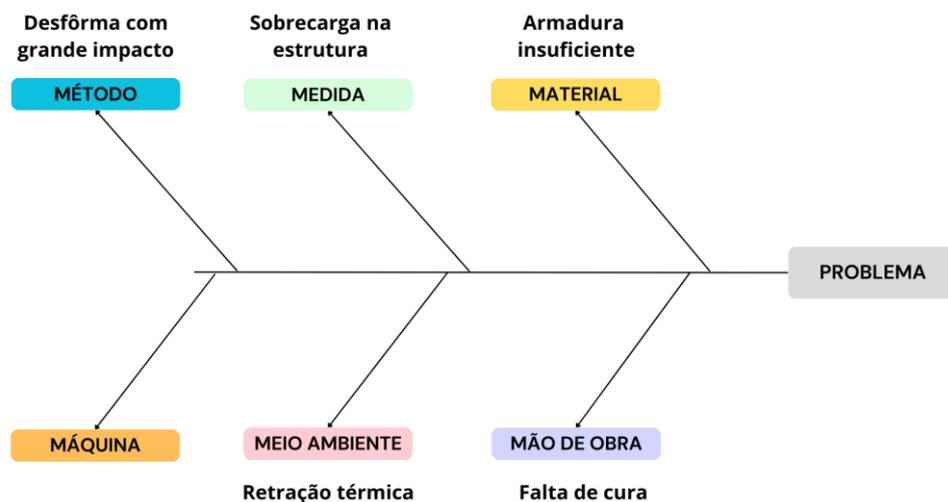
Figura 26 – Fissura a 90°



Fonte: Autoria própria (2024)

Analisando as anomalias através do diagrama de Ishikawa e identificando as suas causas, tem a representação apresentada na Figura 27.

Figura 27 – Análise de causas das fissuras a 45° e 90°



Fonte: Autoria própria (2024)

Nota-se se que as principais causas do surgimento dessas fissuras estão relacionadas ao método executivo, as medidas adotadas em obra, ao material, ao meio ambiente e a mão de obra. Neste caso, algumas medidas seriam uma reavaliação as cargas e as armaduras da estrutura, assim como tomar os devidos cuidados no processo de desfôrma e cura.

As soluções adotadas em obra para estas manifestações são:

1: Limpar todo o local com uma broxa seca;

2: Preencher completamente as fissuras existentes com impermeabilizante acrílico com uma espátula;

3: Aplicar uma camada do impermeabilizante acrílico em toda a extensão da fissura;

4: Cortar uma tela de poliéster (com largura de 10cm) e aplicar acima da primeira camada do impermeabilizante, deixando-a totalmente esticada, sem a presença de rugas;

5: Aplicar uma segunda camada de impermeabilizante acrílico, cobrindo toda a tela sem deixar falhas (Figura 28).

**Figura 28 – Tratamento de fissuras**



**Fonte: Construtora A (2024)**

É indicado realizar este tratamento tanto na parte interna (Figura 28) quanto na parte externa do edifício, e caso na presença de dutos de ventilação instalados nas paredes, a largura da tela de poliéster deve ser de 20cm.

#### 4.1.5 Faquetas concretadas

Pode-se classificar as faquetas concretadas na estrutura com o grau de risco mínimo, pois causam pequenos prejuízos à estética sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

As faquetas concretadas estão em 5º lugar somando 89 ocorrências no edifício e representam 9% das anomalias encontradas, conforme Figura 14. Esta falha se deve pela ausência de camisa protetora (tubex) ou falha de algumas delas (Figura 29), fazendo com que não consigam ser removidas logo após a concretagem.

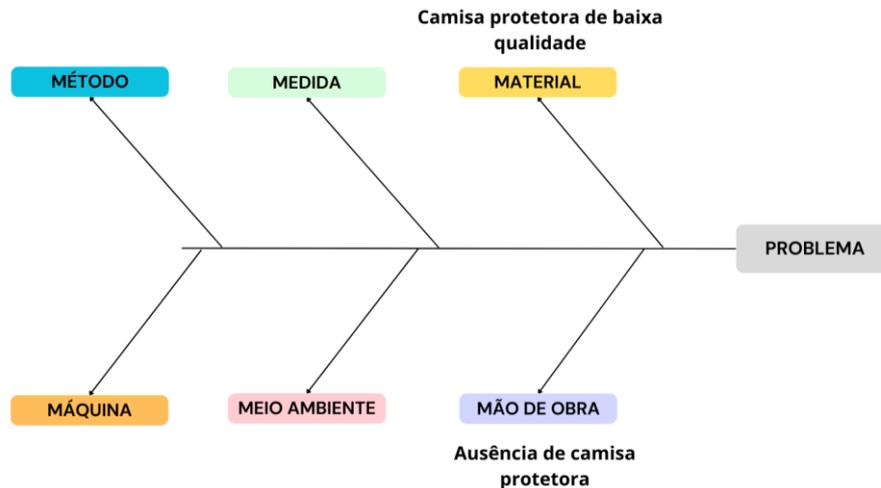
**Figura 29 – Faqueta concretada**



**Fonte: Autoria própria (2024)**

Analisando as causas através do diagrama de Ishikawa, obtêm-se a representação apresentada na Figura 30.

**Figura 30 – Análise de faquetas concretadas**



Fonte: Autoria própria (2024)

Nota-se se que as principais causas estão relacionadas a mão de obra e material. Neste caso, utilizar camisas protetoras de qualidade e atentar-se para que não sejam esquecidas, são procedimentos fundamentais para evitar esta falha executiva. A solução adotada em obra para esta situação é a seguinte:

1: Remover com um martetele rompedor (de 2kg) as faquetas que tenham ficado presas nas paredes após a concretagem, retirando o concreto ao seu entorno até que seja possível removê-la por inteiro.

2: Tampar completamente o buraco deixado pelas faquetas com argamassa ACII (estucagem), aplicando acabamento nos dois lados com um filtro para reboco umedecido.

A Figura 31 apresenta imagens da faqueta presa e após o reparo.

**Figura 31 – Reparos em faqueta concretada**



Fonte: Construtora A (2024)

É importante frisar que as faquetas devem ser sempre retiradas por inteiras, nunca devem ser cortadas.

#### 4.1.6 Juntas de concretagem

As juntas de concretagem (Figura 32) encontradas na estrutura podem ser classificadas com o grau de risco regular, uma vez que não causam prejuízos à operação direta do sistema, e geram pequena desvalorização no empreendimento.

Estas anomalias estão em 6º lugar somando 85 ocorrências no edifício e representam 9% das anomalias encontradas, conforme Figura 14. O surgimento destas juntas se deve a uma interrupção não prevista da concretagem por um período pequeno de tempo. Entretanto, neste período o concreto já lançado começa a endurecer antes da continuidade do lançamento.

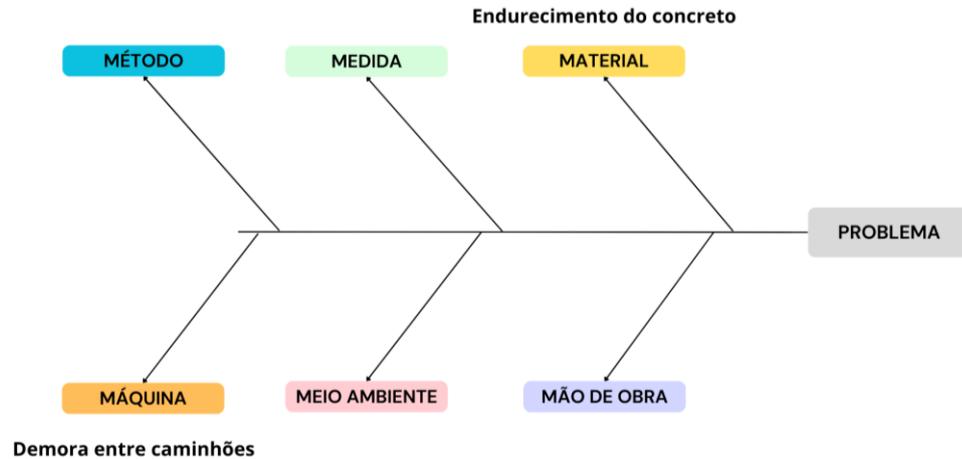
**Figura 32 – Junta de concretagem**



**Fonte: Autoria própria (2024)**

Analisando o surgimento das juntas de concretagem através do diagrama de Ishikawa e identificando as suas causas, obtêm-se a representação mostrada na Figura 33.

**Figura 33 – Análise de juntas de concretagem**



**Fonte: Autoria própria (2024)**

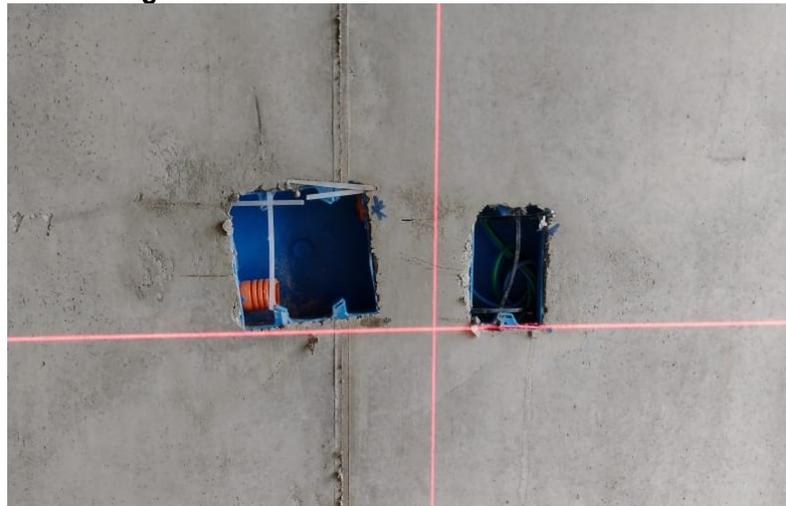
Nota-se se que as principais causas do surgimento dessas juntas estão relacionadas a máquina e ao material, uma vez que a demora entre caminhões e a rapidez no processo de cura do concreto autoadensável são as causas do problema. Neste caso, ter uma boa logística na etapa de concretagem se torna fundamental para que não aconteça esse tipo de falha.

As soluções adotadas em obra para estas juntas são os mesmos procedimentos adotados para o tratamento de fissuras, e este tratamento deve ser realizado tanto na parte interna quanto na parte externa do edifício.

#### 4.1.7 Caixinhas elétricas desalinhadas

De acordo com a metodologia apresentada pela norma de inspeção predial, podem-se classificar estas falhas encontradas na estrutura com o grau de risco mínimo, já que causam pequenos prejuízos à estética sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

As caixinhas elétricas desalinhadas (Figura 34) estão em 7º lugar somando 72 ocorrências e representam 8% das anomalias. Esta anomalia é causada pela incorreta fixação ou pela ausência de fixação, fazendo que com o impacto da concretagem haja uma movimentação das caixinhas.

**Figura 34 – Caixinhas elétricas desalinhadas**

Fonte: Autoria própria (2024)

As caixinhas elétricas são instaladas nas paredes de concreto e nas paredes em drywall e se dispõe na estrutura como apresentado na Tabela 05.

**Tabela 05 – Distribuição das caixinhas elétricas**

<b>Apto</b>	<b>Caixinhas em parede de concreto</b>	<b>Caixinhas em parede de drywall</b>
Final 01, 07 e 08	18	12
Final 02	16	12
Final 03 e 06	19	13
Final 04	15	14
Final 05	18	14

Fonte: Autoria própria (2024)

Fazendo um comparativo da quantidade de caixinhas em parede de concreto com a quantidade que se desalinhou por apartamento temos os dados apresentados na Tabela 06.

**Tabela 06 – Levantamento de caixinhas elétricas desalinhadas**

(continua)

<b>Apartamento</b>	<b>Caixinhas em parede de concreto</b>	<b>Caixinhas trocadas</b>
101	18	2
102	16	2
103	19	2
104	15	5
105	18	2
106	19	0

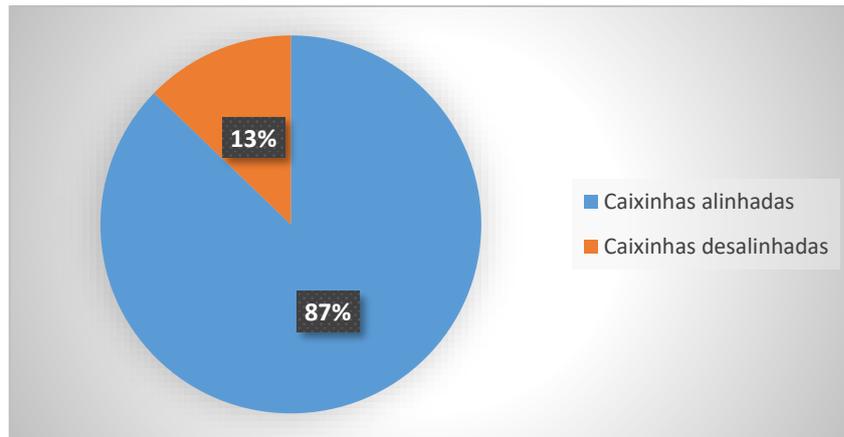
**Tabela 06 – Levantamento de caixinhas elétricas desalinhadas****(conclusão)**

<b>Apartamento</b>	<b>Caixinhas em parede de concreto</b>	<b>Caixinhas trocadas</b>
107	18	2
108	18	1
201	18	4
202	16	4
203	19	2
204	15	2
205	18	2
206	19	1
207	18	2
208	18	2
301	18	5
302	16	4
303	19	2
304	15	2
305	18	3
306	19	5
307	18	1
308	18	6
401	18	3
402	16	1
403	19	0
404	15	1
405	18	1
406	19	3
407	18	0
408	18	0

**Fonte: Autoria própria (2024)**

Analisando as porcentagens entre total de caixinhas trocadas e total de caixinhas na estrutura, tem-se os percentuais indicados no gráfico da Figura 35.

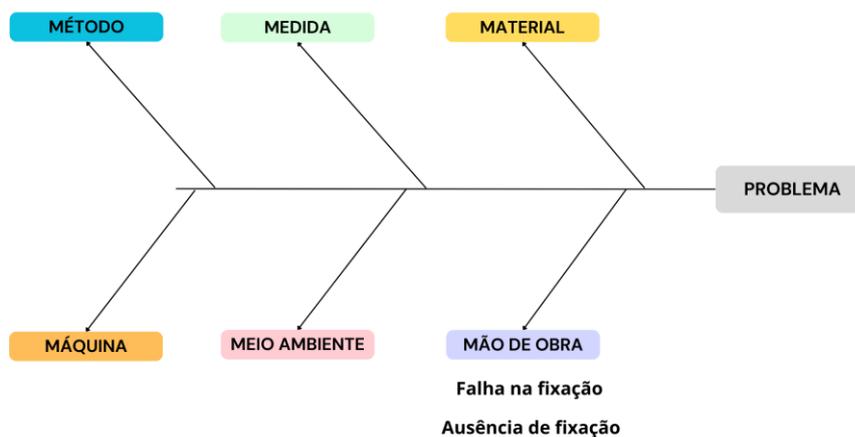
**Figura 35 – Caixinhas elétricas alinhadas x desalinhadas**



Fonte: Autoria própria (2024)

Nota-se que aproximadamente 13% das caixinhas elétricas instaladas na estrutura ficaram desalinhadas e tiveram que ser trocadas. Analisando as causas através do diagrama de Ishikawa, obtêm-se a representação apresentada na Figura 36.

**Figura 36 – Análise de caixinhas desalinhadas**



Fonte: Autoria própria (2024)

Analisando as causas percebe-se que a causa raiz desta falha está relacionada a mão de obra. A solução adotada em obra é retirar todo o concreto ao redor das caixinhas utilizando um martelo rompedor (de 2 ou 5Kg) (Figura 37) e efetuar o chumbamento delas novamente (Figura 38) na parede com argamassa de areia e cimento.

**Figura 37 – Abertura de caixinhas**



Fonte: Construtora A (2024)

**Figura 38 – Chumbamento de caixinhas**



Fonte: Construtora A (2024)

É necessário atentar-se para que as caixas não sejam danificadas quando retiradas do concreto.

#### 4.1.8 Armaduras expostas

As armaduras expostas podem ser classificadas com o grau de risco crítico, uma vez que põe em risco a saúde e segurança do trabalhador no momento de execução e ocorre a perda excessiva de desempenho causando paralisações, aumento de custo e intervenção imediata.

As armaduras expostas (Figura 39) estão em 8º lugar somando 64 ocorrências e representam 7% das anomalias. Estas anomalias são causadas pela falha de cobertura que deixa a armadura aparente, pela incorreta fixação ou pela falta de espaçadores.

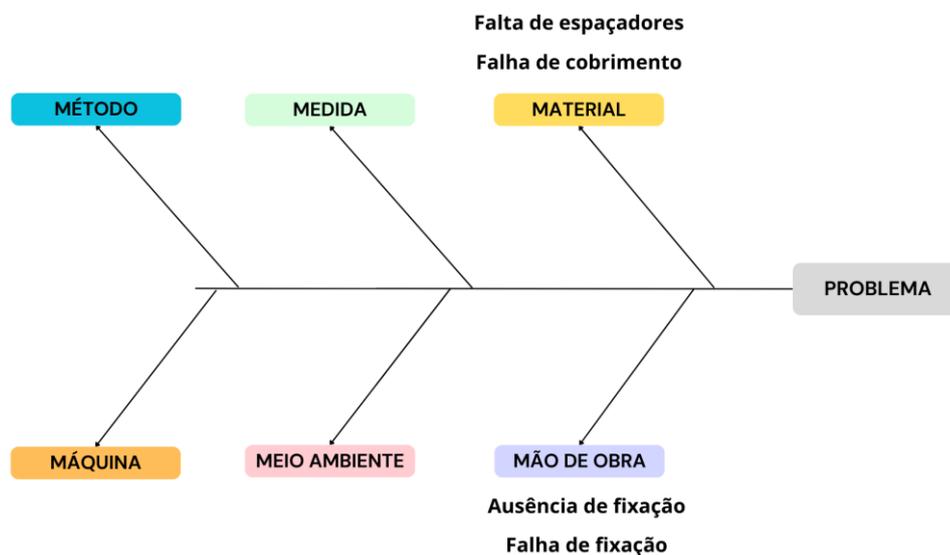
**Figura 39 – Armadura exposta**



**Fonte: Aatoria própria (2024)**

Analisando o surgimento das armaduras expostas através do diagrama de Ishikawa e identificando as suas causas, obtêm-se as causas apresentadas na Figura 40.

**Figura 40 – Análise de armaduras expostas**



**Fonte: Aatoria própria (2024)**

Analisando a Figura 40 percebe-se que a causa raiz desta falha está relacionada a mão de obra e ao material. A solução adotada em obra segue as seguintes etapas:

- 1: Aplicar resina epóxi em áreas de aço expostas que aflorarem na superfície da parede ou laje, garantindo que toda a superfície do aço aparente seja coberta;
- 2: Aplicar argamassa estrutural ou argamassa de areia e cimento (massa forte) em armaduras expostas devido ao mal cobrimento do concreto;
- 3: Cortar ou retirar totalmente pontas de vergalhões, arames e outros tipos de materiais metálicos ressaltados para fora da superfície de paredes e lajes;
- 4: Tampar, caso ainda sobrem pontas de vergalhões, arames e outros materiais metálicos aparentes, com argamassa de areia e cimento ou argamassa colante ACII (Figura 41).

**Figura 41 – Tratamento de armaduras expostas**



Fonte: Construtora A (2024)

O tratamento de armaduras expostas é importante, pois caso contrário podem oxidar após a aplicação de revestimentos ocasionando manchas.

#### 4.1.9 Eletrodutos expostos

Os eletrodutos expostos podem ser classificados com o grau de risco mínimo, já que causam pequenos prejuízos à estética sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

Os eletrodutos expostos (Figura 42) estão 9º lugar somando 37 ocorrências e representando 4% das falhas encontradas. Estas anomalias são causadas pela falha de cobertura que deixa o eletroduto aparente, pela incorreta fixação ou pela falta de espaçadores.

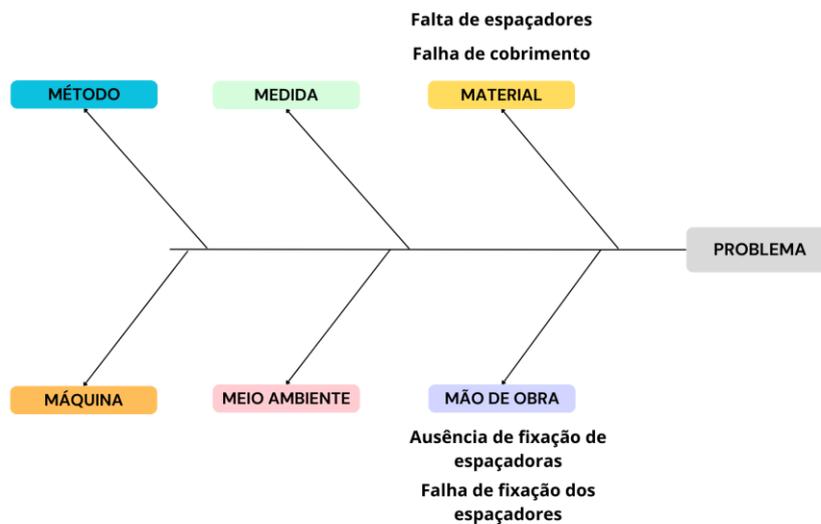
**Figura 42 – Eletrodutos expostos**



Fonte: Autoria própria (2024)

Analisando o surgimento de eletrodutos expostos através do diagrama de Ishikawa e identificando as suas causas, obtêm-se as causas mostradas na Figura 43.

**Figura 43 – Análise de eletrodutos expostos**



Fonte: Autoria própria (2024)

Analisando as causas percebe-se que a causa raiz desta falha está relacionada a mão de obra e ao material. A solução adotada em obra segue as seguintes etapas:

1: Limpar o local da falha, retirando todo o concreto solto;

2: Preparar a argamassa estrutural (com resistência igual ou maior que a do concreto requerido em projeto), conforme especificações do fabricante;

3: Aplicar a argamassa com uma colher de pedreiro em toda a falha, até que fique completamente preenchida, modelando-a no formato da peça;

4: Aplicar acabamento fino no reparo, com um filtro para reboco umedecido;

Em alguns casos, pode haver a necessidade de fazer uma fôrma de madeira (ou madeirite) com o mesmo formato da parede ou laje a ser reparada, fixando-a muito bem no local de reparação e fazendo com que a fôrma esteja bem vedada, para evitar vazamento da argamassa.

## 4.2 Análise das causas

Analisando a classificação das falhas de acordo com a metodologia apresentada pela norma de inspeção predial do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de São Paulo (IBAPE/SP), chega-se na síntese de dados apresentados na Tabela 07.

**Tabela 07: Análise do grau de risco**

Falha/Manifestação patológica	Crítico	Regular	Mínimo
Abertura de placas	X		
Espaçadores expostos			X
Segregação de materiais		X	
Fissuras a 45° e 90°		X	
Faquetas concretadas			X
Juntas de concretagem		X	
Caixinhas elétricas desalinhadas			X
Armaduras expostas	X		
Eletrodutos expostos			X

**Fonte: Autoria própria (2024)**

Grande parte das anomalias encontradas na estrutura se enquadraram com grau de risco regular ou mínimo, sem causar grandes prejuízos a estrutura e gerando

baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário. Porém, são falhas que podem provocar a perda de funcionalidade sem prejuízo à operação direta de sistemas, perda pontual de desempenho, causar pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada

Já quando se faz a análise de todos os diagramas de causa e efeito gerados para cada falha ou manifestação patológica encontrada na estrutura, chega-se a síntese de dados apresentada na Tabela 08.

**Tabela 08: Análise das causas raízes**

<b>Falha/Manifestação patológica</b>	<b>Método</b>	<b>Medida</b>	<b>Material</b>	<b>Máquina</b>	<b>Meio ambiente</b>	<b>Mão de obra</b>
Abertura de placas			X			X
Espaçadores expostos			X			X
Segregação de materiais	X		X	X		X
Fissuras a 45° e 90°	X	X	X		X	X
Faquetas concretadas			X			X
Juntas de concretagem			X	X		
Caixinhas elétricas desalinhadas						X
Armaduras expostas			X			X
Eletrodutos expostos			X			X

**Fonte: Autoria própria (2024)**

Nota-se que os principais problemas encontrados na estrutura têm suas causas relacionadas a falhas dos materiais e falhas na mão de obra, sendo assim, podem ser consideradas como causas raízes. Percebe-se que apenas uma pequena parcela está relacionada a falhas nos métodos, medidas, máquina e meio ambiente.

## 5 CONCLUSÕES

Através deste estudo, pôde-se demonstrar que o método construtivo em paredes de concreto moldadas in loco apresenta velocidade em seu processo construtivo, e que por ser uma metodologia relativamente nova e pouco conhecida na região, não se tem uma grande disponibilidade de mão de obra qualificada.

No caso analisado, encontrou-se várias anomalias na estrutura, como fissuras, juntas de concretagem, abertura de placas, faquetas concretadas, segregação de materiais, caixinhas elétricas desalinhas, armadura exposta, eletroduto e espaçadores expostos. As aberturas de placas, espaçadores expostos, segregação de materiais e fissuras a 45° foram os problemas mais recorrentes na estrutura somando juntas 580 ocorrências e 63% dos problemas encontrados.

Analisando o processo construtivo e as causas raízes através do diagrama de Ishikawa, pode-se afirmar que as principais origens (causas raízes) dessas anomalias estão relacionadas a falhas nos materiais e na mão de obra (execução), e não decorrentes do método construtivo em si. Com relação ao grau de risco, não se teve grandes prejuízos, pois sua classificação foi na maior parte com grau mínimo.

Para que o sistema de fato seja ágil (sua grande premissa), é fundamental que se evitem retrabalhos e anormalidades. Logo, fica evidente a necessidade de mão de obra treinada para a realização das etapas construtivas, a importância do investimento em materiais de qualidade e ter um rigoroso controle da qualidade dos materiais e da execução deste método construtivo.

A partir dos problemas levantados na estrutura da obra analisada, verifica-se uma necessidade de um controle mais rigoroso nos materiais utilizados, na execução, na conferência dos serviços e no controle de concretagem, para que assim se reduza o surgimento de falhas e manifestações patológicas e se possa usufruir de todas as vantagens que o sistema oferece.

## REFERÊNCIAS

- ARÊAS, D. M. **Descrição do processo construtivo de parede de concreto para obra de baixo padrão.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16055:** Paredes de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.
- BARBOSA, M. F.; SERRA, S. M. B. **Paredes externas em concreto armado moldado “in loco” como solução para edifícios verticais.** I Conferência Latino-Americana de construção sustentável x Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído. p18-21, julho 2004. São Paulo. ISBN 85-89478-08-4.
- BELÉM, V. C. **Avaliação das patologias no sistema construtivo em paredes de concreto moldadas no local para habitações unifamiliares.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2018.
- CAMBRAIA, M. N. **Processo construtivo de paredes de concreto moldadas in loco em fôrmas de alumínio.** Monografia (Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.
- CARVALHO, F. C. **Sistema construtivo em paredes de concreto para edifícios: dimensionamento da estrutura e aspectos construtivos.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- CESÁRIO, J. M. dos S. FLAUZINO, V. H. de P. MEJIA, J. V. C. **Metodologia científica:** Principais tipos de pesquisas e suas características. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 11, Vol. 05, pp. 23-33. Novembro de 2020.
- GONÇALVES, E. A. B. **Estudo das patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- HEWITT-TAYLOR, J. **Identifying, analusing and solving problems in practice.** Nursing Standard. V.26, N°40, pag: 35-41, Junho 2012.
- IBAPE-SP. **Norma de Inspeção Predial.** 3ª revisão. São Paulo: IBAPE-SP, 2021. Disponível em <https://ibape-sp.org.br/adm/upload/uploads/1636384839-NORMA%20DE%20INSPECAO%20PREDIAL%202021.pdf>. Acesso em 29 de Novembro de 2023.
- LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções:** procedimento para a formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.

MACEDO, J. V. da S. ROMEIRO, M. L. de A. DELMIRO, T. D. MONTEIRO, E. C. B. CARDOSO, A. da S. **Manifestações patológicas e falhas construtivas em paredes de concreto**. 6º Conferência sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios – PATORREB. Rio de Janeiro, 2018.

MATA, J. L. L. **Elaboración de un Plan de Mantenimiento para la Fabrica de Embutidos Júris Cía, Ltda**. Dissertação de Mestrado, Escuela Politécnica Nacional, Quito - Ecuador, 2012

MESOMO, M. F. **Manifestações patológicas em unidades habitacionais construídas com paredes de concreto moldadas *in loco* com fôrmas metálicas: análise das falhas observadas na etapa de execução**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

MIOTTO, A. **Avaliação das patologias no sistema construtivo em paredes de concreto moldadas no local para edifícios residenciais**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

MISURELLI, H.; MASSUDA, C. **Como construir paredes de concreto**. Revista Técnica, 147 ed., Jun. 2009, PINI, São Paulo.

MORAIS, I. L. **Sistema construtivo em paredes de concreto: roteiro prático para dimensionamento estrutural**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil - Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2018.

NEMER, P. C. C. **Avaliação do sistema construtivo paredes de concreto moldado no local a luz das normas técnicas vigentes**. Dissertação (Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

NEVES, Z. S.; SANTANA, S. S.; PINHEIRO, E. C. N. M. **Análise das etapas de execução do sistema construtivo da parede de concreto em uma construção de residências multifamiliar**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.8, n.11, p. 70744-70765, nov., 2022.

NEVES, A. **Saiba tudo sobre fissuras e trincas em reboco**. 2021. Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/fissuras-e-trincas-em-reboco>. Acesso em: 30 nov. 2023.

NEVES, A. **Entenda tudo sobre a permeabilidade do concreto e sua importância**. 2021. Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/permeabilidade-do-concreto#:~:text=Quanto%20maior%20for%20a%20porosidade,aumentam%20a%20resistência%20do%20material>. Acesso em: 30 nov. 2023.

OLIVEIRA, A. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. Monografia (Especialização em Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

OLIVEIRA, V. R. M. **Avaliação de patologias após execução do sistema construtivo de paredes em concreto em edifícios destinados às habitações populares na cidade de Uberlândia.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

ORNELLAS, E. J. **Estudo da relação entre as características dos materiais, gestão de obra e patologias em edifícios construídos com o sistema de parede de concreto estrutural.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2021.

PINTO, C. V. MARTINS, G. J. da C. TEIXEIRA, M. A. L. V. **Processo construtivo de paredes de concreto moldadas in loco em fôrmas de alumínio e suas patologias.** Revista Paramétrica. v. 14, n. 1, jan./jul. 2022.

PULZ, H de A. **A relevância dos conceitos e técnicas da ferramenta de gestão denominada “Gráfico de Pareto”, no âmbito da análise da mão de obra operacional de uma empresa individual.** Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Contábeis – Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP, São José dos Campos, São Paulo, 2022.

ROCHA, B. S. **Manifestações patológicas e avaliação de estruturas de concreto armado.** Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

SAMPAIO, G. G. da S. COUTINHO, G. C. NOGUEIRA, M. da S. MANIER, R. J. **Patologias em parede de concreto.** n. 1, Revista Universo, São Gonçalo/ RJ, 2016.

SILVA, A. C. G. CAMPOS, G. R. FILHO, M. L. **Análise de manifestações patológicas em obras de arte especiais – Estudo de caso e propostas de recuperação.** Revista Técnico-Científica do CREA-PR - ISSN 2358-5420 – Ed. Especial – Setembro de 2017.

SLOSASKI, L. R. **Avaliação da influência da variação do ângulo da junta de concretagem na resistência mecânica de concretos.** Dissertação (Curso de Especialização: Patologias da construção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

TAKATA, L. T. **Aspectos executivos e a qualidade de estruturas em concreto armado: estudo de caso.** Dissertação (Pós-Graduação em Construção Civil) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2009.

WENDLER, A.; MONGE, R. **Paredes de concreto: como ter uma obra sem manifestações patológicas.** Concreto & Construções, 90. ed., p. 38- 41. IBRACON, 2018.