

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**RAFAEL NAPOLEÃO GAMA SALLES**

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OCORRIDAS DURANTE A EXECUÇÃO DE  
OBRAS PELO SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDE DE CONCRETO: ESTUDO DE  
CASO**

**FLORIANÓPOLIS, 2022.**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**RAFAEL NAPOLEÃO GAMA SALLES**

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OCORRIDAS DURANTE A EXECUÇÃO DE  
OBRAS PELO SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAREDE DE CONCRETO: ESTUDO  
DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido  
ao Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Santa Catarina como parte  
dos requisitos para obtenção do título de  
Engenheiro Civil.

Orientadora:  
Profa. Juliana Machado Casali, Dra.

**FLORIANÓPOLIS, 2022.**

## PÁGINA PARA COLOCAÇÃO DA FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DA OBRA

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Salles, Rafael

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OCORRIDAS DURANTE A EXECUÇÃO  
DE OBRAS PELO SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDE DE CONCRETO: ESTUDO  
DE CASO / Rafael Salles; orientação de Juliana  
Machado Casali. - Florianópolis, SC, 2022.**

56 p.

**Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal  
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado  
em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico  
de Construção Civil.**

Inclui Referências.

**1. Concreto. 2. Parede de concreto. 3. Concreto  
moldado no local. I. Machado Casali, Juliana . II. Instituto  
Federal de Santa Catarina. III. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS  
OCORRIDAS DURANTE A EXECUÇÃO DE OBRAS PELO  
SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDE DE CONCRETO: ESTUDO DE CASO.**

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OCORRIDAS DURANTE A EXECUÇÃO DE OBRAS PELO SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAREDE DE CONCRETO: ESTUDO DE CASO**

**RAFAEL NAPOLEÃO GAMA SALLES**

**ESTE TRABALHO FOI JULGADO ADEQUADO PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO CIVIL E APROVADO NA SUA FORMA FINAL PELA BANCA EXAMINADORA DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA.**

**FLORIANÓPOLIS, 19 DE DEZEMBRO, 2022.**

**BANCA EXAMINADORA:**



Documento assinado digitalmente  
JULIANA MACHADO CASALI PERUCH  
Data: 22/02/2023 09:34:32-0300  
CPF: 006.099.509-24  
Verifique as assinaturas em <https://v.ifsc.edu.br>

**Prof<sup>a</sup> JULIANA MACHADO CASALI, Dr<sup>a</sup>.**



Documento assinado digitalmente  
LUCAS BASTIANELLO SCREMIN  
Data: 20/02/2023 19:02:45-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

**Prof. LUCAS BASTIANELLO SCREMIN, Me.**



Documento assinado digitalmente  
ALEXANDRE LIMA DE OLIVEIRA  
Data: 20/02/2023 16:26:04-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

**Prof. ALEXANDRE LIMA DE OLIVEIRA, Dr.**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Marcelo Debortoli Filho'.

**Eng. MARCELO DEBORTOLI FILHO.**

Dedico à OTREBOR ENGENHARIA  
e todos os seus colaboradores.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha orientadora professora doutora Juliana Machado Casali por todo apoio e suporte durante esse importante momento de minha graduação.

Agradeço a minha família por sempre estarem ao meu lado.

Em especial aos meus pais Renata e Rafael, e meus irmãos Bruno e Ana Clara.

Agradeço a minha Avó Neusa pois nunca mediu esforços para manter a família unida.

Obrigado ao meu Avô Roberto Napoleão e tio Roberto por todas as oportunidades.

Agradeço a minha namorada Eloísa por me acompanhar neste período final de graduação.

Por fim, agradeço ao corpo docente do IFSC por todo o aprendizado.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>7</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
1.1 Definição do problema.....	9
1.2 Objetivo geral.....	10
1.3 Objetivos específicos .....	10
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Execução das paredes de concreto moldadas no local.....</b>	<b>11</b>
2.2.1 Fundação.....	11
2.2.2 Armadura.....	11
2.2.3 Instalações elétricas.....	12
2.2.4 Montagem das formas.....	12
2.2.5 Concretagem.....	13
2.2.6 Finalização do ciclo.....	15
2.2.7 Juntas de dilatação.....	16
<b>3 MANIFESTAÇÕES PATOLOGICAS NO SISTEMA CONSTRUTIVO PAREDES DE CONCRETO .....</b>	<b>16</b>
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>19</b>
4.1 Empreendimento analisado.....	19
4.2 Método executivo utilizado pela construtora .....	21
4.3 Identificação e diagnóstico das manifestações patológicas na obra.....	24
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>25</b>
<b>5.1 Identificação e diagnóstico das manifestações.....</b>	<b>26</b>
5.1.1 Defeitos e Falhas de concretagem.....	26
5.1.2 Utilização incorreta dos espaçadores e amarração incorreta dos eletrodutos..	32
5.1.3 Juntas frias e emendas de concreto.....	35
5.1.4 Falta de travamento das formas.....	37
5.1.5 Fissuras.....	44
<b>6. MEDIDAS MITIGADORAS E AÇÕES DE CONTROLE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS .....</b>	<b>45</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>46</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>50</b>

# MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OCORRIDAS DURANTE A EXECUÇÃO DE OBRAS PELO SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAREDE DE CONCRETO: ESTUDO DE CASO

Rafael Napoleão Gama Salles

## RESUMO

A larga movimentação de pessoas para regiões urbanas em busca de trabalho, somadas a crise financeira, geraram um déficit de moradias causando assim uma movimentação no setor da construção civil para suprir essa demanda. Sendo assim, o sistema parede de concreto moldado no local torna-se de grande interesse para a construção civil, sendo um sistema que está em crescimento, considerando a velocidade e industrialização da modalidade de construção. O estudo de caso em questão foi realizado através de uma análise de manifestações patológicas encontradas em um empreendimento localizado em Biguaçu, Santa Catarina, onde foram identificadas bicheiras, eletrodutos aparentes, formas deslocadas, fissuras, entre outras após a desforma devidamente expostas no decorrer do trabalho. Para todas as manifestações patológicas foram apontadas soluções e formas de prevenção. Também foram indicadas formas de mitigar as patologias.

Palavras-chave: concreto - paredes de concreto - concreto moldado no local

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil, em 2010 através dos dados da Pesquisa Nacional por amostra de Domicílios (Pnad/IBGE, 2010), apresentou uma deficiência habitacional de 5,4 milhões de habitações. Na época já existia o incentivo para o combate do déficit populacional promovendo a construção de moradias populares, conforme citado por Arêas (2013).

Em pesquisa realizada pela Fundação Pinheiro, evidencia que os números de déficit populacional não diminuíram entre 2010 e 2019, uma vez que no ano da pesquisa estava em 5,8 milhões de pessoas, sendo 79% concentrada em famílias de baixa renda. Segundo a pesquisa, ficou clara e evidente a possibilidade de aumento destes números, caso não seja realizada nenhuma política pública referente à problemática.

Nesse contexto, existe então um cenário de déficit populacional. Segundo Alves (2020) foram comercializadas 115.876 unidades de moradia no ano de 2018,

incluindo o programa “Minha Casa, Minha Vida”. Com o aumento das estatísticas, e buscando reduzi-los, o sistema construtivo de paredes de concreto vem como método racionalizado, oferecendo produção, agilidade e economia (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

O sistema de paredes de concreto, por se tratar de um sistema industrializado, gera velocidade de execução, melhoria em acabamentos, reduz o número de pessoas na obra e diminui a geração de entulho, logo, tornou-se um fator determinante para o crescimento e utilização desta forma diferente do método convencional, conforme menciona Nunes (2011) em sua pesquisa. Seguindo a mesma linha, a junção desses fatores acarreta excelente custo-benefício para certos tipos de obra, como por exemplo, as de padrão popular, tornando-se então uma saída para a redução do déficit de habitação populacional.

Inicialmente, a aquisição das formas pode significar valor alto de investimento, porém, ele se dilui ao decorrer da obra e também na hora de aumentar a produção iniciando novos empreendimentos, uma vez que elas são totalmente reaproveitáveis.

Construtoras de grande porte estão aderindo a esse método, pois apresenta diversas vantagens. Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem (2013), esse investimento é explicado pela rapidez na execução, diminuição de patologias e facilidade de ser implantada em lugares com pouca infraestrutura, além de outros pontos mencionados acima.

Em busca de qualidade no produto final, mantendo o prazo, o sistema visa reduzir atividades artesanais e improvisações, e ganha em planejamento sistêmico, velocidade e padronização, evitando assim erros, reformas e maiores problemas que atrasam a entrega das chaves (ABCP, 2007).

Cabe ressaltar que, uma das alternativas para conseguir recursos para realizar a construção, é comum nesse sistema a parceria entre construtora e a Caixa Econômica Federal. Desta forma, com o crescimento do mercado imobiliário no Brasil, somados às vastas e contínuas medidas públicas que visam a ampliação de ofertas em moradia, a sistemática de parede de concreto torna-se cada vez mais uma solução prática para a produção em larga escala (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2010) as vantagens podem ser inúmeras, como redução de funcionários na obra, os vão de

portas e janelas possuem medidas exatas, pois são embutidas nas formas, menos número de patologias. Em comparação com métodos construtivos convencionais, não necessita de chapisco ou emboço nas paredes, o concreto autoadensável proporciona um bom isolamento térmico e acústico, quanto maior o porte do empreendimento menor o custo da construção e racionalização dos materiais e menor desperdício.

De acordo com Paredes de Concreto (2022) entre as desvantagens estão o aumento na dificuldade de manutenção de estruturas elétricas e hidráulicas, uma vez que estão embutidas na estrutura, planejamento para aquisição das formas ou aluguel além de transporte de peças dentro do canteiro de obras, exige atenção nas concretagens para evitar patologias e todos os projetos devem ser concluídos antes do início da obra, sem possibilidade de alterações.

Sendo assim, o presente trabalho buscará conceituar, diagnosticar, solucionar e prevenir manifestações patológicas inerentes ao sistema construtivo de paredes de concreto in loco, de modo a facilitar a atuação dos construtores que pretendem iniciar empreendimento utilizando o método em suas construções.

## **1.1 Definição do Problema**

O sistema construtivo em parede de concreto no local é um sistema promissor. No entanto, na realidade do acompanhamento da obra verificou-se manifestações patológicas logo após a desforma das paredes. Assim com o levantamento destas manifestações poderia-se obter melhorias na qualidade de futuras obra, avaliando a eficiência do método construtivo, analisando problemas ocorridos durante as etapas da construção e apontando quais cuidados devem-se tomar ao realizar uma obra utilizando esse método construtivo.

O ideal para otimizar o resultado das obras que utilizam o método seria a propositura de um controle maior de execução, baseando-se nas causas possíveis que originaram cada uma das manifestações. Desta forma, seria possível preencher as lacunas existentes atualmente na execução das obras utilizando por base os erros anteriormente cometidos.

## **1.2 Objetivo Geral**

O objetivo geral deste projeto é realizar um levantamento das manifestações patológicas ocorridas logo após a desforma, apresentar as possíveis causas e apontamento de soluções para elas.

## **1.3 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos são:

- Realizar um levantamento das manifestações patológicas ocorridas logo após a desforma;
- Apontar as possíveis causas e de soluções para as manifestações patológicas;
- Identificar maneiras de mitigar as manifestações patológicas deste sistema construtivo;

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo será abordado a respeito do sistema construtivo de paredes de concreto moldadas in loco, introdução do sistema construtivo, execução, vantagens e desvantagens.

### **2.1 Sistema Construtivo de Paredes de Concreto moldadas in loco**

De acordo com a NBR 16055 (ABNT, 2012), o sistema de paredes de concreto moldadas no local considera a laje consolidada nas paredes, tornando assim um sistema monolítico.

Conforme a mesma norma NBR 16055 (ABNT, 2012), o sistema se baseia em diferentes instruções normativas em diversos parâmetros, como NBR 6118 (ABNT, 2014) de estruturas de concreto armado, NBR 6120 (ABNT, 2019) de cargas para cálculos de estruturas de edificações, NBR 6123 (ABNT, 1988) de forças devidas ao vento em edificações, entre outras.

Mesmo sendo normatizado pela NBR 16055 (ABNT, 2012), o sistema pode ter variações conforme escolhas da construtora, a exemplo de escolhas estão as formas, o fechamento e o escoramento das peças (VENTURINI, 2011). A busca por

sistemas construtivos econômicos e produtivos que não percam qualidade no produto final tem sido o principal motivo de incorporação crescente no sistema de paredes de concreto (NUNES, 2011).

O sistema construtivo parede de concreto se transforma em uma linha de montagem similar a uma indústria sendo totalmente sistematizado, pois se baseia em conceitos de industrialização de materiais, equipamentos, controle tecnológico e multifuncionalidade (ABCP, 2007).

Esse sistema possibilita a construção de casas térreas, edifícios de 8 pavimentos padrão com esforços de compressão e até 30 pavimentos considerados casos especiais e específicos (MISURELLI e MASSUDA, 2009 p.65).

## **2.2 Execução das paredes de concreto moldadas no local**

Na execução das paredes de concreto no local, conforme cita o item 13.3.1 da NBR 16055 (ABNT, 2012), cada produto utilizado na obra deve ser identificado de modo que não ocorram trocas involuntárias e que não sejam aceitas variações nos produtos sem consulta anterior com o projetista estrutural responsável. A seguir serão apresentados os processos de construção.

### **2.2.1 Fundação**

Nesse sistema construtivo não existem restrições ao tipo de fundação a ser adotada. Podem ser utilizadas fundações do tipo sapata corrida, radier e blocos de coroamento para estacas pré-moldadas (COMUNIDADE DO CONCRETO, 2007).

### **2.2.2 Armadura**

Conforme Misurelli (2013) são utilizadas armaduras de telas soldadas posicionadas verticalmente, para além de controlar a retração do concreto, resistir a esforços de flexo-torção. Para paredes de até 15cm podem ser utilizadas armaduras centradas, acima disso as armaduras devem ser compostas por duas telas. Em alguns pontos como janelas devem ser utilizados reforços na armadura.

Segundo Massuda (2013) às especificações do projeto ao executar a montagem da estrutura seguindo a sequência de primeiro posicionar a montagem da

tela, seguido de montar os reforços e por último posicionar os espaçadores de modo a garantir o cobrimento da armadura.

### 2.2.3 Instalações elétricas

Para as instalações elétricas, como as mangueiras e caixas de passagem, os projetistas devem se atentar no posicionamento para que as caixas sejam posicionadas nas posições verticais, que os eletrodutos respeitem o diâmetro máximo de 25mm evitar que um passe sobre o outro na parede (WENDLER, 2012).

Em instalações embutidas, a NBR 16055 (ABNT, 2012) no item 13.3 enfatiza que podem ser embutidas instalações verticais desde que a diferença de temperatura da tubulação e do concreto não ultrapassem 15 graus, a pressão interna da tubulação seja menos que 0,3 MPa, diâmetro máximo de 50mm, tubos metálicos não encostem na armadura para evitar corrosão e o diâmetro da tubulação não ultrapassar 50% da espessura da parede, restando espaço para reforço da armadura e o cobrimento adotado. Na norma citada, não se permitem tubulações horizontais com trechos com mais de um terço da parede ou no máximo um metro, levando em conta que o trecho não pode ser considerado estrutural.

### 2.2.4 Montagem das formas

Primeiramente é necessário fazer a marcação da laje para demarcar onde ficarão as faces das formas, de modo a orientar na hora da montagem da mesma. Deve-se também instalar espaçadores de modo que o distanciamento das formas seja mantido (COLETÂNEA DE ATIVOS – PAREDE DE CONCRETO, 2010).

Como as fôrmas não apresentam função estrutural, devem ser projetadas para suportar ao processo executivo até que o concreto lançado atinja resistência para serem removidas e por ser um sistema que depende de organização, é de suma importância o planejamento detalhado de todo o processo (AUZIER e GALVÃO, 2020).

Quanto ao material da forma, deve seguir o item 18.2.1 da NBR 16055 (ABNT, 2012) e é possível o reaproveitamento das formas, contanto que estejam em condições de uso e passem por processo de verificação periodicamente.

### 2.2.5 Concretagem

De acordo com a NBR 16055 (ABNT, 2012) o concreto deve seguir a especificação das normas da NBR 6118 (ABNT, 2014), NBR 8953 (ABNT, 2015) e NBR 12655 (ABNT, 2015) segundo a classe ambiental que está sujeita a estrutura. E a dimensão máxima do agregado graúdo deve ser de acordo com a dimensão da parede e a densidade da armadura. Deve ter resistência para a desforma compatível com o ciclo de concretagem. Antes da descarga do material, deve ser conferido o documento de entrega, certificando que corresponde com o concreto solicitado. Em nenhuma hipótese deve ser lançado concreto após o tempo de pega, ou contaminado com algum material (ABNT, 2012).

Segundo NBR 16055 (ABNT, 2012), quanto a cura do concreto, deve ser executada logo após a desforma evitando assim uma secagem prematura, o que pode acarretar em fissuras e na resistência do concreto. Quanto mais prematura e bem-feita a cura, menor a chance de fissuras superficiais.

A etapa de concretagem das paredes é fase crucial quando se remete à qualidade do sistema construtivo. Havendo falta de conformidade das especificações do projeto durante esta etapa podem sim reduzir significativamente a eficiência do sistema (MITIDIERI; SOUZA; BARREIROS, 2012). A ausência de preenchimento do concreto na estrutura, segregação de agregados em determinadas partes da parede, nicho de concreto, bolhas e bicheiras, formação de juntas frias são algumas das manifestações patológicas encontradas e causadas por falhas na fase de concretagem, conforme leciona Mitidieri, Souza e Barreiros (2012)

Quando não respeitado o passo a passo do processo há grandes possibilidades do surgimento de manifestações patológicas nesta etapa, como as bolhas superficiais no concreto. Essas bolhas surgem na superfície do concreto devido a fase de mistura e lançamento do produto quando uma parcela do ar fica preso no concreto durante a cura, logo, o ar e água tendem a concretar-se mais próximo à parede causando então os defeitos (CORRÊA, 2012).

Outra grande problemática é o aparecimento das bicheiras, conhecidas também como vazios de concretagem e que, de acordo com Figueirola (2006) são defeitos superficiais do concreto capazes de afetar a estética das estruturas, assim

como sua durabilidade e resistência e surgem devido as falhas no processo de concretagem.

De acordo com Misurelli e Massuda (2009), essas falhas decorrem da infiltração de ar e falhas provocadas pela heterogeneidade da granulometria da areia, somadas às impurezas e, podem ser corrigidas pelo processo conhecido como feltragem, que consiste na aplicação de uma camada de nata de cimento nos defeitos, através da desempenadeira de madeira com revestimento de espuma (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

Segundo Medeiros (2010), havendo a interrupção do lançamento do concreto, onde ele entra no processo de “pega” antes da continuação do seu lançamento, é onde se originam as chamadas juntas frias de concretagem. Quando não há previsibilidade deste fator no projeto existem grandes chances de a estrutura de concreto desenvolver inúmeros problemas.

A falta de atenção ao processo, pode causar falta de aderência do material, desencadeando o desagregamento, o que ocorre pelo mau gerenciamento da etapa de concretagem o que faz com que o sistema que deveria ser monolítico se torne facilmente separável, vindo a perder sua capacidade de resistir a esforços externos (SOUZA e RIPPER, 1998).

De acordo com Takata (2009), grande parte dos erros e falhas encontradas no concreto são referentes ao processo de aplicação e cura. Na fase de lançamento, é preciso atentar-se quando a altura de lançamento do concreto em relação a estrutura for superior a 2 metros, conforme a NBR 16055 (ABNT, 2012), pois pode vir a ocorrer a segregação do concreto e posterior aparição de bicheiras. Tomando os devidos cuidados, ele expulsa as bolhas de ar incorporadas no lançamento.

Buscando a solução para esses problemas, Medeiros (2010) destaca que a maneira de criar aderência entre o concreto novo e o antigo é submeter o concreto antigo a um tratamento envolvendo escovação, jateamento de areia e apicotamento, proporcionando a formação de superfícies de aderências. Pode-se realizar a limpeza da superfície para a retirada dos materiais indesejados, bem como realizar um cuidadoso adensamento na região de encontro entre as duas camadas do concreto. Outra alternativa destacada são os adesivos estruturais entre as duas faces do concreto. Quando se trata das paredes de concreto, opta-se por uma escovação ou

lixamento das superfícies danificadas buscando garantir a aderência de uma parede à outra.

Estes defeitos implicam diretamente na produtividade e cronograma de entrega das obras, podendo ainda comprometer bruscamente a capacidade das estruturas de suportar determinadas cargas.

#### 2.2.6 Finalização do ciclo

Ao desmontar as formas, elas devem ser posicionadas de modo a otimizar tempo para a próxima montagem. Após término de cada ciclo deve ser feita a limpeza da forma, para a reutilização do material. É indicada a aplicação de desmoldante o qual deve ser adequado para o uso da forma, evitando assim que o concreto grude e deixe resíduos na superfície das paredes (ABCP, 2007).

Após remoção das formas ao chegar na etapa de finalização do ciclo, pode-se notar fissuras. Quando em pequena dimensão e quantidade, não necessariamente representam danos estruturais. Elas são conceituadas como produto da desagregação do concreto e possuem origem na deficiência do próprio projeto e surgem do deslocamento do concreto, especialmente na camada de cobrimento das armaduras. A fissura, de certa forma, é um processo natural da cura do concreto e o que o torna desagradável se resumirá à sua localização, abrangência, abertura e forma. (SOUZA e RIPPER, 1998).

As fissuras ou rachaduras ocorrem quando existe uma super tensão no material, ou seja, quando são solicitados a assumir um esforço muito maior do que resistem é onde surgem as falhas e provocam essas aberturas, e dependendo da sua espessura serão classificadas como fissura, trinca, rachadura, fenda ou brecha (OLIVEIRA, 2012).

Para Nunes (2007), as fissuras podem ser classificadas de acordo com sua origem, sendo por deformação, por retração hidráulica, retração térmica e expansão hidráulica.

De acordo com o Nunes, por deformação, são aquelas causadas por esforços muito maiores aos que a estrutura realmente suporta. As fissuras por retração hidráulica surgem pela perda de água de forma desenfreada diretamente para a superfície. As chamadas fissuras por retração térmica nascem geralmente em construções mais antigas e se relacionam ao coeficiente de dilatação térmica do

concreto, enquanto as fissuras por expansão hidráulicas são causadas pela expansão volumétrica da água que se encontra nos poros do concreto, causando grandes pressões.

### 2.2.7 Juntas de Dilatação

Quanto a juntas de dilatação, o item 13.2.1 a 13.2.3 da NBR cita que deve ser avaliada a necessidade de juntas verticais para prevenir o aparecimento de fissuras. Deve ser adotado uma distância máxima de 8m para juntas internas e 6m para externas, porém deve ser analisado cada caso. No máximo a cada 25m da estrutura da planta também deve ser feito uma junta de dilatação, mas deve ser analisada a variação de temperatura e retração do concreto sobre a estrutura (MACHADO, 2002).

Quando se tratam das causas e fatores resultado das manifestações patológicas nas construções, Machado (2002) destaca algumas possibilidades, dentre elas: deficiência na execução dos projetos quanto às cargas atuantes, dimensionamento inadequado de estruturas e matérias e processos incorretos; ações térmicas internas e externas que atuam diretamente nas estruturas do concreto; Intemperismo, por exemplo, variação de umidade, agentes diversos atmosféricos, agressões ambientais, etc e; utilização inadequada da construção, seja por alteração do projeto sem prévio cálculo ou acréscimo de informações.

## **3. Manifestações patológicas no sistema construtivo paredes de concreto moldadas in loco**

Como qualquer tipo de construção, o sistema de paredes de concreto moldadas in loco em algum momento também pode apresentar manifestações patológicas, e neste momento do trabalho serão destacadas as manifestações patológicas encontradas na execução.

Segundo a pesquisa científica realizada por Bittencourt, Paranaíba e Roriz (2020) os problemas das manifestações patológicas, regra geral, apresentaram manifestações externas com características muito individuais, o que permitiu observar sua origem e os mecanismos envolvidos no fenômeno, assim como presumir as prováveis consequências. Nitidamente, percebeu-se que a origem das manifestações

patológicas se relaciona com as fases ou as etapas da vida da estrutura em que ela se originou, e sua incidência está diretamente relacionada ao controle de qualidade que foi empregado em cada etapa.

Na mesma pesquisa foi concluído que muitas situações ali descritas poderiam ser evitadas caso houvesse certas precauções, como maior rigor no controle da execução, deixando um responsável técnico responsável pela liberação de cada etapa, investir em treinamento e capacitação da equipe, e aumento do controle de qualidade do concreto, aumentando o número de ensaios realizados em obra.

Já no trabalho desenvolvido por Mosono (2018), notou-se que a principal falha na execução do método se apresentou no principal componente, ou seja, no concreto. O Autor relata que o método era relativamente novo na construtora analisada e ressaltou que os processos de melhoria, como maior a conferência de forma mais rigorosa, irão ser incorporados com o passar do tempo, somados ainda a experiência dos gestores e que essa atenção é de suma importância.

Destacou que, principalmente a substituição do concreto convencional pelo autoadensável poderia evitar, de forma direta ou indireta, manifestações patológicas como a infiltração em janelas, descolamento das placas cerâmicas nos banheiros e cozinhas e fissuras nas paredes foram os principais causadores das manifestações patológicas.

As manifestações patológicas encontradas a partir dos estudos elaborados por França (2020), novamente se referiam ao concreto utilizado, ou foi mal especificado ou mal dosado, e por ser material principal que dá nome ao sistema pode acarretar certas falhas à estruturação, tendo em vista que, pequenas rachaduras e excesso de umidade por mais que sejam de fácil tratamento poderão sim causar maiores problemas ao imóvel. Portanto, reitera-se a importância da boa execução da obra e do método para que se atinja o objetivo de entregar um imóvel de boa qualidade ao cliente final.

O estudo de caso realizado por Oliveira (2021), teve como objetivo realizar o levantamento das manifestações patológicas encontradas em empreendimentos com menos de cinco anos de entrega das chaves. Segundo seu estudo, percebe-se que todas as unidades apresentaram em algum momento algum tipo de problema. Em sua maioria, foram vistas fissuras nas paredes, que não tiveram reparo por parte da

construtora por não terem causado infiltrações, e acabaram sendo classificadas como normais e aceitáveis pelos proprietários.

O grande vilão das obras, segundo Oliveira (2021) certamente foi o mofo, encontrado em grande escala em todos os apartamentos e que também não receberam assistência dos construtores, deixando a critério de cada um a utilização de produtos sem especificação que acabam danificando o material aplicado na execução das obras. Também se chegou à conclusão de que para um bom resultado após a entrega das chaves, o ideal é que se utilize materiais de melhor qualidade, projetos mais detalhados e claro, bom gerenciamento das atividades desenvolvidas, bem como, um sistema de manutenção preventiva, o que tornará o sistema construtivo mais efetivo.

De acordo com Miotto (2010), as manifestações patológicas encontradas foram defeitos na superfície da laje e parede, armaduras e esperas elétricas expostas. As falhas observadas refletem nas mesmas já mencionadas, logo, as obras deveriam ter sido mais controladas durante a execução do serviço. O essencial para a construção com este método é que se tenha mão de obra qualificada e treinada, tanto para execução como para acompanhamento e verificação dos serviços executados e posteriormente a se executar.

Partindo para o estudo de Belém (2018), o autor expôs de forma breve todos os pontos positivos inerentes ao sistema em questão. Por sua vez, chegou à conclusão de que as manifestações patológicas mais encontradas foram fissuras facilmente corrigíveis por cola e massa epóxi, e em caso de marcas de desforma é necessário lixamento das paredes para que fiquem uniformes. Também concluiu que maior controle na execução e material de qualidade poderiam evitar as falhas encontradas, o que dispensaria o retrabalho por parte da construtora.

Por último, analisou-se o estudo realizado por Fonseca (2019) que bem retrata as vantagens e desvantagens do uso do método construtivo objeto do presente artigo. O autor utilizou como parâmetro os custos e tempo de execução das paredes. Notou-se economia do sistema para o sistema de alvenaria em blocos cerâmicos, o que foi visto com bastante vantagem por quem custeou a obra. Outro ponto de suma importância foi o tempo de execução e a mão de obra com baixo custo foram fatores vantajosos também. O autor reforçou a ideia de que é necessário correto manuseio e

manutenção das fôrmas metálicas para evitar-se problemas com alinhamento e desaprumo das paredes que podem prejudicar as etapas de acabamento posteriores.

Ressaltou o reaproveitamento das fôrmas para novos empreendimentos e concluiu que o método se demonstrou bastante eficiente e prático, representa uma ótima alternativa para as construtoras que desejarem construções em larga escala de forma prática e em um curto prazo de tempo, sem perder a qualidade do produto final e gerando menos resíduos de construção.

Após a análise de todos os estudos mencionados anteriormente, chegou-se a um denominador comum quanto às causas das manifestações patológicas: falha na execução e produtos de má qualidade.

## **4 METODOLOGIA**

Neste capítulo será abordado a respeito do empreendimento escolhido para a análise, como era a execução do mesmo e o levantamento das manifestações patológicas. Assim, serão detalhados o empreendimento analisado, os processos e as técnicas realizadas pela construtora, sendo a obra em questão a primeira obra desse sistema construtivo realizada pela construtora.

### **4.1 Empreendimento analisado**

O empreendimento analisado neste trabalho é localizado na cidade de Biguaçu. O empreendimento conta com três torres de 10 pavimentos, sendo o total de 232 apartamentos com 49m<sup>2</sup> de área privativa cada. O empreendimento conta também com salão de festas, piscina, sala de jogos e bicicletário. A equipe da execução é composta por engenheiros, estagiários, armadores, eletricitas, pedreiros, serventes e montadores de forma, sendo os últimos terceirizados. O período para entrega da obra foi estimado em aproximadamente dezoito meses.

O sistema utilizado foi paredes moldadas de concreto com fôrmas de alumínio, diferente dos métodos convencionais de alvenaria. O método construtivo será detalhado no item 4.2.

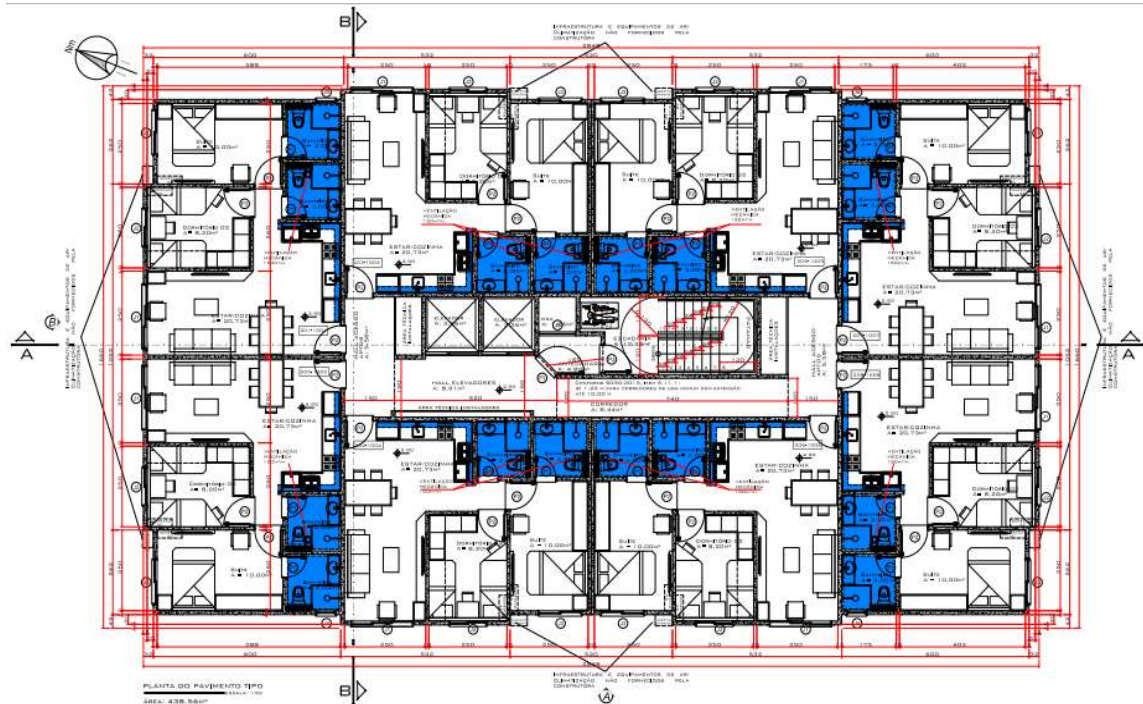
Na Figura 1 apresenta um esquema em 3D de uma torre do empreendimento e na Figura 2 a planta baixa do pavimento tipo.

Figura 1 – Esquema em 3D da torre 1



Fonte: Autor (2022).

Figura 2 – Planta baixa do pavimento



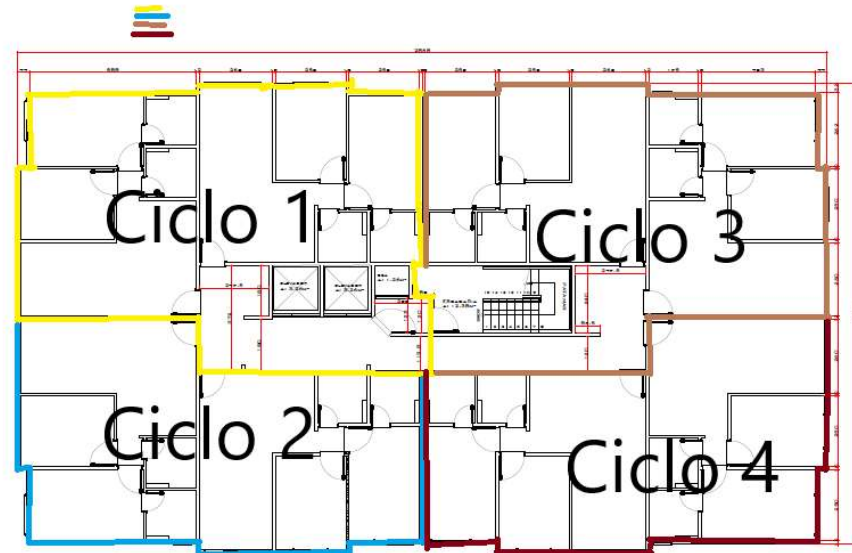
Fonte: Autor (2022).

#### 4.2 Método executivo utilizado pela construtora

Primeiramente será descrito o método executivo utilizado pela construtora que são paredes de concreto. Devido a área de cada pavimento tipo de 470m<sup>2</sup>, a concretagem do pavimento foi estipulada pela construtora que seriam divididas em quatro ciclos. Desse modo, o pavimento era composto por dois ciclos maiores e dois menores (dois de 135m<sup>2</sup> e dois de 100m<sup>2</sup>), sendo cada ciclo concretado de uma única vez.

Na Figura 3 apresenta os ciclos de concretagem utilizados pela construtora do pavimento tipo.

Figura 3 – Ciclos de concretagem utilizados pela construtora do pavimento tipo.



Fonte: Autor (2022).

Os ciclos foram estipulados em relação à marcação dos locais das formas, da armação das paredes e, das esperas das instalações elétricas, como caixas de passagem e eletrodutos. Após essa etapa, eram realizadas as montagens das formas, cuja função é moldar e auxiliar na concretagem das paredes. Em seguida da montagem das formas da parede, era executado as formas da laje. Após montada a forma da laje, era realizada a armação e esperas elétricas da laje. Após concluída essa etapa, é feita a concretagem de um ciclo, sendo parede e lado correspondente a um ciclo, conforme imagem acima. Cada ciclo é concretado de forma independente, sendo assim, após haver resistência mínima do concreto em doze horas para poder retirar as formas, é montado o próximo ciclo. Após concretados os quatro ciclos de um pavimento, começam os ciclos do pavimento seguinte.

Na obra em questão foi constatado que eram realizados no máximo, um ciclo por dia, sendo assim, um pavimento por semana e no último dia era feito a limpeza da obra e das formas.

O concreto utilizado na obra era um concreto dosado em central autoadensável e especificado para permitir uma desforma total em doze horas. Para isso o concreto tinha que ter resistência mínima de 3MPa nesse período. O FCK do concreto é 30MPa. A partir de atingida essa resistência era possível o deslocamento das formas para a montagem do outro ciclo.

O controle tecnológico tem extrema importância para o sistema construtivo. Para isso, ao chegar na obra para a concretagem, os caminhões betoneira eram dosados com aditivo e realizada a mistura com o concreto. Também era realizado o ensaio de consistência do abatimento do tronco de cone do concreto, chamado "*slump test*". Após o "*slump test*", sempre era armazenado amostras do concreto em corpos de prova para o posterior rompimento e verificação da resistência à compressão.

Durante a concretagem eram utilizados para o bombeamento 'caminhão bomba' para as primeiras lajes, com o objetivo de bombear concreto para a laje. A concretagem só era realizada quando se apresentavam na obra uma quantidade de caminhões betoneira mínima, correspondendo a 70% do volume total de concreto, para que não ocorresse a interrupção na concretagem sem que a ela fosse finalizada. Uma interrupção poderia gerar juntas nas lajes e nas paredes devido a diferentes tempos de lançamentos dos concretos de diferentes caminhões betoneiras, nos quais haviam sido dosados para esse fim.

A cura do concreto era realizada com produto químico das paredes com pulverizadores para garantir resistência à compressão e aparência desejadas após a concretagem de cada ciclo. É importante mencionar também que era realizada a cura das lajes com ciclos de molhagem na mesma periodicamente após a concretagem até atingir a cura desejada.

O sistema construtivo do empreendimento só se diferenciava na construção da caixa d'água, que foi realizada com formas de caixaria por não ser possível a adaptação das formas utilizadas no resto da obra. Cabe ressaltar que o primeiro pavimento da torre 3 foi realizado em concreto armado (pilar e vigas) com alvenaria convencional, pois nesse caso se localizam o salão de festas e sala de jogos, e devido a uma distribuição diferente das cargas, não foi possível a adaptação das formas para esse processo construtivo.

### **4.3 Identificação e diagnóstico das manifestações patológicas na obra**

O acompanhamento em campo da execução das paredes de concreto dos pavimentos do empreendimento, foi verificado desde a montagem das armações e das instalações até a desforma do mesmo pavimento, a fim de analisar a sistemática adotada pela obra.

A execução foi acompanhada entre os dias 11 de fevereiro de 2022 e 07 de julho de 2022. Nesta etapa, foram identificados que o ciclo de concretagens (descrito no item 3.2) estava sendo realizada em 24 horas, ou seja, todo dia era concretado um pavimento da obra. Assim, foi definido que seriam utilizados os dados de rastreabilidade do concreto, bem como as Fichas de Inspeção de Serviço (FIS) e diário de obras, preenchidos pela própria obra como fonte de dados analíticos para o estudo.

A partir dos dados obtidos e observações realizadas pela inspeção da estrutura (após a desforma) com registro fotográfico, foram realizadas uma tabulação e uma organização das informações de forma a verificar os itens com não conformidade. Todos os dados obtidos foram analisados e para cada item de avaliação foram identificadas as possíveis manifestações patológicas e as falhas associadas à sua ocorrência (causas) e qual seria uma forma de mitigar essas ocorrências com sugestões.

Após a identificação dos itens com manifestações patológicas, serão classificadas em grupos e serão indicadas ações para melhoria do sistema construtivo. Nesse sentido, será analisada também a causa associada ao próprio procedimento de execução do serviço.

A fim de identificar as falhas da própria Fichas de Inspeção de Serviço (FIS) e do procedimento de execução do serviço, foi feita também uma análise inversa das manifestações patológicas, identificando a partir dos itens identificados e as tolerâncias permitidas pela empresa conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Itens analisados após a concretagem

<b>N</b>	<b>Itens analisados</b>	<b>Tolerâncias</b>
1	Distribuição das caixas elétricas	± 50 mm
2	Fixação das caixas elétricas	Devem estar bem travadas nas armações
3	Distribuição das mangueiras elétricas	± 50 mm
4	Bicheira na laje ou parede	Não deve ocorrer
5	Dilatação da laje de cobertura aparente	Não deve ocorrer
6	Falta de acabamento na laje	Não deve ocorrer
7	Espaçadores aparentes após concretagem	Não deve ocorrer
08	Esperas de água fria tortas	Não deve ocorrer
09	Rebarba de concreto no teto	Não deve ocorrer
10	Deslocamento da forma na concretagem	Não deve ocorrer
11	Parede fora de régua e/ou prumo	+ - 5mm
12	Forma da laje danificada	Não deve ocorrer
13	Dente na junta entre os pavimentos	Não deve ocorrer
14	Emenda de concretagem	Não deve ocorrer
15	Portas que não batem altura	Não deve ocorrer
16	Fissura na parede	Não deve ocorrer

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após análise da literatura, pesquisas e da obra propriamente dita, foi realizado um levantamento de todas as manifestações patológicas e realizado apontamentos sobre as causas, soluções dos problemas encontrados e comparação com a literatura, conforme apresentado a seguir.

## 5.1 Manifestações patológicas observadas na obra

Para apresentação das manifestações patológicas observadas foram divididas em cinco grupos: defeitos superficiais - falhas de concretagem, utilização incorreta de espaçadores e amarração incorreta de eletrodutos, falta de travamento e defeito nas formas, fissuras.

Durante o estudo da obra, notou-se em maior quantidade de manifestações patológicas foram o surgimento de bicheiras, tidas como falhas de concretagens e eletrodutos aparentes com a mesma frequência. As manifestações patológicas menos diagnosticadas foram os defeitos das formas e problemas na montagem.

### 5.1.1 Defeitos Superficiais - Falhas de Concretagem

Uma das manifestações patológicas mais encontradas foram defeitos superficiais conhecidos como “bicheiras”, conforme apresentados nas Figura 4, Figura 5 e Figura 6.

Figura 4 – Defeito superficial encontro de piso e parede: a) “bicheira” na emenda de forma e no meio de parede - e b) “bicheira” no encontro de parede.



(a)



(b)

Fonte: O autor (2022)

Figura 5 – Defeito superficial encontro de teto e parede: a) “bicheira” na escada e b) “bicheira” no encontro de laje e parede.



Fonte: O autor (2022)

Figura 6 – Defeitos superficiais: a) “bicheira” no encontro laje e parede, b) “bicheira” no degrau da escada, c) “bicheira” no teto.



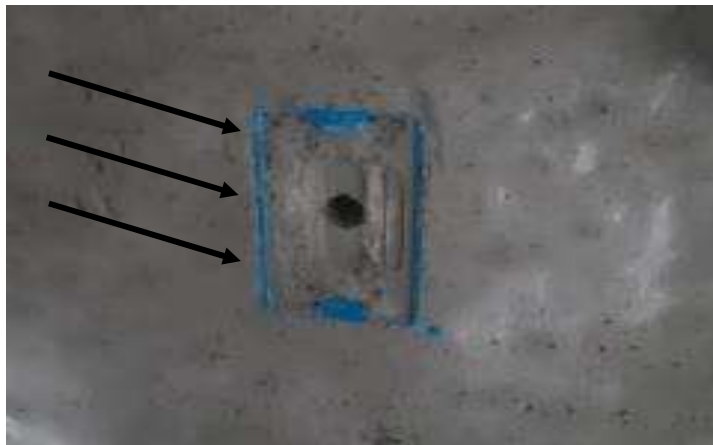
Fonte: O Autor (2022)

Uma possível causa do aparecimento de defeitos superficiais conhecidos como bicheira, Figura 4, Figura 5, e Figura 6 pode ser devido a consistência do

concreto não estar adequada, ou não ter sido lançado da forma correta. Como se utiliza o concreto autoadensável, e conseqüentemente não se vibra a estrutura, a consistência e lançamento do concreto tem suma importância. Uma das formas de prevenir a manifestação seria o maior controle concreto utilizado durante o processo. e como solução após seu surgimento deve-se preencher os espaços com material especial para recuperação estrutural.

A Figura 7 apresenta uma caixa de passagem que foi obstruída de concreto durante a concretagem.

Figura 7 - Caixa de passagem concretada.



Fonte: O autor (2022)

Nota-se que a manifestação patológica apresentada na Figura 7 ocorre possivelmente quando há obstrução das caixas de passagem elétrica durante a concretagem. Essa obstrução pode ocorrer por alguma perfuração ou corte no eletroduto próximo a caixa de passagem, possibilitando a passagem de concreto para o interior da caixa de passagem. Uma das soluções apontadas foi o rompimento e a substituição da caixa de passagem, bem como, a verificação se não há eletrodutos entupidos, dificultando posteriormente a passagem dos fios. Uma maneira de evitar essa manifestação poderia ser feito uma verificação antes da concretagem.

Para diminuir e evitar falhas no período de lançamento do concreto, Mitidieri, Souza e Barreiros (2012) recomendam a verificação das notas fiscais, quando o concreto for dosado em central, as características e os constituintes dos agregados, se estas estão de acordo com os solicitados nos projetos e; realização dos ensaios de controle tecnológico, realizado por tecnólogo em concreto, para a

verificação das propriedades (consistência e resistência) do concreto que está sendo lançado na obra, se o mesmo está de acordo com as especificações solicitadas pelo projetista. Esse ensaio é feito em cada concretagem.

O concreto autoadensável utilizado, conforme especificação da concreteira, aceita uma abertura de 70cm  $\pm$  5cm, de abertura máxima para que não haja interferência na resistência do concreto. Porém, mesmo dentro da variação permitida há uma grande diferença na fluidez do concreto.

No entanto, caso ocorra alta fluidez do concreto durante a concretagem, aliado a falta de fixação dos espaçadores, pode ocorrer a manifestação patológica apresentada na Figura 8. Neste caso, não houve maiores prejuízos, pois os espaçadores aparentes foram cobertos pelo contrapiso. Uma das soluções seria a fixação melhor os espaçadores e controlar a fluidez do concreto no lançamento na estrutura.

Figura 8 - Espaçadores aparentes na laje.



Fonte: O autor (2022)

Ainda em relação a defeitos superficiais, observa-se na Figura 9 uma rebarba de concreto encontrada na emenda entre laje e parede.

Figura 9 – Rebarba de concreto



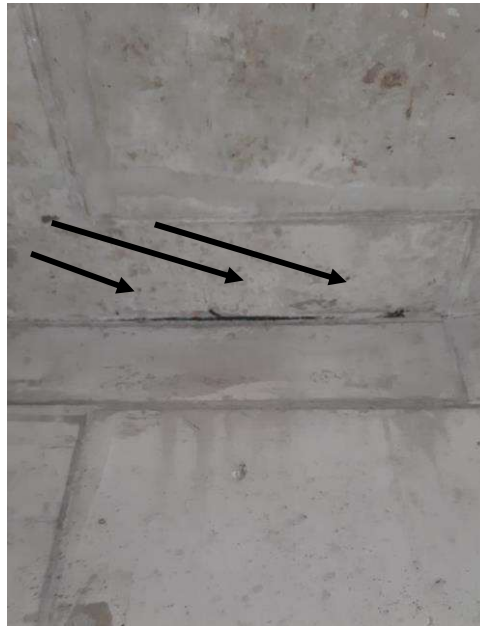
Fonte: O autor (2022)

A rebarba de concreto, observada na Figura 9, que possivelmente ocorreu em virtude da retirada das formas, devido a fuga de nata nas emendas. A manifestação patológica, pode ser removida de forma simples através de lixação, como foi realizado neste caso.

Essa manifestação poderia ter sido evitada com uma lubrificação melhor em pontos específicos da forma, principalmente nas emendas, onde teve aderência de concreto.

Observou-se também que a falta de limpeza das fôrmas pode influenciar nos defeitos superficiais. Provavelmente a falta e/ou deficiência do desmoldante são causas das manifestações patológicas conhecidas como rebarba de concreto, bem como o travamento incorreto que pode causar desalinhamento e falta de prumo das paredes de concreto.

Figura 10 – Dilatação aparente na junção parede-teto.

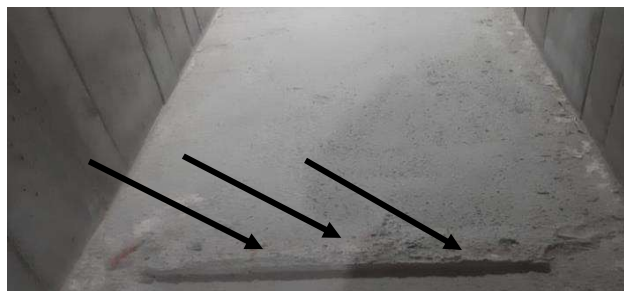


Fonte: O autor (2022)

Na Figura 10 apresenta uma dilatação do décimo pavimento da torre 2, com a laje de cobertura. Neste caso, a utilização de rodapés resolveu esteticamente. Uma das possíveis soluções seria melhorar o acabamento no material de dilatação no momento da colocação, para que após concretagem ele não ficasse aparente.

Na Figura 11 foi observada uma irregularidade na superfície da laje com um aumento do volume de concreto devido a sobra de concreto na laje. O desnível observado foi causado por sobra do material na emenda de ciclos na hora da concretagem. Nesse caso, para retirar a sobra de concreto foi executado o rompimento da sobra de material e depois realizado o processo de lixagem para nivelar a laje de forma uniforme. Uma das soluções possíveis seria nivelar com a régua de alumínio o concreto nessa área para ter um melhor acabamento.

Figura 11 - Irregularidade na superfície da laje em função da sobra de concreto na laje

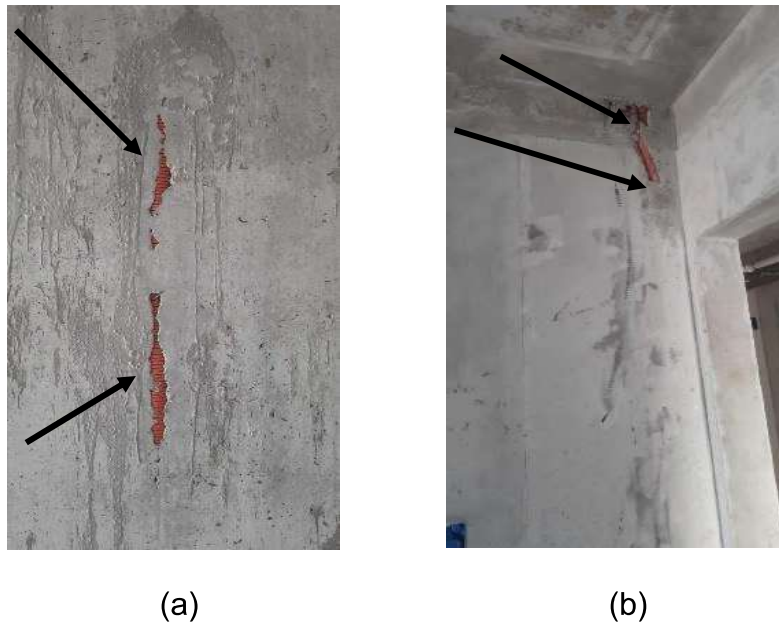


Fonte: O autor (2022)

### 5.1.2 Utilização incorreta de espaçadores e amarração incorreta de eletrodutos

Os eletrodutos aparentes, mesmo após concretagem, normalmente são causados por falta de cobrimento de concreto. Em função da presença de contrapiso, essa manifestação patológica, apresentada nas Figura 12 e Figura 13, foi amenizada. Uma das formas de prevenção, seria analisar a compatibilização de projeto, de maneira a distribuir melhor os eletrodutos, ou aumentar o cobrimento ou buscando outras soluções de maneira que os eletrodutos fiquem completamente envelopados.

Figura 12 – Eletroduto aparente na parede no item “a” e “b”.



Fonte: O Autor ( 2022)

Essa manifestação patológica (Figura 12 e 13) também foi observada por França (2020), durante a etapa de desforma. O autor observou que os eletrodutos também ficaram aparentes devido a falha no cobrimento de concreto, sendo totalmente insuficientes em quantidade para cobrir totalmente as tubulações. Quanto aos eletrodutos aparentes, o autor indicou que foram eles preenchidos com concreto produzido na própria obra, buscando envelopar os eletrodutos.

Figura 13 – Eletroduto aparente na laje, item “a” e “b”.



(a)

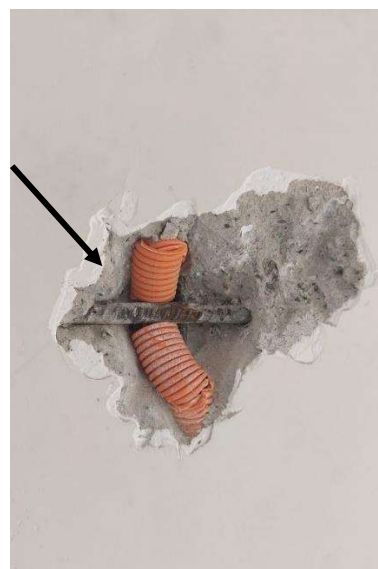
(b)

Fonte: O Autor ( 2022)

No empreendimento, conforme observa-se na Figura 13, os eletrodutos aparentes na laje ocorreram com maior frequência se comparado às outras manifestações patológicas.

Na Figura 14, observa-se o eletroduto danificado pela armação da parede, causada na hora de montar as formas da parede.

Figura 14 - Eletroduto danificado.

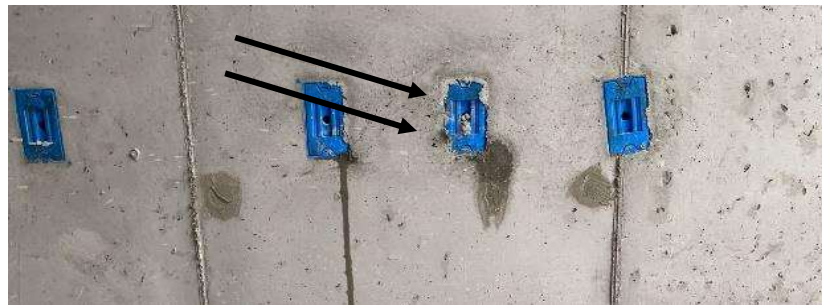


Fonte: O autor (2022)

Nota-se na Figura 14 que o eletroduto foi possivelmente danificado pelo travamento inadequado das formas. Neste caso para resolver essa manifestação patológica, deve-se quebrar uma parte da parede e executar outro caminho para a passagem do eletroduto, posteriormente deve ser concretado o local. Normalmente as formas são fixas e uma das soluções possíveis seria que o montador da forma comunicasse ao eletricista de que o eletroduto nessa posição seria danificado devido a sua deformação, desta maneira buscar-se-ia outra posição para o eletroduto chegar à caixa de passagem.

Na Figura 15 e Figura 16 observa-se a movimentação das caixas de passagem. A caixa de passagem elétrica indicada está torta se comparada as demais, possivelmente foi movimentada durante a concretagem devido à má fixação. Uma das soluções seria quebrar o local e refazer essa instalação da caixa de passagem e eletroduto. Uma das maneiras que poderia ser evitado esse problema seria realizando uma melhor amarração da caixa de passagem, além de um monitoramento adequado durante as fases de execução no momento da concretagem para verificar se a instalação estaria no local.

Figura 15 - Caixa de passagem elétrica torta.



Fonte: O Autor (2022)

Figura 16 - Caixa de passagem elétrica torta.



Fonte: O autor (2022)

Na figura 17, se apresenta uma leve fissura indicando o caminho do eletroduto na parede. Nessa fissura, indicada na Figura 17 possivelmente se deve a amarração incorreta do eletroduto, de forma que ficou muito próxima a superfície da parede, gerando uma fragilidade e conseqüentemente uma fissura. Uma das possíveis soluções foi fazer a recuperação com material flexível. Uma das maneiras de mitigar essa manifestação patológica seria a verificação momentos antes a concretagem.

Figura 17- Fissura em função da espessura do concreto ser muito pequena no cobrimento do eletroduto.



Fonte: O Autor (2022)

### 5.1.3 Juntas frias e emenda de concretagem

Outra manifestação patológica verificada foi as emendas de concretagem, conforme apresentado na Figura 18. Essa manifestação possivelmente foi causada em função do tempos de pega do concreto lançado pelo caminhões serem diferentes. A partir da observação da manifestação patológica, a empresa adotou uma inspeção para certificar que não teria problema de aderencia, fato que foi confirmado.

Uma das soluções para mitigar essa manifestação patológica é certificar-se de que não haja muita diferença de tempo de pega entre os caminhões de concreto, uma

vez que ao sair da usina o concreto possui “prazo de validade” de até duas horas e, o ideal é que se realize adequada vistoria do horário de emissão das notas fiscais. Uma das formas de minimizar essa manifestação patológica seria reunir cerca de 70% do volume total de concreto necessário para a concretagem, na obra, antes de iniciar o lançamento.

Figura 18 – Emenda de Concretagem: a) na parede, b) na Laje.



(a)

(b)

Fonte: O Autor ( 2022)

Também foi verificado uma junta fria causada pela emenda entre os ciclos de concretagem, conforme apresentado na Figura 19.

A junta fria decorre da união de diferentes concretagens uma vez que o empreendimento possui apenas formas para um único ciclo de concretagem, as juntas de diferentes concretagens da mesma laje se tornam aparentes.

Figura 19 – Junta fria pela emenda entre ciclos de concretagem.



Fonte: O Autor ( 2022)

Essa manifestação patológica, indicada pela Figura 19, não teria como ser evitada, uma vez que é necessário acontecer caso não se tenha o jogo de forma para concretar uma laje inteira. Neste caso, deveria apenas ser analisado se a aderência entre os concretos lançados em momentos diferentes está como esperado.

#### **5.1.4 Falta de Travamento e defeito nas formas**

Uma das verificações importantes no sistema de parede de concreto é o alinhamento das formas entre elas e entre os pavimentos. O desalinhamento da forma pela falta de encaixe adequado entre pavimentos, pode ser ocasionado pela deficiência na hora de encaixar as formas na marcação da laje, conforme apresentado na Figura 20. Neste caso, a solução adotada foi o preenchimento de concreto faltante no local, e em outros locais lixando o excesso. Uma maneira de minimizar essa manifestação patológica seria a conferência na marcação, através de conferência de medidas do projeto e da obra propriamente dita para que não ocorra a falta de encaixe com a fixação e travamento correta das formas. Apesar de ter sido encontrada no empreendimento, não foram volumosas ou significativas, não gerando maiores ou importantes prejuízos.

Figura 20 - Desalinhamento das paredes entre pavimentos.



Fonte: O autor (2022)

Na Figura 21, apresenta um vão de uma porta que não atingiu a altura necessária. Isso provavelmente ocorreu, pois a forma da laje ficou com uma pequena diferença de nível, e como as formas possuem uma medida pré-estabelecida, a porta ficou levemente abaixo do nível desejado. Uma das soluções adotadas foi lixar a parte superior da porta. Essa manifestação patológica poderia ser evitada com uma conferência prévia do nivelamento da laje, momento este anterior à concretagem das formas da laje.

Figura 21 – Vão de uma porta com altura inadequada.



Fonte: O autor (2022)

Outro problema com as formas pode ser observado na Figura 22, na qual a parede estava com deformação visível. Possivelmente essa manifestação patológica foi causada devido a imperfeição na forma. Uma das soluções seria a lixação da deformidade e preenchimento com material estrutural onde se faz necessário. Uma das maneiras de prevenção seria novamente a realização de uma avaliação do travamento adequado da forma antes de utilizá-la.

Figura 22 - Parede com deformação.



Fonte: O autor (2022)

Outra questão sobre as formas são os complementos da forma para embutir o hidrossanitário na parede que são de suma importância para a agilidade e funcionalidade do sistema construtivo, porém deve-se tomar cuidado na instalação correta para garantir o posicionamento ideal das formas. Caso isso não seja observado pode ocorrer que o encanamento para embutir água fria ficaram levemente deslocadas conforme apresentado na Figura 23. Uma solução possível é posicioná-la corretamente através de um pequeno corte na parede. Uma das formas de prevenção seria o travamento correto da forma e monitoramento antes da concretagem.

Figura 23 – Forma deslocada.



Fonte: O autor (2022)

Na figura 24, a forma deslocada para baixo, devido a travamento incorreto das formas. A solução encontrada foi nivelar o acabamento, quando encontrada pouca diferença, e lixado onde foi mais acentuado. Nesse caso, essa manifestação patológica não possui prejuízo estrutural, apenas dificulta o acabamento e desperdiça uma quantidade maior de concreto. Uma das soluções seria realizar uma fiscalização anterior a concretagem, conferindo todos os travamentos.

Figura 24 – Forma deslocada: a) na laje, b) na parede.



(a)



(b)

Fonte: O autor (2022)

A Figura 25 apresenta o vão para o esquadro da janela fora de nível devido a uma deformidade na forma. Uma das soluções seria a correção dessa deformidade no contramarco. Uma prevenção possível seria a manutenção da forma e anterior conferência.

Figura 25 – Vão para a esquadro da janela fora de nível



Fonte: O autor (2022)

As manifestações patológicas observadas por Mitidieri, Souza e Barreiros (2012) destacaram como patologias o vazamento de concreto das fôrmas, abaulamento das paredes, ferragens aparentes, instalações aparentes e paredes em desaprumo. Os autores por sua vez, recomendaram como forma de evitar esses equívocos, o correto posicionamento das fôrmas, buscando anular as excentricidades delas; o travamento e fixação dos painéis das fôrmas de maneira adequada, para não gerar deformações e deslocamentos durante a concretagem; adequado posicionamento das armaduras e das instalações, garantindo que tenham o cobrimento correto, e que no ato da concretagem, a massa possa ter o caminho livre para passar e preencher todos os espaços uniformemente.

Outra questão a respeito da forma é apresentada na Figura 26 onde uma parede que ficou fora de prumo, provavelmente causado por falta de travamento ou travamento incorreto das formas antes da concretagem. Este caso foi solucionado aumentando a camada de argamassa colante no momento de colocação da placa

cerâmica. Uma forma de mitigação seria a fiscalização através de acompanhamento do processo de execução antes do momento de concretagem.

Figura 26 – Parede fora de prumo.



Fonte: O Autor (2022)

Na figura 27, a manifestação patológica encontrada foi a parede fora de alinhamento. E, esse desalinhamento ocorreu a união entre os ciclos de concretagem. A solução realizada foi o seu preenchimento com uma camada fina de argamassa colante já realizando a colocação das placas cerâmica em seguida. Uma das soluções possíveis para evitar essa manifestação patológica seria o acompanhamento presencial da obra buscando conferir o alinhamento e travamento da forma dessa parede.

Figura 27 – Parede fora de alinhamento.



Fonte: O Autor (2022)

Já no caso abordado pela Figura 28, o defeito foi na forma, a qual apresenta uma bolha observado antes da concretagem. Caso isso não fosse consertado, poderia causar defeitos na parte inferior da laje após a desforma. Neste caso, por antecipação, a forma foi substituída e não apresentou nenhuma manifestação patológica.

Figura 28 – Defeito na forma da laje verificado antes da concretagem



Fonte: O Autor (2022)

Na Figura 29 exemplifica uma forma que não foi feita o travamento completo para a concretagem. Como foi visto fiscalizando através do acompanhamento presencial da obra antes da concretagem, a situação foi resolvida travando a forma corretamente.

Figura 29 – Forma com travamento incompleto



Fonte: O Autor (2022)

### 5.1.5 Fissuras

Também foram observadas fissuras de 90° conforme Figura 30.

Figura 30 - Fissura 90°: a) no canto superior esquerdo da porta, b) no canto superior direito da porta.



(a)

(b)

Fonte: O autor (2022)

Essas fissuras 90° graus nos cantos superiores de porta, observados na Figura 29 “a” e “b”, podem ser sido causadas por pequenas movimentações da estrutura. Neste caso foi realizada uma recuperação no momento do acabamento, com material flexível. O ideal seria que fosse adotado ao sistema de paredes de concreto alguns reforços nos cantos de portas e janelas já que nestes locais são gerados grandes esforços.

As fissuras de 90°, na parte superior da porta, não são observadas em grande quantidade, mas tendem a aparecer entre dois e dez dias após a retirada da forma, devido às primeiras movimentações da estrutura, mas após esse período se estabilizam e não se intensificam.

## **6 MEDIDAS MITIGADORAS E AÇÕES DE CONTROLE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS**

Após análise de todas as manifestações patológicas encontradas e das falhas de execução nas obras da construtora, observou-se algumas maneiras de mitigar alguns dos problemas encontrados, como se verá a seguir.

A utilização de concreto autoadensável é vista como fuga para o surgimento de manifestações patológicas pois a segregação, a não uniformidade do concreto e o concreto de má qualidade abaixo do contramarco são as principais falhas de execução encontradas nas obras, que se devem a problemas de lançamento e incorreta vibração do concreto.

O ideal seria evitar a utilização de concreto convencional para esse sistema construtivo, uma vez que aumenta muito as manifestações patológicas, principalmente defeitos superficiais e de falhas de concretagem, pois a falta de consistência do concreto e a dificuldade em sua vibração faz com que haja dificuldade de chegar em determinadas partes da parede e laje, fazendo com que a estrutura não fique devidamente uniforme e com acabamento desejado.

Alguns cuidados na montagem e travamento das fôrmas devem ser tomados, principalmente no momento de sua colocação, buscando minimizar os danos pós-obra, como cuidados com o prumo, nível, régua e esquadro buscando reduzir deformações e deslocamentos. A importância da limpeza das fôrmas com

regularidade se dá pois evita o acúmulo de concreto, que prejudica o encaixe dos painéis, ocasionando fuga de nata do concreto e abertura entre as placas, resultando em defeitos na estrutura.

A manutenção das fôrmas deve ser realizada após observadas irregularidades ou deformidades, tendo em vista que elementos defeituosos replicam os mesmos defeitos geométricos para todas as unidades habitacionais produzidas de forma recorrente. A interação e entrosamento entre a equipe de montagem das fôrmas com a equipe de manutenção deve ser realizada através de comunicação clara e bom treinamento, a fim de criar uma consciência conjunta de bons cuidados e utilização das fôrmas metálicas, através de treinamento adequado e minucioso das equipes.

Importante que ocorra adequada amarração das armaduras e elementos embutidos, pois a amarração das armaduras deve ser feita de maneira que, quando atingidas pelo concreto, não sejam deslocadas do seu local. A identificação de pontos críticos e recorrências na movimentação das armaduras deve ser realizada através de vistorias pelo responsável pela obra, a fim de evitar a replicação dos erros em unidades futuras, levando em consideração a repetitividade do processo.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Após análise da literatura, pesquisas e do empreendimento propriamente dito, foi realizado um levantamento das manifestações patológicas e formas de solução dos problemas encontrados. Vale lembrar que as manifestações patológicas não foram quantificadas, apenas apresentadas, solucionadas e mitigadas.

Os resultados encontrados foram manifestações patológicas que tiveram seu diagnóstico realizado logo após a desforma e que poderiam ser evitadas no processo de fiscalização durante a execução dos serviços, se fosse orientado adequadamente sobre as possíveis manifestações patológicas através de maior acompanhamento das obras pelo responsável técnico. Deste modo, observou a importância de realizar um levantamento das manifestações patológicas, como essas já realizadas, para diagnosticar os motivos e como poderiam ser evitadas.

Durante a etapa de identificação das manifestações patológicas foram encontrados defeitos superficiais na laje, nas paredes e escadas, falha de

concretagem, eletrodutos aparentes e danificados, má instalação de caixa de passagem, juntas frias, emendas de concretagem, travamento incorreto e defeito nas formas, e fissuras.

Foi observado que a manifestação patológica mais recorrente são as bicheiras, principalmente causadas por falta de fluidez de concreto no momento do lançamento na estrutura, e que as bicheiras que apresentam maior dificuldade de reparação são as que ficam embaixo de janelas.

As manifestações patológicas que resultam em eletroduto aparente, também foram mais frequentes, porém não apresentam muita dificuldade de reparação uma vez que em sua maioria são presentes na laje, e que com o contrapiso, são envelopadas. Não havendo no projeto a previsão do contrapiso, causaria maiores transtornos, gerando mais gastos e retrabalho.

As manifestações patológicas consideradas problemas de montagem e defeito das formas, não se apresentam em grande quantidade, porém, vão diminuindo a medida que a equipe fica mais treinada e habituada com todo o processo.

O método em questão possui incontáveis benefícios para a construção de empreendimentos habitacionais, porém, apenas se torna sucesso se seguido todas as recomendações mencionadas no estudo de caso, e principalmente conforme exposto no capítulo 6, ou seja, adotando todas as devidas precauções, já devidamente descritas no decorrer do presente trabalho, e mantendo boa qualidade na hora de compra dos materiais e principalmente no momento da execução. A atenção com a qualidade da linha de construção durante o processo de execução da obra deve ser minuciosa, para que manifestações patológicas sejam evitadas e que se reduza as possibilidades de transtornos para a construtora e os clientes.

Um controle maior durante a execução seria proposta em duas etapas onde existe maior incidência de falhas: na execução e na concretagem, objetivando diminuir a manifestação das patologias já encontradas no meio de construção. A redução das manifestações patológicas do método virá com a prática, ou seja, após identificar os erros, deve-se atentar para mitigar o seu aparecimento novamente, e principalmente através da obediência às normas regulamentadoras do sistema construtivo. Outro ponto importante é manter uma equipe de mão de obra unida e sempre qualificada, buscando excelência em cada obra entregue.

Percebe-se que quanto mais precoce forem descobertas as manifestações patológicas, maiores as possibilidades de reparação.

Mesmo um sistema bem desenvolvido, atual e tecnológico de construção vai depender em algum momento de força humana, unidas aos projetos, à matemática, aos cálculos, ocorre que o que envolve ação humana infelizmente também é suscetível à erros e percalços durante o processo. Somando conhecimento e prática obtém-se otimização de qualquer sistema.

**PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS OCCURRED DURING THE EXECUTION OF  
WORKS BY THE CONSTRUCTION SYSTEM OF CAST-IN-PLACE CONCRETE:  
CASE STUDY**

**ABSTRACT**

The large movement of people to urban regions in search for work, added to the financial crisis, generated a housing deficit, thus causing a movement in the civil construction sector to meet this demand. Therefore, the cast-in-place concrete wall system becomes of great interest for civil construction, being a system that is growing, considering the speed and industrialization of the construction modality. The case study in question was carried out through an analysis of pathological manifestations found in an enterprise located in Biguaçu/SC, where surface defects, apparent conduits, displaced forms, small cracks, among others were identified after the deforming, duly exposed during the work. For all pathological manifestations solutions and forms of prevention were pointed out. Mitigations were also indicated for their appearance.

Keywords: concrete - concrete walls - cast-in-place concrete

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). 2010. Disponível em <[http://www.abcp.org.br/conteudo/quem\\_somos/apresentacao/associacao-brasileira-de-cimento-portland](http://www.abcp.org.br/conteudo/quem_somos/apresentacao/associacao-brasileira-de-cimento-portland)> acesso em: 3 jul. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM; INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS. Paredes de concreto: coletânia de ativos 2008/2009. São Paulo, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM; INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS. Paredes de concreto: coletânia de ativos 2009/2010. São Paulo, 2010.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 16055. Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos. 2012.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 6120. Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. 2019.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 6118. Projeto e execução de obras de concreto armado. 2014.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 8681:Ações e segurança nas estruturas – Procedimento. 2003

ARÊAS, D. M. Descrição do Processo Construtivo de Parede de Concreto Para Obra de Baixo Padrão. 2013. 75. TCC – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2013.

ABESC; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM; INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS. Paredes de concreto: coletânea de ativos 2007/2008. São Paulo, 2008.

ARÊAS, Daniel Moraes. Descrição do Processo Construtivo de Parede de Concreto Para Obra de Baixo Padrão. 2013. 75. TCC – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2013.

BELÉM, V. C; Avaliação das patologias no sistema construtivo em paredes de concreto moldadas no local para habitações unifamiliares. Repositório: UEMA São Luiz/MA 2018. Disponível em: <https://repositorio.uema.br/handle/123456789/974>. Acesso em 01/07/2022

BITTENCOURT, P. R. A; PARANAÍBA, A. U; RORIZ, P. J. M. Manifestações patológicas em habitações de interesse social, feitas de paredes de concreto moldadas in loco. Repositório Puc Goiás. 2020. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/1246> . Acesso em: 03 de jul. de 2022.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Comunidade da Construção – Sistemas à base de concreto. 2022. Disponível em < <https://www.comunidadeconstrucao.com.br/> > Acesso em 02 de jul. de 2022.

CORRÊA, Julio Marcelino. Considerações Sobre Projeto e Execução de Edifícios em Paredes de Concreto Moldados In Loco. 2012. 75. TCC – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

CORSINI, Rodnei. Paredes Normatizadas. Revista Técnica. Jun .2012.

FRANÇA, R. G; Causas, diagnósticos e tratativas de patologias em parede de concreto: estudos de caso. Repositório UniEvangelica, Anápolis/GO. 2020.

Disponível em:  
[http://45.4.96.19/bitstream/aee/8679/1/TCC2%202019\\_1%20Ricardo.pdf](http://45.4.96.19/bitstream/aee/8679/1/TCC2%202019_1%20Ricardo.pdf). Acesso em 03 de jul. de 2022.

FONSECA, A. F. T; Estudo de caso sobre o método construtivo de paredes de concreto moldadas “in loco” em casas populares no município de Mossoró/RN. Repositório: UFERSA MOSSORÓ/RN 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/3528>. Acesso em: 30/06/2022.

GOVERNO FEDERAL. Gov.br, 2022. Disponível em <  
<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:2V6dFDyCpMEJ:https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/dados-revisados-do-deficit-habitacional-e-inadequacao-de-moradias-nortearao-politicas-publicas+&cd=4&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>> Acesso em: 03 de jul. de 2022.

MISURELLI, H.; MASSUDA, C. Como Construir Paredes de Concreto, Revista Técnica, Edição 147. Jun. 2009.

MARTINS, M. A.. Déficit Habitacional no Brasil: um Problema e Também uma Oportunidade. Disponível em: <https://engenharia360.com/deficit-habitacional-no-brasil/> . acessado em: 05 de abril de 2021

MIOTTO, D. Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de Pato Branco-PR. Monografia (Bacharelado em Especialização em Construção de Obras Públicas) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2010.

MOSONO. 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. Porto Alegre/RS: UFRGS, 2018.

Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/184713> > Acesso em:  
Acesso em: 03 de jul. de 2022.

OLIVEIRA, P. R; Levantamento das Manifestações patológicas – Estudo de caso de manifestações patológicas em condomínio de paredes de concreto moldadas in loco. Repositório: Unilasalle. Canoas-(RS). 2021 Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Cippus/article/view/8110>. Acesso em 03 de jul. de 2022.

PAREDES DE CONCRETO. Paredes de Concreto – Sistema Construtivo. 2022. Disponível em < <http://paredesdeconcreto.com.br/> > Acesso em 02 de jul. de 2022.

SOUZA, A. F; BADARÓ, W. A. Estudo das manifestações patológicas causadas por falhas operacionais em parede de concreto moldada in loco. Repositório IFG APARECIDA DE GOIÂNIA/GO 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/1046>. Acesso em: 02/03/2022