

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Mayara Pereira

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA  
EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL NA FASE DE EXECUÇÃO INICIANDO A  
FASE DE ACABAMENTOS – ESTUDO DE CASO**

Santa Maria, RS

2021

Mayara Pereira

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO  
RESIDENCIAL NA FASE DE EXECUÇÃO INICIANDO A FASE DE ACABAMENTOS  
– ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil, da  
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do  
título de **Engenheira Civil**.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Alberto Oss Vaghetti

Santa Maria, RS

2021  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho de conclusão de curso

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO  
RESIDENCIAL NA FASE DE EXECUÇÃO INICIANDO A FASE DE ACABAMENTOS  
– ESTUDO DE CASO**

Elaborado por  
**Mayara Pereira**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
Engenheira Civil

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Marcos Alberto Oss Vaghetti  
(Presidente, UFSM)

---

Prof. Dr. Marco Antônio Silva Pinheiro  
(Avaliador, UFSM)

---

Prof. Fernando Marcuzzo Dotto  
(Avaliador, UFSM)

**Santa Maria, 12 de fevereiro de 2021**

**AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por me manter firme de seguir meu propósito e permitir que eu chegasse até aqui.

A meu pai (*in memoriam*), que apesar de todas as dificuldades nunca deixou de acreditar em mim, sempre me dando motivação para continuar.

A minha mãe, que sempre que possível se fez presente nesta caminhada.

Aos meus amigos, Alex, Hélio, Bruna, Vanessa, Daiana, Paula e Andressa, pela força, conselhos, e todo apoio durante o meu período de formação.

Ao meu esposo Edson, por toda ajuda, motivação, compreensão e apoio em todos os momentos.

Ao meu filho Edgar, que foi minha maior motivação para seguir firme em busca de meu objetivo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Alberto Oss Vaghetti, pela paciência, pelos ensinamentos, durante a elaboração deste trabalho de conclusão de curso, o qual foi muito importante para minha formação profissional.

A todos os professores dos departamentos do Curso de Engenharia Civil, que de alguma forma contribuíram para a minha formação profissional.

Por fim, e não menos importante, agradeço à instituição Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), por todo conhecimento que me foi proporcionado.

## **RESUMO**

### **ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL NA FASE DE EXECUÇÃO INICIANDO A FASE DE ACABAMENTOS – ESTUDO DE CASO**

AUTORA: Mayara Pereira

ORIENTADOR: Marcos Alberto Oss Vaghetti

Nos dias atuais exigem-se cada vez mais qualidade e rapidez nos processos construtivos. Uma busca por estruturas seguras, que apresentem estética e conforto aos usuários. Para atingir tais objetivos, faz-se necessário uma boa elaboração de projeto, uma boa gestão de obra, um profissional qualificado que garanta a execução de acordo com o projeto, uma mão de obra qualificada, uso de materiais com padrão de qualidade, estas são medidas essenciais para que se obtenha um bom desempenho construtivo. Ciente disto, o presente trabalho, tem por objetivo, através da elaboração de um estudo de caso, abordar as principais falhas que podem ocorrer no processo de construção, a fim de estudar suas causas e problemas que estas podem gerar, pois uma vez tendo conhecimento da origem da patologia, torna-se mais fácil tomar uma medida preventiva a fim de evita-la.

O presente estudo proporcionou um maior conhecimento afim de saber reconhecer um problema patológico, e, associá-lo a sua possível causa. Possibilitando reconhecer sua origem, e analisar medidas preventivas ou corretivas de falhas construtivas.

Palavras-chave: estrutura, falhas construtivas, manifestações patológicas, diagnóstico.

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN A RESIDENTIAL BUILDING IN THE EXECUTION PHASE STARTING THE FINISHING PHASE - CASE STUDY**

AUTHOR: Mayara Pereira

ADVISOR: Marcos Alberto Oss Vaghetti

Nowadays, more and more quality and speed in construction processes are demanded. A search for safe structures that present stetic and comfort to users. To achieve these objectives, it is necessary to have a good project design, a good work management, a qualified professional who guarantees the execution according to the project, a qualified workforce, use of materials with quality standards, these are essential measures to obtain a good constructive performance. Aware of this, the present work aims, through the elaboration of a case study, to address the main flaws that may occur in the construction process, in order to study their causes and problems that they can generate, since once having knowledge of the origin of the pathology, it becomes easier to take a preventive measure in order to avoid it.

The present study provided greater knowledge in order to know how to recognize a pathological problem, and to associate it with its possible cause. Making it possible to recognize its origin, and to analyze preventive or corrective measures of constructive failures.

Keywords: structure, constructive failures, pathological manifestations, diagnosis.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Procedimento de avaliação de desempenho.....	14
FIGURA 2: Gráfico das principais causas de patologias no Brasil .....	17
FIGURA 3: Mudança de posição de armadura .....	20
FIGURA 4: Forma correta de como armazenar cimento.....	22
FIGURA 5: Relação entre os índices de vazios e a resistência do concreto ....	23
FIGURA 6: Rompimento estrutural por falta de escoras.....	26
FIGURA 7: Prumo em paredes de alvenaria .....	26
FIGURA 8: Erro de espaçamento e armadura fora de posição .....	27
FIGURA 9: Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal.....	28
FIGURA 10: Cobrimento insuficiente.....	28
FIGURA 11: Corrosão de armaduras .....	29
FIGURA 12: Deslocamento de reboco.....	30
FIGURA 13: Fissura por variação de temperatura.....	31
FIGURA 14: Fissura por retração hidráulica .....	31
FIGURA 15: Fissura por cisalhamento .....	32
FIGURA 16: Vazios de concretagem em lance das escadas .....	35
FIGURA 17: Armadura exposta em pilar .....	36
FIGURA 18: Eletroduto entupido .....	37
FIGURA 19: Eletroduto rompido.....	37
FIGURA 20: Desalinhamento de viga.....	38
FIGURA 21: Fissuras em uma parede.....	39
FIGURA 22: Deslocamento de placas cerâmicas.....	40
FIGURA 23: Deslocamento de reboco no teto.....	40
FIGURA 24: Reboco externo espesso.....	41
FIGURA 25: Desaprumo em parede na parte externa.....	42
FIGURA 26: Infiltração no subsolo .....	43
FIGURA 27: Viga perfurada para passagem de canalização .....	44
FIGURA 28: Armazenamento inadequado de materiais.....	45
FIGURA 29: Embalagens de materiais danificadas.....	45
FIGURA 30: Deficiência em verga em vão de esquadria.....	46
FIGURA 31: Fissura à 45° em vão de esquadria .....	47

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	11
1.1	Objetivos .....	11
1.1.1	Objetivo Geral .....	11
1.1.2	Objetivos Específicos .....	11
1.2	Justificativa.....	12
1.3	Estrutura do trabalho.....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1	CONCEITOS BÁSICOS DAS EDIFICAÇÕES .....	13
2.1.1	Desempenho.....	13
2.1.2	Durabilidade e vida útil.....	14
2.1.3	Manutenção .....	15
2.2	PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES .....	16
2.2.1	Manifestação patológica .....	16
2.2.2	Fase da concepção.....	17
2.2.3	Fase da execução.....	18
2.2.4	Fase da utilização .....	19
2.3	CAUSAS E MEDIDAS PREVENTIVAS NA EXECUÇÃO.....	19
2.3.1	Montagem de fôrmas e escoramentos.....	19
2.3.2	Montagem das armaduras .....	20
2.3.3	Instalações .....	21
2.3.4	Mistura do concreto.....	22
2.3.5	Transporte.....	22
2.3.6	Lançamento .....	23
2.3.7	Adensamento.....	23

2.3.8	Cura .....	24
2.3.9	Desforma e remoção dos escoramentos .....	24
2.3.10	Existência de controle de qualidade.....	25
2.4	TIPOS DE PATOLOGIAS MAIS FREQUENTES DEVIDO A MÁ EXECUÇÃO EM UMA OBRA.....	25
2.4.1	Deformação e/ou rompimento de elemento estrutural .....	25
2.4.2	Desaprumo.....	26
2.4.3	Deficiência em armaduras .....	27
2.4.4	Cobrimento.....	27
2.4.5	Corrosão .....	28
2.4.6	Desplacamento do revestimento.....	29
2.4.7	Fissuras .....	30
2.5	DIAGNÓSTICO E prognóstico .....	32
2.5.1	Prognóstico .....	32
3	METODOLOGIA .....	33
4	ESTUDO DE CASO .....	33
4.1	A obra .....	33
5	LEVANTAMENTO E ANÁLISE DAS PATOLOGIAS .....	34
5.1	Segregação do concreto em elementos estruturais .....	34
5.2	Armaduras expostas .....	35
5.3	Entupimento e/ou rompimento de eletrodutos.....	36
5.4	Desalinhamento estrutural .....	37
5.5	Fissuras.....	38
5.6	Desplacamento de cerâmicas .....	39
5.7	Desplacamento do reboco no teto .....	40
5.8	Reboco externo muito espesso.....	41
5.9	Desaprumo.....	41

5.10	Infiltração nas paredes do subsolo.....	42
5.11	Perfuração em vigas para passagem do hidrossanitário .....	43
5.12	Armazenamento inadequado de materiais.....	44
5.13	Fissura à 45° em esquadrias.....	46
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	48
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49

## 1 INTRODUÇÃO

Entende-se por patologia das construções a ciência que estuda as causas, mecanismos de ocorrência, manifestações e consequências de erros nas construções civis ou em situações em que uma edificação não apresenta um desempenho mínimo preestabelecido.

Em um processo de construção de uma edificação, pode-se dividir em três etapas principais as quais podem ocorrer erros, levando a incidência de problemas patológicos em uma edificação, sendo elas: planejamento/projetos, execução e uso (manutenção e operação). O nível de controle de qualidade de cada etapa e a compatibilidade entre elas estão relacionados com o número de problemas patológicos que podem vir a ocorrer. Assim, se um problema tiver origem no projeto, o projetista falhou, se um problema tiver início na fase da execução, a falha pode ser de mão-de-obra não qualificada ou a falta de uma fiscalização de um responsável técnico, e, se o problema tiver início na etapa de utilização, a falha se dá ao uso inadequado ou falta de manutenções.

Dessa forma, faz-se importante estudar as causas de problemas patológicos, para que seja possível reconhecer uma patologia em seu estado inicial ou saber adotar medidas preventivas para que problemas patológicos não ocorram em uma construção, portanto, um diagnóstico adequado possibilita identificar em qual etapa do processo estaria a origem dos problemas, permitindo-se, assim, apontar possíveis soluções de reparos, para que a edificação tenha um melhor desempenho.

### 1.1 OBJETIVOS

#### 1.1.1 *Objetivo Geral*

Este trabalho tem como objetivo geral analisar as principais manifestações patológicas que se mostraram presentes durante o processo de execução com início da fase de acabamentos, em um edifício residencial localizado na cidade de Santa Maria – Rio Grande do Sul.

#### 1.1.2 *Objetivos Específicos*

Para alcançar o objetivo principal do trabalho, definem-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Coletar dados através de inspeções visuais no local identificando as principais manifestações patológicas;
- b) Fazer um breve diagnóstico da situação visando relacionar as manifestações patológicas e suas possíveis causas.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

As patologias das edificações não acontecem de forma isolada e sem motivo. Geralmente têm origem relacionada a algum erro cometido em ao menos uma das fases do processo de concepção de uma edificação, sendo importante o conhecimento da origem do problema e o histórico da construção para que se possa apontar em que fase do processo aconteceu o erro que veio a gerar determinado problema patológico (HELENE, 1992).

Ao analisar vários erros encontrados na execução da obra utilizada para estudo de caso deste trabalho, fez-se importante expor tais problemas, para que os mesmos possam ser evitados, promovendo assim uma durabilidade e qualidade das edificações.

Contudo, nem todos os problemas patológicos se dão por falhas de concepção ou inexistência de programas de controle de qualidade. Pode-se dizer que muitas das manifestações ocorrem pelo uso inadequado e falta de manutenção da edificação. Para tanto, a criação de normas técnicas auxilia na formatação de documentos como manuais de uso, utilização e manutenção, auxiliando usuários e o público leigo na realização de manutenção preventiva para a não ocorrência de problemas patológicos futuros decorrentes deste fator (DAL MOLIN, 1988).

Diante disto, é importante saber reconhecer essas manifestações patológicas, identificando as possíveis causas e em que momento houve a ocorrência dessas manifestações e propor soluções viáveis, para tentar-se evitar ao máximo que tais problemas ocorram em edificações futuras, sempre com o intuito de melhorar a qualidade e desempenho das estruturas.

O tema foi escolhido por problemas de ordem patológica ainda serem comuns na construção civil, tais problemas que acabam afetando a estrutura, vida útil, conforto e estética nas edificações. Então, é de suma importância estudar as causas de tais problemas, para tentar evitá-los ao máximo ao se executar uma obra futura.

### **1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO**

No capítulo 1, é apresentada introdução, objetivo geral, objetivos específicos e justificativa.

O capítulo 2, apresenta uma revisão bibliográfica abordando conceitos básicos de desempenho de edificações, e uma abordagem dos principais erros cometidos nas principais etapas de um projeto, sendo elas: concepção, execução e utilização, incluindo algumas patologias mais recorrentes na fase de execução.

O capítulo 3, apresenta uma breve abordagem sobre diagnóstico e prognóstico de problemas de ordem patológica em edificações.

No capítulo 4, aborda a metodologia utilizada para elaboração deste trabalho.

No capítulo 5, apresenta detalhes sobre o estudo de caso que deu origem ao presente trabalho.

No capítulo 6, mostra o levantamento realizado das patologias na obra, apontando suas possíveis causas, e quando viável, possíveis soluções.

No capítulo 7, aborda as considerações finais obtidas após conclusão do trabalho.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

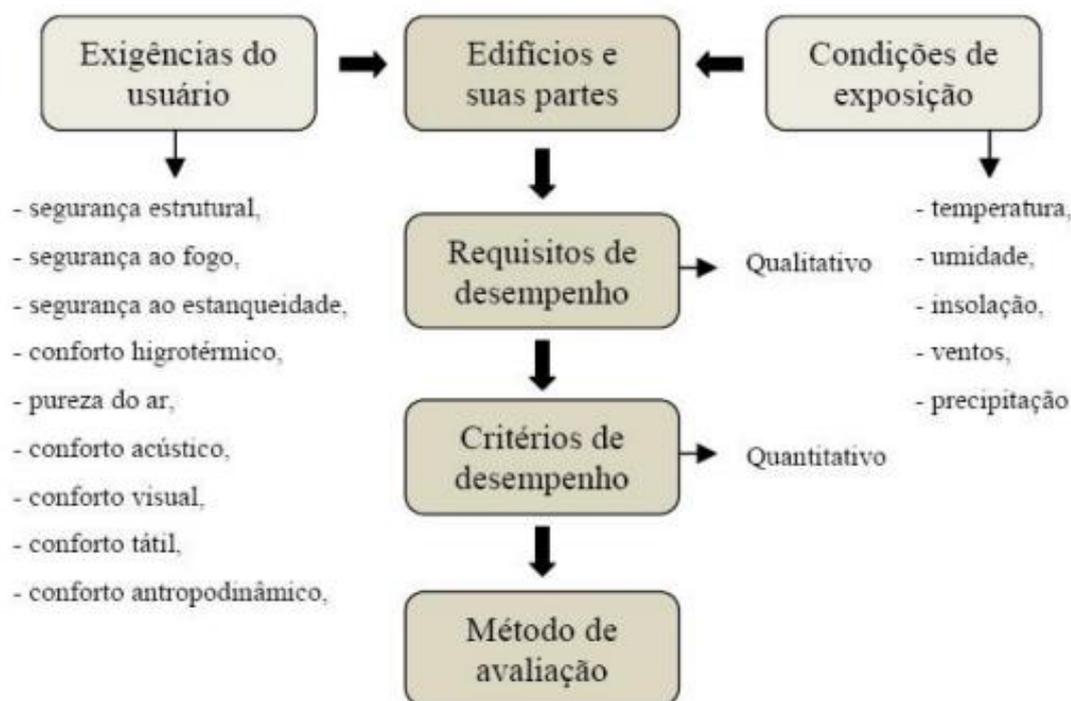
### **2.1 CONCEITOS BÁSICOS DAS EDIFICAÇÕES**

#### *2.1.1 Desempenho*

A NBR 5674 (ABNT, 2012) define desempenho como a capacidade de atendimento das necessidades dos usuários da edificação. De maneira mais abrangente, desempenho em edificações pode ser interpretado como a maneira através da qual uma edificação se comporta em todas as etapas de seu ciclo de vida. A maior dificuldade relativa ao conceito de desempenho no setor da construção civil é interpretar as necessidades dos usuários e traduzi-las em requisitos e critérios que possam ser mensurados dentro de determinadas condições de exposição e uso, e que sejam viáveis técnica e economicamente dentro da realidade de cada sociedade, região ou país (SANTOS FILHO, 2015).

O procedimento para avaliação de desempenho de uma edificação de uma maneira objetiva, segue o que mostra a figura 1. São avaliadas as exigências dos usuários, definindo os critérios a serem atendidos, avaliando-se também as condições a qual a edificação será exposta.

FIGURA 1: Procedimento de avaliação de desempenho



Fonte: Antunes (2010)

De uma forma mais geral, o desempenho de uma edificação consiste em atender os requisitos de segurança, durabilidade, conforto desde a concepção do projeto e ao longo da vida útil da estrutura, atendendo as expectativas dos usuários.

### 2.1.2 Durabilidade e vida útil

A concepção de uma construção durável é decorrente de um conjunto de decisões e procedimentos adotados nas fases preliminares do projeto, levados em conta desde o planejamento inicial. Tais decisões são as que garantem à estrutura e aos materiais um desempenho satisfatório durante sua vida útil. Parâmetros que definem um adequado sistema de qualidade e produção são os mesmos que definem a durabilidade do edifício (RIPPER; SOUZA, 1998 apud Zuchetti, 2016).

Toda edificação, tem um prazo de durabilidade, o qual denomina-se “vida útil”, que segundo a NBR 15575-1 (ABNT, 2013) é a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar satisfatoriamente suas funções ao longo do tempo, sob condições de uso e manutenção especificadas. A NBR 15575-1 (ABNT, 2013) define prazos de vida útil mínimos em um projeto, vistos conforme a tabela 1:

Tabela 1: Vida útil (em anos) de projeto de sistemas de uma edificação

<b>Sistema</b>	<b>Vida Útil de Projeto</b>
Estrutura	≥ 50
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

Fonte: NBR 15575-1 (ABNT, 2013)

Destaca-se que tais prazos podem mudar, dependendo das condições a que a estrutura é exposta, usos irregulares, e manutenções não realizadas.

### 2.1.3 Manutenção

Por melhor que seja uma estrutura, com o passar do tempo, esta envelhece e, conseqüentemente, com a deficiência ou inexistência de manutenção, a edificação poderá apresentar problemas que comprometem a segurança dos usuários. Com isso, faz-se importante o acompanhamento periódico das edificações.

Segundo a NBR 5674 (ABNT,2012), as edificações são o suporte físico para a realização direta ou indireta de todas atividades produtivas possuindo, portanto, um valor social fundamental. Todavia, as edificações apresentam uma característica que as diferencia de outros produtos: elas são construídas para atender seus usuários durante muitos anos e, ao longo deste tempo de serviço devem apresentar condições adequadas ao uso que se destinam, resistindo aos agentes ambientais e de uso que

alteram suas propriedades técnicas iniciais. Ainda segundo a NBR 5674 (ABNT, 2012), a manutenção de edificações inclui todos os serviços realizados para prevenir ou corrigir a perda de desempenho decorrente da deterioração dos seus componentes, ou de atualizações nas necessidades dos seus usuários.

Visto isso, faz-se importante que ocorram vistorias e inspeções periodicamente, avaliando-se o real estado da estrutura e se esta necessita de algum reparo.

## **2.2 PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES**

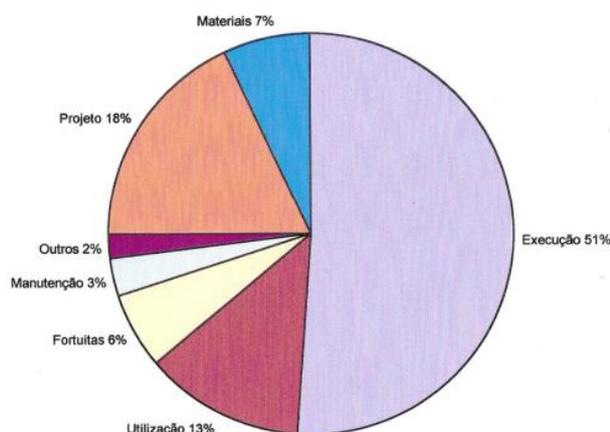
A palavra “patologia”, que é a base do presente trabalho, deriva do grego (pathos – doença e logia – ciência, estudo), e que significa estudo da doença. Assim, na construção civil, patologia refere-se ao estudo de danos causados na estrutura, como fissuras, trincas, rachaduras, eflorescências, mofo, recalques diferenciais, corrosão, degradação do concreto, danos estes que ocorrem por diversas causas, podendo ocorrer em diversas fases de uma obra, como concepção, durante a execução ou durante a utilização.

Numa edificação, um sintoma para ser considerado patológico deve comprometer algumas das exigências de construção, quer seja de capacidade mecânica, funcional ou estética. Neste sentido, percebe-se que existe uma forte relação entre a patologia e o desempenho da edificação, na medida em que a sua avaliação é dependente do comportamento da estrutura em uso (GRANATO, 2002 apud ANDRADE e COSTA E SILVA, 2012).

### *2.2.1 Manifestação patológica*

Segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013), uma estrutura deve possuir vida útil de no mínimo cinquenta anos, porém, muitas edificações acabam apresentando problemas muito antes desse período, e a causa pode estar ligada a diversos fatores. Em estudos de Silva e Jonov (2011), durante um levantamento de patologias que afetam as edificações brasileiras, relacionando-as com a fase de projeto em que aparecem seu surgimento, pode-se notar uma grande diferença entre todos os processos que englobam a execução de uma edificação, onde a maioria das patologias são oriundas da fase de execução de uma edificação, como mostrado na figura 2.

FIGURA 2: Gráfico das principais causas de patologias no Brasil



Fonte: Silva e Jonov (2011)

Sabe-se que a finalidade da patologia das estruturas é encontrar explicações técnicas e científicas para as irregularidades encontradas no comportamento das estruturas. Isso pode ocorrer na fase de construção, durante a execução dos serviços. Sendo assim, é possível que se determine as suas consequências em relação à segurança e à confiabilidade da obra, analisando-se qual a decisão mais correta e segura quanto à utilização posterior das estruturas em análise. Levando-se em conta sua duração residual, o objetivo da patologia das estruturas é procurar definir a conveniência da recuperação, do reforço ou mesmo da demolição pura e simples dos elementos ou da estrutura danificada (MACHADO, 2002 apud LOTERMANN, 2013).

### 2.2.2 Fase da concepção

É a fase inicial, onde cabe ao projetista a responsabilidade de detalhar toda a estrutura, deixando de forma clara todos os dados necessários para a construção da edificação. É possível destacar algumas falhas que podem ocorrer durante essa fase:

- Uma má definição das cargas atuantes ou nas combinações delas;
- Erros de dimensionamentos;
- Falhas nos cálculos das estruturas;
- Detalhamento inadequado;
- Desacordo entre projetos;

Visto isso, observa-se a importância de haver uma discussão visando integralizar todos os sistemas, como a parte elétrica, hidrossanitária, estrutural, arquitetônica, impermeabilização, fundação, entre outros, afim de promover uma integração entre os projetos para se ter um melhor desempenho na fase da execução e assim evitar futuras patologias.

### 2.2.3 Fase da execução

Após definir a fase da concepção, pode se dar início a fase da execução, fase está em que é importante ter um cuidado maior, pois um projeto bem elaborado não tem valia se não for bem executado. Portanto, é imprescindível a presença de um responsável técnico habilitado. Para uma boa execução, além de seguir rigorosamente o projeto, deve-se também atentar a cuidados para determinados detalhes. Alguns erros que podem ser cometidos durante essa fase, podem ser:

- Falta de uma mão de obra qualificada;
- Cuidado com prumo, esquadros e alinhamentos da estrutura;
- Desforma precoce, levando a ocorrência de flechas maiores;
- Uso de material de má qualidade;
- Armaduras mal posicionadas;
- Falta de fiscalização;
- Erro na interpretação de projetos;
- Falta de limpeza ou estanqueidade das formas;
- Falta de espaçadores e pastilhas para garantir o cobrimento;
- Segregação do concreto por erro de lançamento;
- Falta de cura ou cura mal executada;
- Erros de vibração;
- Adição de água no concreto fora das especificações;
- Erro no dimensionamento ou no posicionamento das formas.

Assim, destaca-se a importância de uma inspeção rigorosa, atentando para todos os processos construtivos, como posicionamento de formas e armaduras, materiais empregados, tempo de cura do concreto, verificar se os procedimentos estão sendo bem executados. Estas são algumas medidas que influenciarão no bom desempenho da estrutura.

#### 2.2.4 Fase da utilização

Nesta fase destaca-se a importância da realização de vistorias periódicas e da realização de manutenções adequadas, afim de reparar problemas que possam afetar o bom desempenho da edificação.

O usuário da edificação deve tentar manter os cuidados necessários em dia, de acordo com o que estabelece a NBR 5674 (ABNT, 2012) para que não sofra uma diminuição no tempo de vida útil da edificação. Entretanto, em inúmeros casos, as vistorias que devem ser realizadas por parte dos donos dos imóveis ou síndicos, nem sempre estão dentro da época correta (ISAIA, 2010 apud PONTES, 2018). Principais falhas que podem ocorrer nesta fase são:

- Falta de um programa de manutenção adequado;
- Danificação de elementos estruturais por impactos;
- Ataques de agentes agressivos;

### 2.3 CAUSAS E MEDIDAS PREVENTIVAS NA EXECUÇÃO

#### 2.3.1 Montagem de fôrmas e escoramentos

Em uma obra, fôrmas e escoramentos são utilizados para garantir que o elemento estrutural tenha exatamente o formato em que foi especificado no projeto, por tanto é imprescindível exatidão e rigidez das fôrmas e escoramentos, afim de minimizar futuros problemas nas estruturas. Assim, faz-se importante seguir rigorosamente as especificações do projeto de planta de fôrmas, para a qual uma interpretação correta é fundamental.

Souza e Ripper (1998, p. 31-32) exemplificam as falhas Construtivas mais comuns relacionadas diretamente às fôrmas e aos escoramentos convencionais:

- Quando as fôrmas não são limpas e quando não se aplica desmoldante antes da concretagem, o elemento estrutural pode sofrer distorções e "embarrigamentos" natos (o que leva à necessidade de enchimentos de argamassa maiores dos que os usuais e, conseqüentemente, à sobrecarga da estrutura);
- Insuficiência de estanqueidade das fôrmas, o que torna o concreto mais poroso, por causa da fuga de nata de cimento através de defeitos na madeira como juntas e fendas próprias da madeira, com a conseqüente exposição desordenada dos agregados;
- Retirada das fôrmas e escoramentos antes do período de hidratação do concreto, o que resulta em deformações indesejáveis na estrutura e até mesmo em acentuada fissuração;

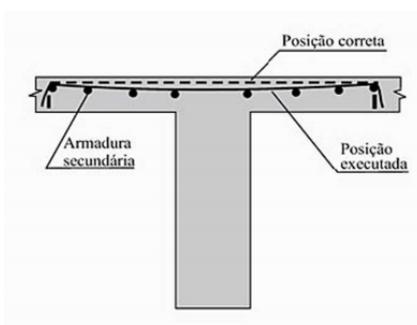
- Remoção dos escoramentos de forma que mude o comportamento das cargas nas estruturas (especialmente em balanços, casos em que as escoras devem ser sempre retiradas da ponta do balanço para o engaste), o que provoca o surgimento de trincas nas peças, como consequência da imposição de comportamento estático não previsto em projeto.

### 2.3.2 Montagem das armaduras

As deficiências mais frequentes nas armaduras apontadas por Souza e Ripper (1998) são:

- Má interpretação dos elementos do projeto, o que, em geral, implica na inversão do posicionamento de algumas armaduras ou na troca das armaduras de uma peça com as de outra;
- Insuficiência de armaduras, como consequência de irresponsabilidade, dolo ou incompetência, com implicação direta na diminuição da capacidade resistente da peça estrutural;
- Mau posicionamento das armaduras, que se pode traduzir na não observância do correto espaçamento das barras.
- No deslocamento das barras de suas posições originais, muitas vezes motivado pelo trânsito de operários e carrinhos de mão, por cima da malha de aço, durante as operações de concretagem, que é particularmente comum nas armaduras negativas das lajes (ver Figura 3) e poderá ser crítico nos casos de balanço. O recurso a dispositivos adequados (espaçadores, pastilhas, caranguejos) é fundamental para garantir o correto posicionamento das barras da armadura;

FIGURA 3: Mudança de posição de armadura



Fonte: Souza e Ripper, 1998

- Cobrimento de concreto insuficiente, ou de má qualidade, o que facilita a implantação de processos de deterioração tal como a corrosão das armaduras, ao propiciar acesso mais direto dos agentes agressivos externos. Também neste caso torna-se indispensável o recurso aos espaçadores;
- Dobramento das barras sem atendimento aos dispositivos regulamentares, fazendo com que o aço venha a "morder" o concreto, provocando seu

fendilhamento por excesso de tensões trativas no plano ortogonal ao de dobramento;

- Deficiências nos sistemas de ancoragem, com utilização indevida de ganchos (na compressão, por exemplo), que, muitas vezes, só vêm a introduzir estados de sobretensão (como já se referiu, para o caso do dobramento). Outra situação falha é a registrada com a não observância do correto comprimento de ancoragem, necessário para redução, ao mínimo, dos esforços transferidos ao concreto. Em ambos os casos, o resultado será o surgimento de um quadro fissuratório que, algumas vezes, poderá trazer consequências bastante graves;
- Deficiências nos sistemas de emenda, que, para além daquelas já referidas para as ancoragens, podem surgir também como resultado da excessiva concentração de barras emendadas em uma mesma seção, e por utilização incorreta de métodos de emenda, especialmente quando do uso de soldas;
- Má utilização de anticorrosivos nas barras da armadura, que são pinturas efetuadas nas barras para diminuir a possibilidade do ataque da corrosão, mas reduzem a aderência das barras ao concreto.

De acordo com Milito (2004), para o armazenamento do aço deve ser observada a agressividade do ambiente para saber se o tratamento do aço vai ser simples ou mais rigoroso.

Ainda vale ressaltar, para atender o cobrimento da armadura é indicado o uso de espaçadores, que podem ser de plástico ou de argamassa composta por uma parte de cimento e duas de areia, esses espaçadores devem ser posicionados e fixados entre a armadura e a forma, a fim de evitar que a armadura encoste na forma, cumprindo assim o cobrimento especificado no projeto. (YAZIGI, 2009 apud DE MORAIS, 2017)

### 2.3.3 Instalações

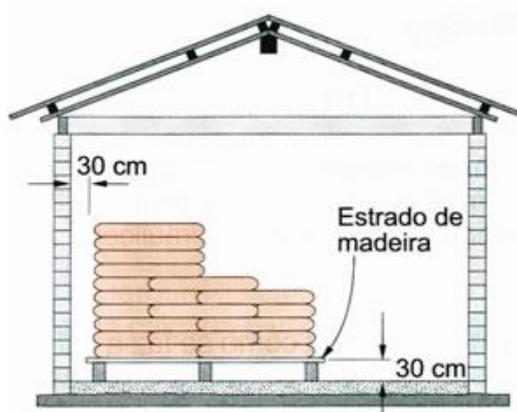
Adriolo (1984 apud DE MORAIS, 2017) recomenda que o embutido seja instalado antes do lançamento do concreto, sendo bem fixado para que não sofra deslocamento durante a concretagem e também devem estar limpos de materiais que possam prejudicar a sua fixação. As tubulações e eletrodutos devem ser protegidas por flanges ou tampas em suas extremidades, a fim de evitar que o concreto ou outros detritos possam obstruir as tubulações. Na etapa de adensamento deve-se atentar na localização dos embutidos para que essa região seja adensada de maneira adequada, evitando o contato do vibrador com o embutido com a intenção de não danificá-lo.

### 2.3.4 Mistura do concreto

Segundo Souza e Ripper (1998 apud DE MORAIS, 2017), as falhas mais comuns relacionadas a fase de preparo do concreto são devido a erros de dosagem do concreto, por não utilizar as quantidades certas de cada material componente do concreto, principalmente a água e cimento que estão diretamente relacionados a resistência do concreto, pelo uso incorreto de aditivos alterando as características de resistência e durabilidade do concreto, e também na utilização de agregados reativos que possibilitem reações expansivas no concreto, provocando a desagregação e fissuração do mesmo.

Ainda segundo Ripper (1999 apud DE MORAIS, 2017), os sacos de cimento devem ser guardados em locais que os proteja da chuva e umidade como em barracões, devem ser colocados a uma altura mínima de 30 cm do solo e uma distância de 30 cm das paredes para evitar contato direto com a umidade (Figura 8), as pilhas não podem ultrapassar uma altura de 10 sacos, apenas em casos de pouca duração podem chegar a uma altura de 15 sacos, a duração média da estocagem de cimento em sacos é de 30 dias variando conforme o clima seco ou úmido recomenda-se empilhar os sacos de forma que os sacos que cheguem fiquem separados dos sacos antigos, para na hora de preparar o concreto se utilize os sacos antigos.

FIGURA 4: Forma correta de como armazenar cimento



Fonte: ABCP Associação Brasileira de Cimento Portland

### 2.3.5 Transporte

Segundo Azeredo (1977 apud DE MORAIS, 2017), depois de ser misturado o concreto deve ser transportado para o local de lançamento da maneira mais rápida

possível, para evitar a perda da homogeneidade pela separação dos materiais componentes do concreto. Esse transporte pode ser executado na direção horizontal, vertical ou oblíqua, e os equipamentos utilizados para o transporte do concreto dependem do porte da obra e da distância do local de mistura até o local onde o concreto será lançado. Quando a distância de transporte é pequena, este pode ser realizado por meio de carrinhos de mão, ou carrinhos motorizados com distância de até 300 m em um solo áspero. O transporte também pode ser realizado através de caminhões betoneira, onde deve ser verificado o tempo em que o caminhão levou da usina até o descarregamento do concreto na obra, para que o concreto chegue à obra antes do início de pega e em uma trabalhabilidade adequada.

### 2.3.6 Lançamento

Ripper (1984 apud DE MORAIS, 2017) salienta que na etapa de lançamento do concreto deve-se atentar ao tempo de lançamento, onde esse não deve ultrapassar uma hora, caso esse prazo não seja respeitado, o concreto irá começar a perder sua trabalhabilidade, podendo alterar outras características importantes do concreto, como a sua resistência. Outro cuidado importante na hora do lançamento é em relação as armaduras, pois um lançamento mal feito pode ocasionar o deslocamento das mesmas.

### 2.3.7 Adensamento

Segundo De Moraes (2017), o adensamento do concreto serve para eliminar os vazios que pode ficar entre os agregados, ocasionando um bom preenchimento da estrutura a ser concretada, deixando assim o concreto mais denso e compacto. A qualidade do adensamento gera impactos diretamente na resistência do concreto, é o que pode ser visto na tabela 2.

FIGURA 5: Relação entre os índices de vazios e a resistência do concreto

Vazios	0%	5%	10%	20%
Resistência	100%	90%	70%	50%

Fonte: Bauer, 2000

### 2.3.8 Cura

O concreto necessita de água porque reações químicas acontecem entre água e o cimento, o que o torna firme e resistente. Se não há água o suficiente, o concreto apresentará fissuras e falhas na sua superfície depois de pronto. O problema é que fatores externos como o calor do sol e o vento fazem com que a água evapore após os primeiros dias de endurecimento do concreto, quando ele ainda está no processo de adquirir resistência. Por isso a cura do concreto é importante, pois, ela não deixa com que a água do traço se perca para o ambiente, para que as reações químicas aconteçam sem problemas. O período de cura do concreto varia entre 7 a 10 dias.

Existem vários processos de cura, mas os mais utilizados são:

- Cura por irrigação: Processo que consiste em molhar o concreto periodicamente.
- Cura com lâmina de água: Método onde se mantém uma lâmina de água de com espessura aproximada de 5 cm durante todo o período de cura.
- Cura com proteção da superfície: Essa proteção pode ser realizada cobrindo a superfície da peça com lonas plásticas, sacos de cimento ou uma camada de areia, esses elementos devem estar úmidos durante todo o processo de cura.
- Cura molhando as formas de madeira: Consiste em molhar as superfícies laterais das fôrmas de madeira de vigas e pilares, para que a mesma permaneça úmida no processo de cura.

### 2.3.9 Desforma e remoção dos escoramentos

Ripper (1984 apud DE MORAIS, 2017) recomenda que na etapa de remoção de formas e escoramentos é aconselhado tomar muito cuidado para não submeter a peça a cargas não previstas, devido a mudança da condição de contorno da peça, podendo provocar fissuras ou trincas. A retirada das formas e escoramentos não devem ser executadas antes dos seguintes prazos:

- Fases laterais - 3 dias
- Retirada de algumas escoras - 7 dias
- Fases inferiores, deixando-se algumas Escoras bem encunhadas - 14 dias
- Descimbramento total, exceto as do item abaixo - 21 dias
- Vigas e arcos com vão maior do que 10 m - 28 dias

### *2.3.10 Existência de controle de qualidade*

Segundo Ripper (1984), sendo a última, está será, talvez, maior de todas as causas relacionadas com falhas humanas na construção, posto que, se existir controle de qualidade adequado, as causas relacionadas até agora na sua grande maioria, terão substancialmente reduzidas as possibilidades de virem a ocorrer, ou, pelo menos, terão atenuadas suas consequências, em termos do quadro patológico resultante.

Sendo assim, torna-se fundamental a presença de um técnico responsável na obra, que esteja atendo a obediência das Normas, e, se as execuções das etapas estão sendo bem elaboradas.

## **2.4 TIPOS DE PATOLOGIAS MAIS FREQUENTES DEVIDO A MÁ EXECUÇÃO EM UMA OBRA**

### *2.4.1 Deformação e/ou rompimento de elemento estrutural*

As formas que servem como delimitações do concreto e das barras de aço, devem ser executadas da maneira mais próxima possível da indicada no projeto e obedecer todas às medidas, assim como o nível e prumo dos elementos estruturais. A montagem deve ser feita corretamente, de maneira a conferir travamento para que no momento ou após o recebimento do concreto, as formas não mudem de formato devido ao peso que irão sofrer do mesmo, caso contrário poderá ocorrer mudanças pequenas na geometria ou até mesmo aberturas em vigas, pilares, lajes e qualquer outro elemento estrutural, originando problemas patológicos e elevando o custo da obra (TAKATA, 2009 apud Trindade, 2015).

Cuidados com a limpeza das formas e estanqueidade também são importantes e necessários para que ocorra um bom desempenho na hora da concretagem. Após a concretagem, cuidados com a cura do concreto, remoção de formas e escoramentos são essenciais, para que a peça estrutural obtenha um bom desempenho, pois falhas como retirada de formas em tempo indevido ou de forma errada pode levar a ocorrência de fissuras em vigas, aumento de flechas nas mesmas. Já a falta de escoras pode levar uma estrutura ao colapso, é o que mostra a figura 5.

FIGURA 6: Rompimento estrutural por falta de escoras

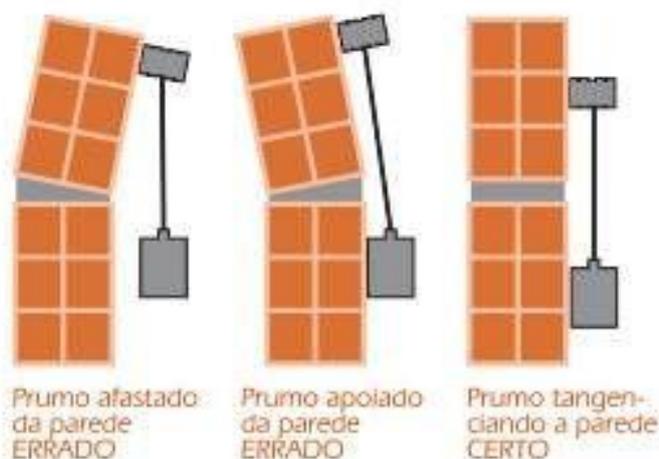


Fonte: 180graus.com.br (2013)

#### 2.4.2 Desaprumo

De acordo com Silva Sousa (2011), nos casos em que o prumo de uma parede não é mantido, além de aparecerem excentricidades nesta parede, o que acarretará uma redução da resistência à compressão da alvenaria, ainda se tem um gasto maior nas etapas posteriores, onde terá que ser feita uma “correção” pelo incremento na espessura do revestimento. Em algumas vezes o desaprumo pode ocorrer devido a parte estrutural de edificação não ter ficado alinhada, devido a problemas com formas ou escoramentos. Em outras vezes, o desaprumo pode ocorrer devido à falta de uma mão de obra qualificada.

FIGURA 7: Prumo em paredes de alvenaria

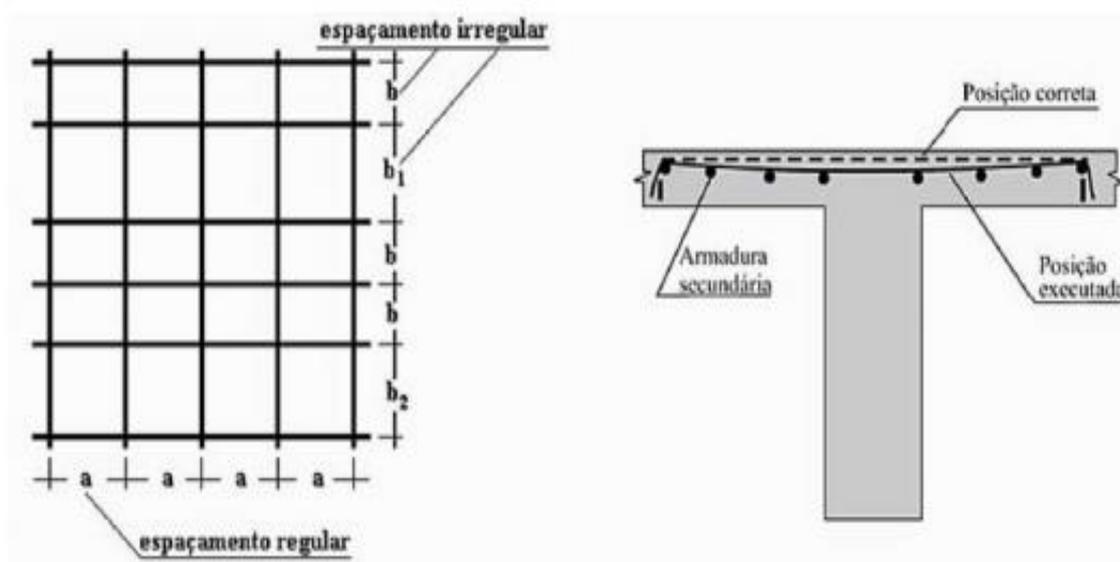


Fonte: construfacilrj.com.br

### 2.4.3 Deficiência em armaduras

Em obras em que se utilizam o concreto armado como elemento estrutural, há uma ocorrência grande de falhas relacionadas com as armaduras. Algumas dessas falhas se dá a uma má interpretação de projetos, gerando inversão no posicionamento de barras, erros de espaçamento, ou ainda pode haver alterações nas armaduras durante o processo de concretagem onde funcionários acabam provocando o deslocamento das armaduras com a passagem de carrinhos de mão e outros, alterando assim as dimensões e posições originais da ferragem disposta na peça.

FIGURA 8: Erro de espaçamento e armadura fora de posição



Fonte: Souza e Ripper, 1998

### 2.4.4 Cobrimento

A NBR 6118 (ABNT, 2014) define espessuras adequadas para cobertura em peças de concreto armado. Tal cobertura, além de ter uma capacidade de suportar cargas verticais, desempenha o papel importante de proteger as armaduras, dando um cobertura adequado para evitar que as armaduras sejam expostas, afim de dar uma proteção contra agentes agressivos que poderiam desencadear um processo de corrosão nas armaduras. A figura 9, contém as espessuras de cobertura estabelecidas por norma, e, na figura 10, pode-se observar uma falha devido a mal cobertura das armaduras.

FIGURA 9: Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobertura nominal

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (tabela 6.1)			
		I	II	III	IV <sup>3)</sup>
		Cobertura nominal mm			
Concreto armado	Laje <sup>2)</sup>	20	25	35	45
	Viga/Pilar	25	30	40	50
Concreto protendido <sup>1)</sup>	Todos	30	35	45	55

1. Cobertura nominal da armadura passiva que envolve a bainha ou os fios, cabos e cordoalhas, sempre superior ao especificado para o elemento de concreto armado, devido aos riscos de corrosão fragilizante sob tensão.

2. Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento tais como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos, e outros tantos, as exigências desta tabela podem ser substituídas pelo item 7.4.7.5 respeitado um cobertura nominal  $\geq 15$  mm.

3. Nas faces inferiores de lajes e vigas de reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos a armadura deve ter cobertura nominal  $\geq 45$ mm.

Fonte: NBR 6118, (2014)

FIGURA 10: Cobertura insuficiente



Fonte: meumaterialsite.files.wordpress.com

#### 2.4.5 Corrosão

Gentil (1987 apud PIAZZA, 2020) diz que, “de uma maneira geral, a corrosão poderá ser entendida como a deterioração de um material, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente, aliada ou não a esforços mecânicos”. Para que o processo de corrosão seja evitado, é importante que o pH do concreto seja claramente indicador de solução básica (carbonatação controlada), e, os agentes agressores (cloretos, em especial) não atinjam a armadura. Sendo assim, é importante ter um

concreto compacto, com fissuras controladas, sendo a espessura física e a composição da camada de cobertura das armaduras dimensionadas em função do estado de tensão da peça e da agressividade do meio ambiente.

FIGURA 11: Corrosão de armaduras



Fonte: Site Reforma Fácil, 2010

Quando o concreto é bem executado, e apresenta uma boa qualidade, mantendo o seu PH entre 12,7 e 13,8 devido a sua alcalinidade, forma-se uma camada de óxido passiva na superfície da armadura, essa camada protege a armadura da corrosão desde que o concreto não permita a infiltração de agentes agressivos. (DOS SANTOS, 2014 apud DE MORAIS, 2017)

#### 2.4.6 Deslocamento do revestimento

Pode haver um deslocamento de revestimentos em uma edificação por vários motivos, dentre eles tem-se: a camada de reboco ficar muito espessa, erro no traço da argamassa, se houver uma deficiência na camada de aderência, seja por falta de chapisco ou falta de umidade para auxiliar no processo de hidratação do concreto. Se for deslocamento de revestimentos cerâmicos, este pode ser ocasionado por erro no traço da argamassa colante, falta de umidade entre a superfície e a placa cerâmica para ajudar na aderência, erro no momento em que houver a execução do revestimento. A figura 12, ilustra deslocamento de reboco em um teto de uma edificação.

FIGURA 12: Desplacamento de reboco



Fonte: Autora, 2021

#### 2.4.7 Fissuras

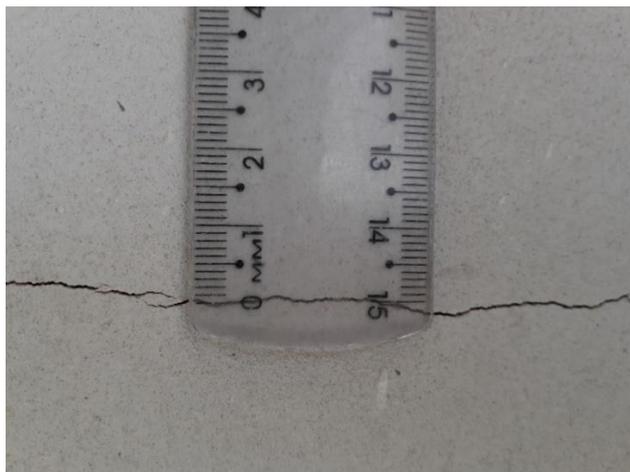
Fissuras são aberturas que afetam a superfície de um elemento estrutural. Essas aberturas têm espessura de até 1 mm. Quando a abertura for entre 1 mm a 3 mm já se torna uma trinca e quando for maior que 3 mm é chamada de rachadura. As aberturas são problemas para estrutura, porque facilitam a entrada de agentes agressivos. As fissuras podem ocorrer por diversos motivos, alguns deles serão citados a seguir.

##### 2.4.7.1 Fissuras devido à variação térmica

Essa situação, geralmente, acontece pouco tempo após a concretagem, gerando fissuras quando o concreto tende a se retrair, no momento de seu resfriamento. Parte dessa retração de origem térmica fica restringida gerando tensões de tração que podem ultrapassar a capacidade de resistência mecânica do concreto.

Na figura 13, tem-se a ilustração de retração térmica na argamassa sobre uma parede.

FIGURA 13: Fissura por variação de temperatura



Fonte: Autora, 2021

#### 2.4.7.2 Fissura devido retração hidráulica

Quando a cura do concreto é mal feita, o elemento estrutural fica propenso a aparições de fissuras desse tipo. Isso devido à perda de água na peça, já que o excesso de calor de hidratação e uma ineficiente proteção térmica do elemento estrutural geram tensões internas, provocando retração que resulta em esforços de tração (Figura 14). (HELENE, 1992 apud DE MORAIS, 2017)

FIGURA 14: Fissura por retração hidráulica



Fonte: Rizzo, 2016

#### 2.4.7.3 Fissura por cisalhamento

As fissuras de cisalhamento surgem normalmente no ponto de cortante máximo (Figura 13), e podem ser causadas por um mau dimensionamento da seção de

concreto, armadura insuficiente ou distribuída de forma errada para combater esse tipo de esforço, que nesse caso a armadura que combate esses esforços são os estribos. (MARCELLI, 2007 apud DE MORAIS, 2017). As fissuras causadas por cisalhamento se manifestam a uma angulação de 45 graus na estrutura.

FIGURA 15: Fissura por cisalhamento



Fonte: Camaduro e Zatt, 2000

## 2.5 DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO

Para dar início a uma terapia adequada, segundo CÁNOVAS (1988), é preciso seguir os seguintes procedimentos:

- Inspeção para mapeamento dos sintomas: O procedimento começa com a inspeção, onde se busca identificar os sintomas das patologias existentes na estrutura; através de um mapeamento dos sintomas realizado por um exame visual da estrutura.
- Recolhimento de dados e informações: Este procedimento em geral vem complementar os dados obtidos na inspeção e auxiliam na quantificação dos danos (medidas geométricas, evolução no tempo, bem como no conhecimento das condições prévias aos danos da edificação, avaliação da resistência do concreto).
- Conhecer o histórico da estrutura: Este histórico é parte fundamental na escolha da terapia e sua análise deve levar em consideração a data da construção, o responsável pela construção, o projeto executivo para revisão e análise, o conhecimento dos materiais utilizados (cimento, areia, aço, aditivo, relação água/cimento) e detalhes sobre o uso da estrutura (sobrecargas, ações acidentais).
- Realização de análises e ensaios: Em muitos casos o levantamento histórico e a inspeção não são suficientes, sendo necessário realizar análises e ensaios que permitam clarificar os sintomas, mecanismos e causas das patologias da estrutura.

### 2.5.1 Prognóstico

Depois de estabelecido o diagnóstico da enfermidade em questão, passa-se para a definição da conduta a ser seguida, isto é, a escolha da medida adotada para

o caso. Este estudo é importante, não só para casos simples de diagnósticos e reparos evidentes, mas, principalmente, para problemas complexos, difíceis de serem solucionados, pois, em diversos casos, percebe-se que a possibilidade de resolução é praticamente remota, devendo-se desenvolver medidas apenas de controle da situação, isto é, para que não venha a piorar.

### **3 METODOLOGIA**

Este trabalho foi realizado a partir de um estudo de caso realizado durante o período do estágio supervisionado obrigatório, pois durante a prática do estágio, pode-se observar na obra diversas falhas construtivas, decorrentes da falta de fiscalização e, pela falta de uma mão de obra qualificada.

Para atingir os objetivos propostos, foi feita uma revisão bibliográfica visando descrever as principais manifestações patológicas encontradas em uma edificação de alvenaria não estrutural ocorridas no processo de execução da obra. Utilizando como bibliografia livros, artigos e periódicos, arquivos eletrônicos para auxiliar no desenvolvimento e sustentação do assunto abordado. O trabalho teve origem realizando-se inspeções visuais, afim de localizar problemas de ordem patológica na edificação, fotografando-as. Após isso, foi feita uma análise de cada uma individualmente, buscando estudar a causa que levou a ocorrência de tal falha. A elaboração da revisão bibliográfica permitiu aprofundar o conhecimento em relação as causas e prevenções das manifestações patológicas.

Sendo assim, o trabalho foi dividido em quatro etapas:

- a) Realização de inspeções visuais dos apartamentos;
- b) Análise dos problemas, quantitativamente e qualitativamente;
- c) Investigação das possíveis causas dos problemas identificados;
- d) Análise da solução de reparo e de medidas preventivas utilizadas na obra.

### **4 ESTUDO DE CASO**

#### **4.1 A OBRA**

O estudo de caso ocorreu em uma obra de um edifício residencial multifamiliar, localizado na cidade de Santa Maria – RS. No momento em que o estudo de caso foi realizado, na obra estavam sendo executadas serviços de acabamento, pintura interna e colocação de pastilhas na parte externa. Como nesta fase ainda não havia

todas as paredes com revestimento, tornou-se mais fácil a identificação de manifestações patológicas oriundas do processo construtivo.

A obra é um empreendimento realizado por uma construtora da cidade de Santa Maria – RS, com experiência em obras de edificações residenciais multifamiliares. A edificação consta de 10 pavimentos e um subsolo, sendo dividido da seguinte forma:

- Subsolo: Terá vagas de garagem e um espaço para academia;
- 1º Pavimento: Duas lojas comerciais;
- 2º Pavimento: Terá vagas para garagem;
- 3º e 4º Pavimento: Serão três apartamentos, sendo (301/401) de dois dormitórios, com uma área de 72 m<sup>2</sup>, (302/402) de três dormitórios, sendo um suíte, com uma área de 95 m<sup>2</sup>, e (303/403), sendo também de três dormitórios e com área de 100 m<sup>2</sup>.
- 5º Pavimento: Serão dois apartamentos, um de 152 m<sup>2</sup> e o outro com 113 m<sup>2</sup>;
- 6º, 7º, 8º, 9º e 10º Pavimento: Será um apartamento por andar, com área de 272 m<sup>2</sup>.

Nesta edificação foi utilizado tijolo de concreto bloco celular, laje pré-moldada de EPS, argamassa industrializada, reboco interno de gesso, e a parte externa irá conter revestimento com pastilhas.

## **5 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DAS PATOLOGIAS**

Para realização do levantamento das patologias, foi realizada uma análise visual em todos os andares, visando mostrar os principais erros cometidos durante a execução. Neste capítulo será apresentado o levantamento das manifestações patológicas encontradas na obra, abordando uma análise dos problemas, uma investigação das possíveis causas, e por fim, uma análise das possíveis soluções de reparos para os problemas encontrados quando viável.

### **5.1 SEGREGAÇÃO DO CONCRETO EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS**

Os defeitos foram localizados em pontos isolados nos lances das escadas e alguns pilares. Esta patologia verifica-se normalmente por pontos onde espaços não são preenchidos no concreto, conhecidas popularmente como “bicheiras em concreto

armado”, são causadas por erros no processo de concretagem, especialmente nos processos de lançamento e adensamento. Se a trabalhabilidade do concreto não estiver adequada também, o concreto não consegue preencher todos os espaços, onde acabam surgindo vazios. Problemas de compatibilidade entre os espaçamentos das armaduras também podem ocasionar essa anomalia. Possíveis causas que tenham levado a ocorrência das bicheiras no concreto dos lances das escadas e pilares: a falta de adensamento do concreto e falhas na hora da execução de fôrmas. Para correção dessa patologia, foi aplicada argamassa nas falhas encontradas para correção estética. Na figura 16, pode-se notar vazios contidos no concreto na superfície.

FIGURA 16: Vazios de concretagem em lance das escadas



Fonte: Autora (2020)

## 5.2 ARMADURAS EXPOSTAS

Esta patologia ocorre devido à falta de cuidados com o posicionamento da armadura, podendo ser por falta de espaçadores que são essenciais na execução de estruturas de concreto armado, pois são os responsáveis pelo correto posicionamento das armaduras, garantindo assim, o cobrimento das mesmas, ou ainda falha na hora de executar o cobrimento. Um dos fatores que influencia na ocorrência desde

problema é a falta de indicações nos projetos estruturais quanto ao posicionamento dos espaçadores. Assim, faz-se necessário a recuperação dessa falha para evitar posterior corrosão das armaduras. Na figura 18, pode ser vista a ausência de espaçadores nas armaduras, o que gerou falha no cobrimento, deixando assim parte da armadura exposta. Tendo em vista isso, foi executado o cobrimento das mesmas. Nessa etapa foram encontradas diversas vigas e pilares com a armadura exposta, é o que pode ser notado na figura 17.

FIGURA 17: Armadura exposta em pilar



Fonte: Autora (2020)

### 5.3 ENTUPIMENTO E/OU ROMPIMENTO DE ELETRODUTOS

O entupimento é uma falha causada pela entrada de concreto nos eletrodutos, tanto por falta de atenção da equipe ou pelo rompimento do eletroduto durante o processo da concretagem. Na obra, pode-se observar também o rompimento de eletrodutos, gerados a partir de perfurações nas lajes e paredes para passar tubulações do hidrossanitário. Para correção dessa falha, é necessário fazer a passagem de um cabo guia, para poder descobrir onde os eletrodutos apresentam problemas. Posteriormente, o local onde o eletroduto estiver entupido ou rompido deve ser quebrado para a substituição do mesmo apenas na área obstruída. A figura 18 e 19, mostram o entupimento de um duto causado pelo gesso, material utilizado no reboco interno, e eletrodutos com fios elétricos rompidos, respectivamente.

FIGURA 18: Eletroduto entupido



Fonte: Autora (2020)

FIGURA 19: Eletroduto rompido



Fonte: Autora (2021)

#### 5.4 DESALINHAMENTO ESTRUTURAL

Para que uma peça de concreto armado seja executada fielmente ao projeto e que tenha a forma correta, são necessárias exatidão e rigidez das formas e de seus escoramentos. Ao fazer análise na obra, pode-se encontrar várias vigas desalinhadas, o que leva a ocorrência do desaparecimento de paredes posteriormente. Esse problema

ocorreu devido ao material utilizado nas formas ser de qualidade baixa, houve também falhas na hora de tirar as formas, o que gerou deformações em alguns elementos estruturais. Um exemplo disso, pode ser identificado na figura 20, que mostra uma viga da garagem.

FIGURA 20: Desalinhamento de viga



Fonte: Autora (2020)

## 5.5 FISSURAS

Na obra em que foi realizado o estudo de caso, pode-se observar o aparecimento de fissuras em vários pontos, neste caso, oriundas da retração das argamassas devido à ausência de cura principalmente na ocorrência de vento e calor excessivo. Para recuperação do problema, foi passado massa acrílica antes de ser executada a pintura. Na figura 21 pode-se observar uma fissura.

FIGURA 21: Fissuras em uma parede



Fonte: Autora (2021)

## 5.6 DESPLACAMENTO DE CERÂMICAS

O deslocamento de placas cerâmicas foi uma patologia muito comum encontrada na obra, várias peças tiveram que ser repostas. Alguns fatores que podem ter contribuído para que esse fenômeno ocorresse são: a técnica de assentamento incorreta, preenchimento incompleto no verso das placas ou a dosagem incorreta da argamassa de assentamento. Problemas como esse, são fáceis de serem evitados se houver uma execução de qualidade, diminuindo conseqüentemente o desperdício de material e uma economia nos gastos orçamentários. Para solucionar este problema, foi realizada uma raspagem na parede e assentados novos revestimentos. A figura 22, mostra o revestimento de uma área de serviço de um dos apartamentos.

FIGURA 22: Deslocamento de placas cerâmicas



Fonte: Autora (2021)

### 5.7 DESPLACAMENTO DO REBOCO NO TETO

Com poucos dias após a execução do reboco no teto, o mesmo começou a cair, nos pavimentos subsolo e térreo por falta de aderência entre a argamassa e o substrato ou, ainda, entre as camadas do próprio revestimento. Essa ocorrência se deu devido a superfície do substrato ser muito lisa, com ausência de chapisco e, por haver molhagem insuficiente do substrato, comprometendo a hidratação do cimento. Para que houvesse a correção desse problema, foi retirado o reboco do teto e refeito um novo.

FIGURA 23: Deslocamento de reboco no teto



Fonte: Autora (2021)

## 5.8 REBOCO EXTERNO MUITO ESPESSO

Como na edificação houve problemas como deformações em elementos estruturais, ao ser executada a parte de alvenarias, houve um grande desaprumo, e, para ser corrigido esse desaprumo, pontos da parte externa da edificação contou com partes muito espessas de reboco, o que futuramente pode vir a ocasionar problemas como deslocamento do mesmo. Vale ainda ressaltar, que problemas como este ocasionam uma elevação de gastos desnecessários e um aumento não considerado no peso estrutural, já que é necessária uma quantia maior de argamassa para tentar amenizar o desaprumo nas paredes de alvenaria. A Figura 24 mostra um ponto em que o reboco deu aproximadamente 15 cm.

FIGURA 24: Reboco externo espesso



Fonte: Autora (2021)

## 5.9 DESAPRUMO

Como já citado anteriormente, na obra da edificação onde foi realizado o presente estudo de caso, houve deformação de elementos estruturais, isto levou a ocorrência de desaprumo nas paredes de alvenaria. Tal problema acaba afetando a parte estética, visto que algumas paredes ficaram inclinadas na edificação. Isso gera

uma elevação de custos, visto que é necessário um aumento na quantidade de argamassa a ser utilizada para tentar sanar o problema. Problemas como este ocorrem devido a problemas na hora de executar as formas, onde os elementos estruturais acabam se deformando de forma errada, ou até a falta de mão de obra qualificada. Pela figura 25, pode-se identificar diferentes espessuras de reboco em dois pontos distintos em uma parede.

FIGURA 25: Desaprumo em parede na parte externa



Fonte: Autora (2021)

## 5.10 INFILTRAÇÃO NAS PAREDES DO SUBSOLO

Um grande problema que ocorreu na obra foi uma infiltração nas paredes do subsolo, exercendo pressão negativa, ou seja, a água infiltrou na estrutura que não tinha sido impermeabilizada. Em consequência disso, todo reboco foi removido para que houvesse a aplicação de algum material impermeabilizante. Para tentar corrigir de tal problema, após remoção do reboco foi aplicada resina impermeabilizante, seis demãos, foi esperada a secagem, porém o problema não foi corrigido. Uma das

alternativas para solucionar essa patologia seria a execução de uma cortina de concreto, seguida de impermeabilização. A figura 26, mostra parte da parede sem o reboco e como uma camada de impermeabilizante.

FIGURA 26: Infiltração no subsolo



Fonte: Autora (2021)

### 5.11 PERFURAÇÃO EM VIGAS PARA PASSAGEM DO HIDROSSANITÁRIO

Foi algo comum encontrar na edificação, vigas perfuradas para a passagem de canalizações. A NBR 6118 (2014) define que em estruturas cujo projeto exige a presença de aberturas em elementos de concreto devem ser calculadas e detalhadas considerando as perturbações das tensões que se concentram em torno dessas aberturas, prevendo também armaduras para resistir tais esforços, além de armaduras complementares dispostas no contorno e nos cantos das aberturas. O projeto em questão não levou em consideração tais perfurações em elementos estruturais, caracterizando uma falha grave, pois problemas dessa ordem acabam afetando o desempenho da estrutura. Porém, o engenheiro responsável pelo projeto estrutural assinou um termo autorizando e se responsabilizando pela perfuração das mesmas.

A figura 27, mostra um ponto onde um elemento estrutural foi perfurado para a passagem de tubulação hidrossanitária.

FIGURA 27: Viga perfurada para passagem de canalização



Fonte: Autora (2021)

## 5.12 ARMAZENAMENTO INADEQUADO DE MATERIAIS

A armazenagem inadequada de materiais pode vir acarretar uma série de problemas, pois afeta na qualidade dos mesmos antes de serem utilizados. Na obra, foi comum notar armazenagem inadequada de materiais como gesso, cerâmicas, argamassas colantes, ferragens. Muitas vezes estes em contato com a água ou embalagens danificadas. A figura 28 mostra revestimentos armazenados em local com presença de água, e na figura 29 podemos observar embalagens de gesso danificadas.

FIGURA 28: Armazenamento inadequado de materiais



Fonte: Autora (2020)

FIGURA 29: Embalagens de materiais danificadas



Fonte: Autora (2021)

### 5.13 FISSURA À 45° EM ESQUADRIAS

Foi observada a presença de fissuras a 45° na parede de alvenaria, partindo dos cantos das esquadrias.

As fissuras por sobrecarga em torno de aberturas ocorrem em paredes de alvenaria descontínuas, com uma ou mais aberturas, submetidas a carregamentos de compressão e têm como característica a formação de fissuras a partir dos vértices das aberturas (THOMAZ, 1989). Essas fissuras podem apresentar-se com diversas configurações, em função de diversos fatores como dimensão da parede e aberturas, materiais constituintes das paredes, dimensão e rigidez de vergas e contravergas, deformação e comportamento da alvenaria e de seu suporte. Como os vãos na alvenaria que recebem esquadrias são considerados regiões de concentração de tensões, para reduzir o risco de surgirem fissuras nessas áreas, é preciso melhorar a distribuição das cargas. Isso é obtido com uso de vergas e contravergas. A solução ideal seria a execução de verga e contraverga de concreto armado ultrapassando no mínimo 30 cm dos limites de esquadrias. A figura A figura 30 mostra deficiência em verga no vão onde posteriormente será colocado uma porta, e na figura 31, pode-se ver uma fissura onde será uma janela.

FIGURA 30: Deficiência em verga em vão de esquadria



Fonte: Autora (2020)

FIGURA 31: Fissura à 45° em vão de esquadria



Fonte: Autora (2021)

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho permitiu ver de perto a alta incidência de erros que podem acometer uma obra, devido principalmente a falta de uma fiscalização rigorosa, conferindo se os processos executados estão de acordo com os detalhes especificados em projeto, e, de uma mão de obra qualificada, o que acaba originando erros no processo de execução, como montagem inadequada de formas, cura do concreto, escoramentos, posicionamento de armaduras. Erros estes, que acabam gerando um desperdício de materiais, aumento nos custos de uma obra e principalmente afetando a vida útil de uma estrutura. Vale ressaltar a importância de uma mão de obra qualificada, visto que esta transforma o insumo em produto final. Uma vez que o trabalhador não esteja alinhado com os objetivos da empresa, sem qualificação e motivação, este não executará a tarefa com qualidade.

Ao coletar dados para realizar o levantamento de patologias encontradas na obra, foi possibilitado aprender a reconhecer as falhas construtivas, analisar os riscos que estas podem gerar na edificação e tentar associar a uma possível causa.

O estudo bibliográfico permitiu aprofundar o conhecimento em relação a origem e consequências que problemas patológicos podem gerar em edificações, pois uma vez tendo o conhecimento da origem da patologia e de como ela se comporta, fica mais fácil de tomar medidas preventivas para evitar o surgimento da mesma.

Por fim, ressalta-se a importância de um bom detalhamento em projetos, com especificações claras, um profissional qualificado presente na obra para conferir se a execução está de acordo com o projeto, e, a escolha de matérias dentro dos padrões de qualidade, pois estes interferem diretamente na vida útil de uma estrutura. Fica também, como sugestões de possíveis continuações deste trabalho, pesquisas relacionadas a: Os efeitos que a falta de planejamento em uma obra pode gerar, problemas de desempenho em uma edificação provocadas pelo mau armazenamento de materiais, má execução de formas e, o que estas podem gerar, a importância de profissionais qualificados no canteiro de obras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCP. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/>>. Acesso em 05 de janeiro 2021.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 5674. **Manutenção de edificações Procedimento**, Rio de Janeiro, 2012.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto** — Procedimento, Rio de Janeiro, 2014.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 15575. **Edificações habitacionais** — Desempenho, Rio de Janeiro, 2013.
- ADRIOLO, F.R. **Manual de Práticas para controle e execução**. PINI. São Paulo, 1984.
- AGUIAR, J. E. **Durabilidade, proteção e recuperação das estruturas**. Notas de aula. Especialização em Construção Civil (Especialização) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2011.
- ANDRADE, T.; SILVA, A. J. C. **Patologia das Estruturas**. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005.
- BERNARDINO, B. Leonel, ISOPPO, J. João Octávio, **Erros de projeto na execução de obras: Estudo de caso em uma Escola de Educação Básica no município de Sombrio – SC**. Trabalho de conclusão de curso em engenharia Civil. Universidade do Sul de Santa Catarina, 2017.
- CÁNOVAS, M. F. **Patologia e terapia do concreto armado**. Tradução de M. Celeste Marcondes, Beatriz Cannabrava. São Paulo: PINI, 1988.
- DAL MOLIN, Denise C. Coitinho. **Fissuras em estruturas de concreto armado: Análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1988. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/>>. Acesso em: 01 janeiro de 2021.
- DE LIMA, B.S, **Principais manifestações patológicas em edificações residenciais multifamiliares**, Graduação em Engenharia Civil, Santa Maria, 2015.
- DE MORAIS, R. S., **Patologias geradas por erros de execução de estruturas de concreto armado: causas, medidas preventivas e consequências**, Graduação em Engenharia Civil, Juazeiro do Norte, 2017.
- GRANATO, J. E. **Apostila: Patologia das construções**. São Paulo, 2002
- HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2ª ed - São Paulo: PINI, 1992.
- ISAIA, G. C. **Durabilidade do concreto ou das estruturas de concreto**. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. São José dos Campos, 2010.

MACHADO, Ari de Paula. **Reforço de estruturas de concreto armado com fibras de carbono**. São Paulo: Pini, 2002. 271p.

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

MAZER, Wellington, Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. **Notas de aula**. Curitiba, 2008. Disponível em [file:///C:/Users/Adm/OneDrive/ENGENHARIA/TCC/NOTAS\\_DE\\_AULA%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Adm/OneDrive/ENGENHARIA/TCC/NOTAS_DE_AULA%20(1).pdf), acessado em 19/12/2020.

MILITO, J. Técnicas de construção civil e construção de edifícios. **Nota de aula**. Faculdade de Ciências Tecnológicas da PU Campinas, 2004.

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**. Graduação em Engenharia Civil, Uberlândia , 2019.

PFEIL, W. **Concreto armado**, Rio de Janeiro, Ed. Livros Técnicos e Científicos, 1989.

PIRES, Rodrigo, **Levantamento das principais patologias em edificações de concreto armado, aço e madeira**. Artigo científico. Universidade Federal de São João Del Rei. Disponível em <http://conic-semesp.org.br/anais/files/2015/trabalho-1000019428.pdf> , acessado em 03/01/2021.

SANTOS, Maurício Ruas Gouthier dos. **Deterioração Das Estruturas De Concreto Armado – Estudo De Caso**. 2012. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola De Engenharia. Universidade Federal De Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

SANTOS FILHO, Vamberto M.; SPOSTO, Rosa M.; MELO, Jéssica S. **Ferramenta para projeto de vedações verticais externas com base nas exigências da norma de desempenho**. Goiânia, 2014. Disponível em: <<http://revistas.ufg.br/index.php/reec/article/view/28169/16831>>. Acesso em: 05 de janeiro de 2021.

Site construfacilrj.com.br, acessado em 20 de janeiro de 2021.

Site Reforma Fácil. **Problemas em Pilares, Vigas e Lajes**. 02/08/2010. Disponível em: <<http://reformafacil.com.br/produtos/engenharia-produtos/problemas-em-pilares-vigas-e-lajes/>>, Acesso em 28/11/2020.

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T., **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo, Pini. 1998.

SILVA, Adriano de Paula e; JONOV, Cristiane Machado Parisi. **Patologia das Construções**. UFMG, Curso de Especialização em Construção Civil. Belo Horizonte, 2011.

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

SOUZA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998. 255 p.

TAKATA L. T. **Aspectos executivos e a qualidade de estruturas em concreto armado: Estudo de caso.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2009.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: PINI, 1989.

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