



UNISUL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

BEATRIZ DA SILVA WAGNER

RAPHAEL PEREIRA MENDES

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR LOCALIZADO NA CIDADE DE PALHOÇA/SC:
ESTUDO DE CASO**

Palhoça

2020

BEATRIZ DA SILVA WAGNER
RAPHAEL PEREIRA MENDES

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR LOCALIZADO NA CIDADE DE PALHOÇA/SC:
ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade
do Sul de Santa Catarina como requisito parcial
à obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Marcelo Cechinel, Esp.

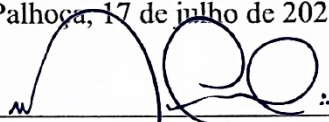
Palhoça
2020

BEATRIZ DA SILVA WAGNER
RAPHAEL PEREIRA MENDES

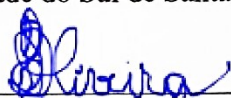
**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR LOCALIZADO NA CIDADE DE PALHOÇA/SC:
ESTUDO DE CASO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

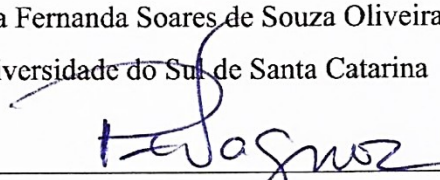
Palhoça, 17 de julho de 2020.



Professor e orientador Marcelo Cechinel, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Professora Fernanda Soares de Souza Oliveira, Ms.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Professor Paulo Henrique Wagner, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho às duas pessoas mais importantes da minha vida: minha mãe e meu irmão.

Beatriz da Silva Wagner

Dedico este trabalho aos meus familiares e amigos que me ofereceram apoio durante essa jornada, e a todos os professores que fazem do aprendizado não um trabalho, mas um contentamento.

Raphael Pereira Mendes

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente e principalmente à minha mãe, Maria Aparecida, por todo apoio, amor e dedicação durante todos esses anos. Por muitas vezes ter aberto mão dos seus sonhos para realizar os meus, por nunca ter medido esforços para que eu sempre tivesse uma boa educação e para que tudo isso se tornasse possível. Posso não conseguir retribuir de maneira merecida todos os sacrifícios, mas sou eternamente grata por cada um deles. Obrigada por sempre dar o seu melhor por mim. Eu te amo muito!

Ao meu irmão, Roberto, por toda paciência e compreensão não só nos meus cinco anos de graduação, mas durante toda a minha vida. Obrigada por sempre estar disposto a me ajudar mesmo com as nossas incontáveis brigas e diferenças. Eu te amo, apesar de pouco falar ou demonstrar.

Aos meus amigos da Engenharia Civil, agradeço por todo conhecimento compartilhado, por toda ajuda, por todos os momentos vividos dentro e fora da universidade. Obrigada por terem dividido comigo diversas situações de risadas e até mesmo de desespero e, principalmente, por tornarem meus dias mais leves e alegres. O caminho até aqui tornou-se mais fácil com a presença de cada um de vocês.

À minha dupla, Raphael, por toda sua prestatividade, competência e por estar sempre disposto a dividir sua experiência. Além de ser uma ótima pessoa, tenho certeza que será um excelente profissional. Obrigada por dividir este trabalho comigo!

Ao meu orientador, Marcelo Cechinel, por sua disponibilidade em ajudar sempre que necessário para que este trabalho saísse como o esperado.

A todos os professores do curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina pelos ensinamentos proferidos ao longo da graduação. Em especial à professora Fernanda Soares de Souza Oliveira e ao professor Paulo Henrique Wagner por aceitarem o convite para integrar a banca examinadora.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a todos que de alguma maneira contribuíram para minha formação e me ajudaram a chegar até aqui.

Beatriz da Silva Wagner

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me iluminado durante toda esta trajetória e por ter me dado sabedoria, saúde e força para chegar até aqui.

Aos meus pais e demais familiares que me incentivaram e sempre estiveram ao meu lado, me proporcionando força nos momentos difíceis, compartilhando os momentos felizes e compreendendo a minha ausência nos momentos em que tive que me dedicar integralmente a realização deste sonho.

À Beatriz da Silva Wagner, pelo companheirismo durante esses anos e pela dedicação no desenvolvimento deste trabalho, sua colaboração foi fundamental para atingirmos o objetivo.

Aos professores que compartilharam conhecimentos, experiências e que foram capazes de fazer a diferença durante o processo de formação acadêmica, em especial ao professor e orientador Marcelo Cechinel e aos professores Paulo Henrique Wagner e Fernanda Soares de Souza por aceitarem fazer parte da banca examinadora.

Aos amigos que fiz durante esses anos e que seguem nesta nova etapa que se inicia.

Ao Guilherme Medeiros e à Eng^a Duane da Silva Jochen, por viabilizarem o acesso ao residencial onde desenvolvemos o presente trabalho.

Em suma, agradeço a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma durante todo o curso.

Raphael Pereira Mendes

“A habilidade pode te levar ao topo, mas é preciso caráter para te manter lá.” (JOHN WOODEN).

RESUMO

Tendo em vista a importância do correto diagnóstico das manifestações patológicas, em um contexto onde o desenvolvimento destas anomalias tornou-se cada vez mais frequente, devido a fatores como a negligência da boa prática construtiva, baixo investimento na qualificação da mão de obra, projetos defeituosos e ausência de controle e planejamento, o presente trabalho tem como objetivo analisar as manifestações patológicas existentes em um residencial multifamiliar localizado na cidade de Palhoça/SC. Para tanto, é necessário identificar tais manifestações, investigar as possíveis causas e apresentar correções adequadas para cada anomalia encontrada. Portanto apresentou-se, por meio de um relatório fotográfico, as manifestações patológicas observadas no objeto de estudo e, por meio de pesquisas bibliográficas, identificou-se as possíveis causas e propostas de soluções. Em suma, subentende-se que a ausência de cuidados construtivos e a presença de umidade foram responsáveis pela origem de diversos problemas patológicos. Ademais, a pesquisa apresenta conteúdo suficiente para fornecer informações relevantes a respeito da qualidade da construção do condomínio estudado.

Palavras-chave: Manifestações Patológicas. Estudo de Caso. Tratamentos.

ABSTRACT

In view of the importance of the correct diagnosis of pathological manifestations, in a context where the development of these anomalies has become increasingly frequent, due to factors such as the neglect of good constructive practice, low investment in the qualification of the workforce, defective projects and absence of control and planning, the present work aims to analyze the pathological manifestations existing in a multifamily residential located in the city of Palhoça/SC. For this purpose, it is necessary to identify such manifestations, investigate the possible causes and present appropriate corrections for each anomaly found. Therefore, through a photographic report, the pathological manifestations observed in the object of study were presented and, through bibliographical research, the possible causes and proposals for solutions were identified. In short, it is understood that the absence of constructive care and the presence of damp were responsible for the origin of several pathological problems. Moreover, the research presents sufficient content to provide relevant information about the quality of the construction of the condominium studied.

Keywords: Pathological Manifestations. Case Study. Treatments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Metas de controle da qualidade a serem alcançadas em cada etapa do processo ...	27
Figura 2 – Etapas de construção e uso das obras civis	32
Figura 3 – Padrões típicos de deslocamento e correspondentes fissuras.....	46
Figura 4 – Desenvolvimento da reação álcali-agregado no concreto	50
Figura 5 – Processo de lixiviação	50
Figura 6 – Carbonatação condicionada pela fissuração.....	52
Figura 7 – Tipos de corrosão e fatores que provocam.....	55
Figura 8 – Padrões de fissuração devido a deficiência de projeto	56
Figura 9 – Padrão de fissura por compressão simples.....	57
Figura 10 – Padrão de fissura em viga submetida a flexocompressão	57
Figura 11 – Viga sujeita a quadros de fissuração diversos.....	57
Figura 12 – Padrão de fissura por perda de aderência das barras.....	58
Figura 13 – Processo de deterioração dos revestimentos argamassados	60
Figura 14 – Vesícula em revestimento argamassado.....	61
Figura 15 – Empolamento em revestimento argamassado	62
Figura 16 – Desagregação do emboço por hidratação retardada do óxido de magnésio.....	62
Figura 17 – Fissuras ocasionadas por retração plástica	63
Figura 18 – Proliferação de fungos em fachada	64
Figura 19 – Descolamento do revestimento cerâmico.....	69
Figura 20 – Gretamento do revestimento cerâmico.....	72
Figura 21 – Eflorescência em revestimento cerâmico	73
Figura 22 – Deterioração das juntas	74
Figura 23 – Destacamento da pintura	76
Figura 24 – Eflorescência em revestimento com pintura	78
Figura 25 – Empolamento em superfície revestida com pintura	79
Figura 26 – Fungos em revestimento com pintura	80
Figura 27 – Enrugamento de superfície revestida com pintura	81
Figura 28 – Fissuras em superfície revestida com pintura	82
Figura 29 – Fissuras devido à resistência à tração do bloco superior à resistência a tração da argamassa de assentamento	84
Figura 30 – Fissuras devido à resistência à tração do bloco ser inferior ou igual a resistência a tração da argamassa de assentamento.....	85

Figura 31 – Fissuras devido à carregamento uniformemente distribuído em parede sem abertura	85
Figura 32 – Fissuras devido à carregamento uniformemente distribuído em parede com abertura	86
Figura 33 – Fissuras devido à deformação dos elementos estruturais superiores e inferiores	86
Figura 34 – Fissuras devido à deformação dos elementos estruturais de suporte	87
Figura 35 – Fissuras devido à maior deformação do elemento estrutural superior em comparação ao elemento estrutural inferior.	87
Figura 36 – Fissuras devido à deformação dos elementos estruturais em balanço	88
Figura 37 – Fissuras devido ao recalque diferencial das fundações.....	88
Figura 38 – Fissuras devido a movimentação higrotérmica	89
Figura 39 – Fissuras causadas por dilatação térmica.....	90
Figura 40 – Eflorescência em alvenaria	90
Figura 41 – Fissuras causadas por carregamento vertical uniforme em alvenaria sem aberturas	91
Figura 42 – Fissuras causadas por carregamento vertical uniforme em alvenaria com aberturas	91
Figura 43 – Fissuras causadas por carregamento vertical concentrada	92
Figura 44 – Fissuras causadas por recalque diferencial	93
Figura 45 – Fissuras causadas por recalque diferencial	93
Figura 46 – Fissura causada por fundações excessivamente flexíveis	94
Figura 47 – Fissura causada por movimentação higroscópica em encontros de alvenarias expostos a umidade.....	94
Figura 48 – Fissura causada por movimentação higroscópica em fiadas inferiores	95
Figura 49 – Fissura causada por retração de secagem das lajes	95
Figura 50 – Residencial multifamiliar utilizado como objeto de estudo.....	96
Figura 51 – Planta baixa do residencial multifamiliar.....	96
Figura 52 – Estrutura básica para resolução de problemas patológicos.....	97
Figura 53 – Corrosão da armadura dos pilares centrais da garagem	103
Figura 54 – Corrosão da armadura do pilar de canto da garagem.....	103
Figura 55 – Cobrimento da armadura.....	105
Figura 56 – Fissuras mapeadas	108
Figura 57 – Fissura por ausência de contraverga	110
Figura 58 – Fissura por ausência de verga	110

Figura 59 – Detalhe verga e contraverga.....	111
Figura 60 – Fissuras horizontais abaixo da janela.....	112
Figura 61 – Fissuras horizontais em paredes de alvenaria contínuas.....	113
Figura 62 – Trincas verticais no canto da parede.....	114
Figura 63 – Vesícula em revestimento argamassado localizada na casa de máquinas.....	116
Figura 64 – Proliferação de fungos em fachada.....	118
Figura 65 – Influência da rugosidade na aderência de material particulado.....	120
Figura 66 – Ausência de pingadeira nas sacadas e erro na execução das cimalhas.....	120
Figura 67 – Cimalhas deterioradas.....	121
Figura 68 – Cimalhas com pingadeiras bloqueadas devido a pintura texturizada.....	121
Figura 69 – Geometria adequada dos peitoris.....	123
Figura 70 – Pingadeira para proteção de muro.....	123
Figura 71 – Eflorescência em revestimento cerâmico.....	124
Figura 72 – Deterioração da argamassa de rejuntamento.....	128
Figura 73 – Exemplos de correta execução (primeira representação) e má execução (duas últimas representações) do rejuntamento.....	128
Figura 74 – Destacamento da pintura do muro lateral com pingadeira.....	131
Figura 75 – Destacamento da pintura do muro lateral sem pingadeira.....	131
Figura 76 – Destacamento da pintura em muro da área de uso comum sem pingadeira.....	132
Figura 77 – Causas do aporte e remoção da água nas alvenarias.....	133
Figura 78 – Base do muro em bloco de concreto.....	134
Figura 79 – Base do muro em bloco de concreto antes do destacamento.....	134
Figura 80 – Vazios de concretagem em pilar.....	135

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução do déficit habitacional	24
Gráfico 2 – Evolução do custo do projeto de acordo com a sua duração (qualitativa)	28
Gráfico 3 – Evolução do desempenho com a duração do projeto	29
Gráfico 4 – Evolução do desempenho com o investimento no projeto	30
Gráfico 5 – Desempenho ao longo do tempo	32
Gráfico 6 – Lei de Sitter, 1984	33
Gráfico 7 – Distribuição relativa da incidência das manifestações patológicas nas estruturas em concreto aparente.....	39
Gráfico 8 – Origem das manifestações patológicas com relação às etapas de produção e uso das obras civis	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Vida útil de projeto (VUP)	31
Quadro 2 – Problemas típicos decorrentes de ausência de investigação para os diferentes tipos de fundações	43
Quadro 3 – Análise percentual das causas de problemas patológicos em estruturas de concreto	47
Quadro 4 – Principais impurezas dos areais e suas consequências nas argamassas e revestimentos	66
Quadro 5 – Principais impurezas dos areais e suas consequências nas argamassas e revestimentos	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAIN – Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias

ABRAFATI – Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas

ASMT – *American Society for Testing and Materials*

BNH – Banco Nacional da Habitação

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CaCl_2 – Cloreto de cálcio

CaO – Óxido de cálcio

Ca(OH)_2 – Hidróxido de cálcio

CO_2 – Dióxido de carbono ou gás carbônico

Fe – Ferro

Fe^{++} – Íon ferro

Fe_2O_3 – Óxido de ferro

FeS_2 – Sulfeto de ferro

FGV – Fundação Getúlio Vargas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

K_2O – Óxido de potássio

Na_2O – Óxido de sódio

NBR – Norma Brasileira

O_2 – Oxigênio

$(\text{OH})^-$ – Íon hidroxílico

pH – Potencial hidrogeniônico

PMCMV – Programa Minha Casa Minha Vida

ppm – Partes por milhão

PVA – Acetato de polivinila

RAA – Reação álcali-agregado

RCA – Revestimento cerâmico aderente

S – Enxofre

SO_2 – Dióxido de enxofre

VU – Vida útil

VUP – Vida útil de projeto

$^{\circ}\text{C}$ – Graus Celsius

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
1.1	TEMA E DELIMITAÇÃO	18
1.2	JUSTIFICATIVA	19
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	20
1.4	OBJETIVOS	20
1.4.1	Objetivo geral	20
1.4.2	Objetivos específicos	20
1.5	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	20
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	MERCADO HABITACIONAL NO BRASIL	23
2.2	EXECUÇÃO DE OBRAS RESIDENCIAIS	25
2.3	PARÂMETROS DE DESEMPENHO E NORMATIVO.....	30
2.4	PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES.....	37
2.5	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	38
2.5.1	Manifestações patológicas das fundações.....	40
2.5.2	Manifestações patológicas das estruturas de concreto armado	46
2.5.3	Manifestações patológicas dos revestimentos	59
2.5.3.1	Manifestações patológicas dos revestimentos argamassados.....	59
2.5.3.2	Manifestações patológicas dos revestimentos cerâmicos.....	68
2.5.3.3	Manifestações patológicas das pinturas.....	75
2.5.4	Manifestações patológicas das alvenarias não estruturais	83
2.5.5	Manifestações patológicas das alvenarias estruturais.....	91
3	APRESENTAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	96
4	PROCESSO DE INSPEÇÃO.....	97
4.1	LEVANTAMENTO DE SUBSÍDIOS	98
4.1.1	Vistoria do local.....	98
4.1.2	Anamnese	99
4.1.3	Exames complementares.....	99
4.1.4	Pesquisa.....	99
4.2	DIAGNÓSTICO	100
4.3	DEFINIÇÃO DE CONDUTA	100

4.3.1 Alternativas de intervenção.....	100
4.3.2 Terapia	101
5 ESTUDO DE CASO	102
5.1 EXPOSIÇÃO E CORROSÃO DA ARMADURA.....	102
5.2 FISSURAS E TRINCAS	107
5.3 VESÍCULAS.....	116
5.4 MANCHAS.....	118
5.5 EFLORESCÊNCIA EM REVESTIMENTO CERÂMICO.....	124
5.6 DETERIORAÇÃO DAS JUNTAS.....	127
5.7 DESTACAMENTO COM EMPOLAMENTO DA PINTURA.....	130
5.8 VAZIOS DE CONCRETAGEM	135
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	138
REFERÊNCIAS	140
APÊNDICES	152
APÊNDICE A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE UTILIZAÇÃO DE IMAGEM....	153

1 INTRODUÇÃO

O ramo da construção civil, além de empregar milhares de trabalhadores em vários setores, também é responsável por movimentar a economia do país, através da geração de renda, investimento e tributos. Nos últimos anos o mercado brasileiro da construção civil passou por uma grande recessão, porém neste segundo semestre de 2019, de acordo com o IBGE (2019), o setor da construção subiu 2% em comparação ao mesmo período do ano anterior, depois de 20 trimestres contínuos de queda.

Importante ressaltar que, no entender da CBIC (2019a), o resultado positivo do setor veio através do setor imobiliário, pois as áreas de infraestrutura e demais obras continuam enfraquecidas. Mas, apesar da pequena e vagarosa melhora, a Exame (2019a) afirma que o ramo da construção continua muito inferior em relação a fase pré-crise, estando ainda com 27% abaixo do registrado no início de 2014.

Apesar da fase delicada, os profissionais da construção civil devem sempre serem responsáveis quanto a mão de obra contratada, material utilizado e projetos elaborados. A atividade de construir, pode muitas vezes ocorrer sem a devida atenção às normas e boas práticas construtivas, principalmente em períodos onde a busca por imóveis encontra-se em alta e o mercado exige um tempo de execução reduzido. As falhas de projeto, erros de execução ou utilização de materiais inadequados tendem a ocasionar o surgimento de manifestações patológicas.

Diante deste contexto, este Trabalho de Conclusão de Curso tem como finalidade principal, analisar as manifestações patológicas de um condomínio residencial multifamiliar localizado no município de Palhoça, buscando identificar as possíveis causas e apresentar soluções viáveis para cada uma delas.

1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO

Será desenvolvido a análise das manifestações patológicas existentes em um residencial multifamiliar localizado na cidade de Palhoça. Não será avaliado se o edifício atende aos critérios da norma de desempenho, tendo em vista que o mesmo foi executado antes da entrada em vigor da NBR 15575/2013.

1.2 JUSTIFICATIVA

A construção civil apresenta-se como um dos setores mais dinâmicos, a sua cadeia produtiva influencia amplamente na economia brasileira. Em seu macrossetor está incluso toda a extensa cadeia de atividades ligadas à construção, contemplando desde indústria fornecedora de insumos até a prestadora de serviços (ALENCAR; FREJ, 2010).

A execução de obras e serviços, em maior ou menor proporção, tem como objetivo o equilíbrio entre três fatores importantes, sendo eles preço, prazo e qualidade, mesmo que por vezes estes conceitos estivessem implícitos nos contratos (THOMAZ, 2001).

Aspectos dúbios, subentendido e omissões, com ou sem a intenção de dolo, têm causado inúmeros prejuízos a consumidores (diretos ou indiretos) e, mesmo que em menor proporção, até mesmo a fornecedores. Considerando as diferentes faces e os inúmeros intervenientes no processo construtivo, é consenso que projetos individuais de boa qualidade não garantem a boa qualidade global do projeto, assim como especificações corretas de materiais e serviços, por seu turno, não garantem a boa qualidade da construção (THOMAZ, 2001, p.43).

O mercado da construção civil brasileiro ainda emprega mão de obra pouco qualificada, consequência do baixo investimento das empresas em qualificação profissional (CAMPOS FILHO, 2004). Frente a esta realidade, Almeida (2008) afirma que o ato de construir deve seguir um conjunto rigoroso de procedimentos, resultando em um processo que envolve planejamento, projeto e execução, aliados a adequado plano de manutenção. A existência de falhas em quaisquer dessas atividades torna iminente o surgimento das manifestações patológicas. A correção destas anomalias por sua vez possui um elevado custo, e com relação a este quesito, Thomaz (1989, p. 15) salienta:

[...] os encargos decorrentes dessas reformas desnecessárias representam também um grande ônus para a economia dos países pobres, onde via de regra, há enorme carência de habitações, de materiais de construção, de mão de obra especializada e de recursos de uma forma geral.

O desenvolvimento do presente trabalho encontra abrigo no supracitado para sua justificativa, bem como na relevância da identificação das origens das manifestações patológicas. Este é o primeiro passo para que seja aplicada a correta terapia em cada caso, fornecendo subsídio para que seja compreendido em que fase do processo houve falha, o que leva a uma melhoria contínua, proporciona qualidade superior no produto final e promove a consequente redução do custo de manutenção.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Na construção civil, todas as atividades devem ser realizadas com esmero, caso contrário, diversas anomalias podem se desenvolver no decorrer do tempo. Neste sentido, é importante salientar a necessidade de uma perfeita elaboração dos projetos, assim como o emprego da boa prática construtiva. Apesar dessa importância, muitas vezes esses cuidados são ignorados, ocasionando problemas patológicos que devem ser analisados e tratados corretamente. Portanto, de acordo com o supracitado, o problema de pesquisa será a respeito das manifestações patológicas encontradas em um residencial multifamiliar utilizado como objeto de estudo, assim como as possíveis causas e quais tratamentos podem ser efetuados.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Analisar as principais manifestações patológicas existentes no edifício residencial multifamiliar localizado na cidade de Palhoça.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar as manifestações patológicas existentes no edifício;
- Investigar as possíveis causas de tais manifestações;
- Realizar proposta de correção para as anomalias apresentadas;
- Elaborar revisão bibliográfica acerca das possíveis causas e respectivas correções.

1.5 METODOLOGIA DE PESQUISA

Quanto à natureza, este trabalho trata-se de uma pesquisa aplicada, pois conforme Silveira e Córdova (2009, p. 35), “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos [...]”. Referente à abordagem, enquadra-se em uma pesquisa qualitativa. De acordo com Córdova e Silveira (2009, p. 32):

Os pesquisadores que utilizam os métodos qualitativos buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores e

as trocas simbólicas nem se submetem à prova de fatos, pois os dados analisados são não-métricos (suscitados e de interação) e se valem de diferentes abordagens.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória, por se tratar de um estudo de caso desenvolvido em um residencial multifamiliar.

Pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Este tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionalizáveis (GIL, 2008, p. 27).

Como neste trabalho será explicado os motivos que ocasionaram as manifestações patológicas, a pesquisa enquadra-se também no tipo explicativa, pois este tipo de pesquisa possui “[...] como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Este é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas.” (GIL, 2008, p. 25).

No que concerne ao procedimento, caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica, pois “é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científico.” (GIL, 2008, p. 50). Adequa-se também na modalidade de estudo de caso, por se tratar de um “estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado [...]” (GIL, 2008, p. 57-58). Os levantamentos realizados neste trabalho serão com o objetivo de identificar as manifestações patológicas encontradas, assim como as possíveis causas e soluções.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho divide-se em seis capítulos.

Capítulo 1 aborda a introdução, delimitação da pesquisa, justificativa para a elaboração deste estudo, problema de pesquisa, objetivos a serem alcançados, bem como a metodologia de pesquisa e a estrutura do trabalho.

Capítulo 2 tratará do referencial teórico, composto pelos seguintes tópicos: mercado habitacional no Brasil, execução de obras residenciais, parâmetros de desempenho e normativo, patologia das construções e principais manifestações patológicas.

Capítulo 3 apresentará o objeto de estudo utilizado para a realização do estudo de caso, exibindo informações referentes ao número de blocos existentes no residencial, quantidade de apartamentos, total de habitantes, data de entrega da obra, assim como imagens referentes a localização dos blocos e das áreas comuns.

Capítulo 4 expõe o processo de inspeção utilizado, baseado em uma estrutura básica de análise dividida em três partes distintas para organizar e facilitar o entendimento dos problemas patológicos apresentados.

Capítulo 5 retratará o estudo de caso realizado, mostrando todas as manifestações patológicas encontradas, assim como suas possíveis causas e os tratamentos viáveis.

Capítulo 6 exhibe as considerações finais acerca do assunto abordado, apresentando sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

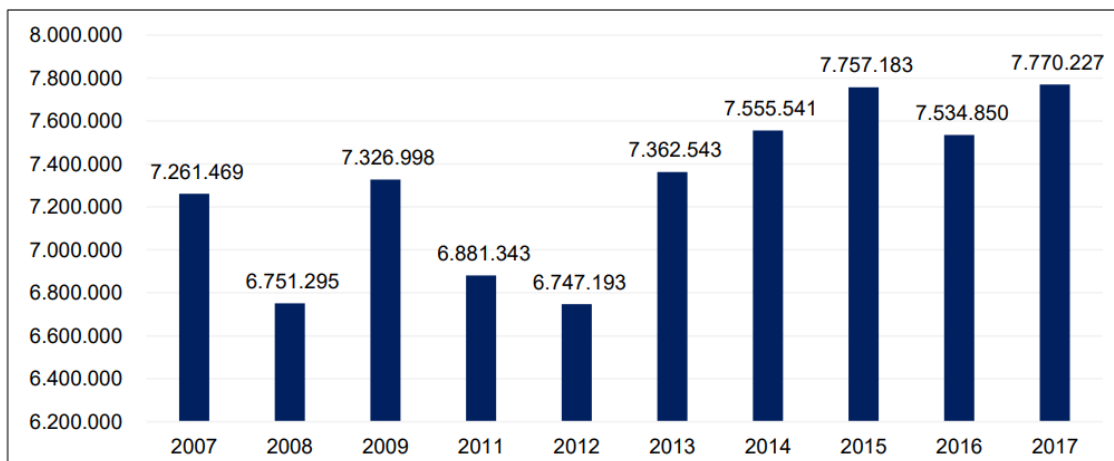
O referencial teórico descrito a seguir apresenta os conceitos inerentes ao tema. Todas as informações mencionadas neste capítulo servem como embasamento para facilitar o entendimento de todos os conteúdos envolvidos nesta pesquisa.

2.1 MERCADO HABITACIONAL NO BRASIL

A moradia é uma necessidade básica de todos os indivíduos, trata-se de um direito humano universal essencial para a sobrevivência digna. Desordi e Strucker (2015) afirmam que “a habitação constitui uma condição básica para a formação de uma sociedade menos desigual e mais inclusiva”. Frente a essa realidade, ao longo da história foram desenvolvidas diferentes políticas habitacionais com a finalidade de promover acesso a habitação para a população de baixa renda, como é o caso do Programa Habitacional Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Segundo Desordi e Strucker (2015) constata-se que a finalidade do PMCMV é a criação de mecanismos que proporcionem meios de incentivo a construção, aquisição, requalificação ou reforma de moradias situadas em área rural ou urbana para famílias com renda mensal de até R\$4.650,00 (quatro mil seiscentos e cinquenta reais).

O programa foi criado em 2009 e considerado por muitos o melhor programa de habitação popular criado pelo governo federal. No entender de Porcionato (2017), tal programa atende dois mercados distintos, um voltado a famílias de baixa renda e outro ao público com rendimentos inferiores, mas que ainda assim conseguiriam arcar por conta própria um financiamento a longo prazo com subsídios fornecidos pelo governo. Apesar do significativo déficit habitacional existente, apresentado no Gráfico 1, o mercado dos imóveis voltados ao público de baixa renda, alavancado pelo PMCMV, apresenta sinais positivos no número de residências financiadas, e segue respondendo pela grande maioria de vendas no mercado habitacional, mas infelizmente o programa ainda está longe de suprir a demanda habitacional no país.

Gráfico 1 – Evolução do déficit habitacional



Fonte: FGV *apud* ABRAINC, 2018, p. 11.

Ainda sobre o PMCMV, CBIC (2019b) salienta que esse projeto trouxe novas propostas para o mercado habitacional, anos após o fechamento do Banco Nacional da Habitação (BNH) e da desarticulação do Sistema Financeiro da Habitação. Fazendo uma comparação direta dos resultados, o BNH esteve ativo durante 22 anos e entregou à população 4,5 milhões de unidades, o PMCMV está em vigor a 10 anos e entregou até o momento aproximadamente 5,5 milhões de unidades. O programa atuou diretamente na redução do déficit habitacional, criou meios de reduzir os riscos atrelados a operações de financiamento habitacional para famílias de baixa renda, estimulou o retorno destes empréstimos e, desde sua criação, proporcionou investimentos permanentes na construção de moradias populares.

O país atravessa uma fase de alto desemprego, que aliado a redução do crédito para financiamento de imóveis torna cada vez mais difícil a realização do sonho da casa própria. Vivenciamos um período econômico singular quando comparado a primeira década do século XXI, onde, segundo Brito e Leão Júnior (2018, p. 69), o ciclo de crescimento atraiu diversos investidores estrangeiros ao mercado brasileiro, e fatores relevantes como a estabilidade política e o crescimento da economia nacional foram cruciais para essa conquista. Como resultado, no ano de 2008 houve significativo aumento no nível de segurança para os investidores, ampliando o interesse no mercado brasileiro.

Nesse cenário positivo, as políticas de distribuição de renda e de desenvolvimento regional conduzidas pelo governo federal aumentaram o tamanho do mercado, inserindo novos consumidores, o que levou à maximização da capacidade de consumo do mercado interno. O mercado imobiliário, assim como outros setores da economia, beneficiou-se das políticas e intensificou sua atuação com o suporte, muitas vezes, de investimentos estrangeiros (BRITO; LEÃO JÚNIOR, 2018, p. 69).

Determinados setores da economia possuem características cíclicas, como é o caso da incorporação imobiliária. Segundo ABRAINC (2017) esses setores são considerados sensíveis às variações macroeconômicas onde o consumo é afetado pela condição geral política, econômica e climática. Observando as potencialidades do mercado habitacional brasileiro fica nítida a necessidade de inversões no setor para que ocorra a retomada no crescimento.

Reforçando a ideia citada anteriormente, de acordo com ABRAINC (2019), em uma pesquisa feita em parceria com a Fundação Getúlio Vargas (FGV), “o déficit de moradias cresceu 7% em apenas dez anos, de 2007 a 2017, tendo atingido 7,78 milhões de unidades habitacionais em 2017”. Grande parte do déficit é formada por famílias que ganham até 3 salários mínimos por mês, mas essa demanda também afeta os consumidores de renda intermediária.

Esses resultados evidenciam a incidência regressiva das carências habitacionais no Brasil, bem como a necessidade de priorizar programas voltados para sanar o descompasso entre as necessidades habitacionais e a oferta de condições adequadas de moradia nas faixas de renda mais baixas (ABRAINC, 2018, p.11)

A Exame (2019b) afirma que as unidades comercializadas pelo PMCMV, somaram 12.625 unidades lançadas em junho, 77,5% do total no mês. Em comparação com junho de 2018 representa uma alta de 8,6%. No entanto, o mercado que apresenta as maiores taxas de crescimento é o do segmento residencial de médio e alto padrão, que cresceu 17,1% no acumulado de 12 meses até junho. Foram 3.673 novas unidades lançadas em junho, um avanço de 119,4% na comparação com junho do ano passado.

2.2 EXECUÇÃO DE OBRAS RESIDENCIAIS

Em um mercado onde a demanda e agilidade refletem diretamente na lucratividade das empresas, muitas vezes ocorre a negligência da boa prática construtiva na execução de obras, principalmente ao se tratar de obras residenciais. Almeida (2017, p. 1) explica melhor esta questão a seguir:

[...] o mercado está cada vez mais competitivo e seleciona as construtoras que conseguem entregar as obras em um intervalo de tempo menor e com um custo inferior. Contudo tais fatores podem influenciar na qualidade da construção, que, às vezes, evidenciadas pela baixa qualidade da mão de obra, colaboram com o surgimento de manifestações patológicas na edificação.

A falta de gestão, controle de obra e planejamento provocam inúmeros problemas desde a etapa inicial da construção até o período posterior a entrega da obra. A omissão desses serviços é um dos principais motivos que afetam a produtividade, onde, segundo Lucio, Araujo e Albuquerque Bisneto (2016), podem ocorrer pela falta de projeto, métodos ultrapassados e dificuldade de comunicação entre setores.

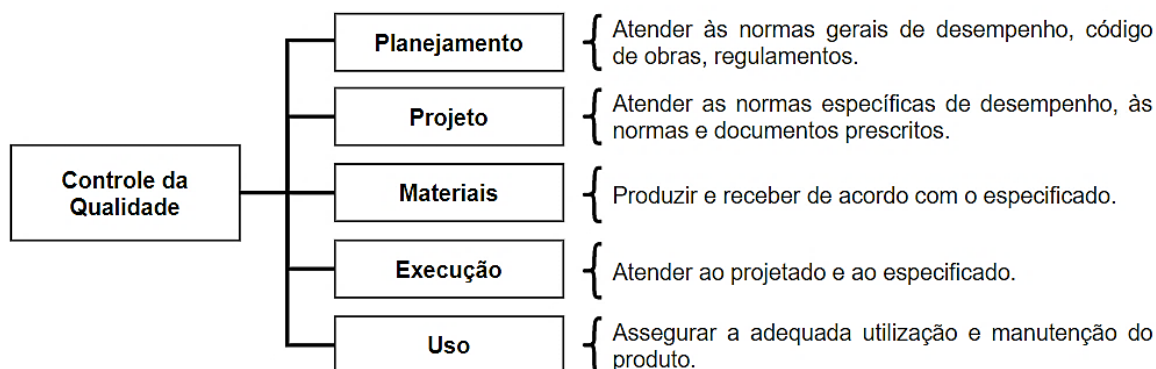
A falta de um projeto bem elaborado e até mesmo a utilização de métodos ineficazes “leva ao improviso na hora de executar determinado serviço. Se tratando de obras de engenharia, a ‘gambiarra’ gera inúmeros transtornos, [...] levando aos inúmeros casos de patologias nas edificações.” (LUCIO; ARAUJO; ALBUQUERQUE BISNETO, 2016, p. 154). Já a comunicação é primordial para que todas as informações sejam recebidas por todos os envolvidos da obra, desde o engenheiro civil até o servente, incluindo até mesmo os fornecedores. É através dela que se expõe ideias, opiniões e soluções, já sua ausência pode gerar mensagens inadequadas e, como consequência, improdutividade.

O controle da qualidade é um fator relevante na atividade de construir. Proporciona à empresa redução significativa no desperdício de materiais e retrabalhos, assegura estabilidade e previsibilidade aos processos, além de um maior valor agregado ao produto proveniente de um controle mais rigoroso realizado em cada etapa. Logo, em concordância com Souza e Mekbekian (1996, p. 91):

A qualidade de obra como um todo é resultante do seu planejamento e gerenciamento, da organização do canteiro de obras, das condições de higiene e segurança do trabalho, da correta operacionalização dos processos administrativos em seu interior, do controle de recebimento e armazenamento de materiais e equipamentos e da qualidade na execução de cada serviço específico do processo de produção.

Helene e Terzian (1992, p. 34) explicam que os problemas construtivos são encontrados em todas as etapas da obra, desde o processo de produção até o uso da edificação. Logo, o controle da qualidade contará com metas específicas em cada etapa, cujo objetivo é atingir um resultado final que cumpra com as exigências do cliente, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Metas de controle da qualidade a serem alcançadas em cada etapa do processo



Fonte: Helene e Terzian, 1992, p. 34.

A falta de mão de obra é outro grande empecilho para um bom trabalho de execução. Alcantara (2016) explica que a construção civil sempre foi um ramo conhecido por contratar trabalhadores de classe econômica baixa e sem aptidão, logo, devido à escassez de profissionais capacitados, diversas empresas abdicaram de exigências no momento da admissão, como experiência e qualificação.

[...] essa falta de capacitação aumenta o retrabalho e a propagação de erros no canteiro, acarretando uma produtividade baixa na execução obtendo um custo e um prazo maior. Em contrapartida, a partir de um processo de qualificação profissional, aplicada a esses profissionais, por meio de seus gestores, a equipe passa a apresentar serviços de melhor qualidade, atingindo uma maior produtividade e evitando desvios no prazo inicial estabelecido (VARGAS, 2016 *apud* BRANDALISE, 2017, p. 36-37).

Todo projeto possui uma relação entre desempenho, custo e tempo. A análise desses fatores deve ser feita em pares, sendo custo x tempo a relação mais importante, pois estão diretamente ligados entre si. Neste contexto, Vargas (2018) explica que os projetos executados em um prazo menor possuem custo elevado em razão da maior quantidade de carga horária necessária. Quando o tempo direcionado ao projeto é apropriado, ele alcança seu ponto mais baixo, ou seja, seu melhor custo. Em seguida, o custo se eleva novamente graças à ineficácia no projeto e à ausência de produtividade. Tal situação é demonstrada no Gráfico 2 e exemplificada a seguir:

Se uma pessoa constrói uma casa de alvenaria em dois meses, o custo será elevado devido à grande quantidade de pessoas trabalhando, muitas delas em regime de horas extras, e devido à grande necessidade de controle, tornando os custos de administração significativamente mais altos. Se a pessoa dispõe de dez a 12 meses para a construção, encontrará um valor mínimo de custo (ideal). Porém, se demorar vários anos para construir a casa, seu custo voltará a aumentar devido a perdas de material estocado, retrabalho (ineficiência) e muitas vezes a uma exposição muito maior às mudanças de escopo (opiniões, desejos, percepções e realidade mudam com o tempo) (VARGAS, 2018, p. 41).

Gráfico 2 – Evolução do custo do projeto de acordo com a sua duração (qualitativa)



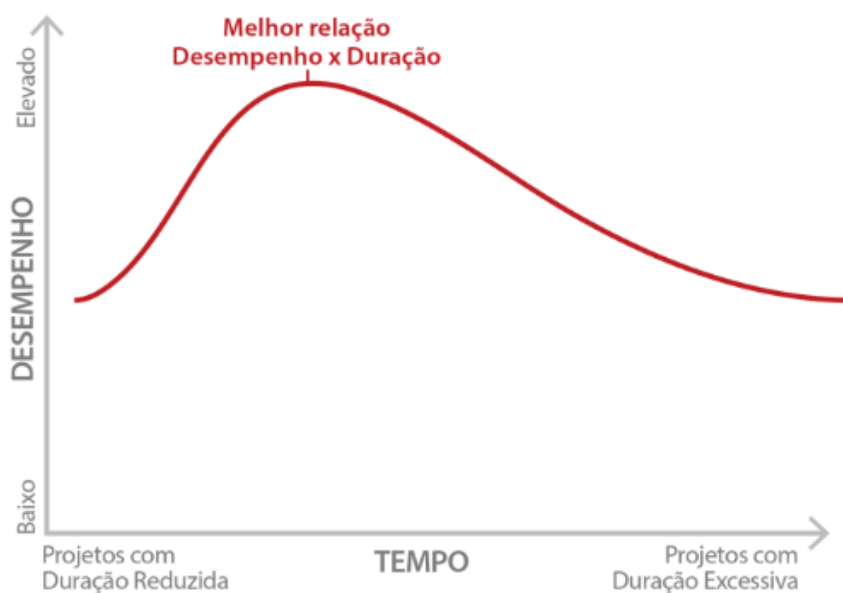
Fonte: Vargas, 2018, p. 41.

A relação de desempenho e tempo também é levada em consideração. Vargas (2018) assegura que em projetos com tempo curto, o desempenho é afetado pela rapidez na execução. Já em projetos com tempo ideal, o desempenho é absoluto. Logo depois, a qualidade do projeto se firma e pode até mesmo decair em virtude da ineficácia e falta de motivação da equipe, como pode ser visto no Gráfico 3.

Para melhor entendimento:

É impossível construir uma casa de alvenaria de qualidade em dois dias. Se o construtor dispõe de dez a 12 meses para a construção, encontrar-se-á o ponto ideal de qualidade. Porém, se o construtor levar cinquenta anos para construir uma casa relativamente simples, isso resultará em perda de qualidade por ineficiência, uma vez que a estrutura da casa, a alvenaria e os outros componentes estarão expostos às intempéries e à destruição durante todo o período do projeto e, muito provavelmente, o time do projeto deverá ter sido modificado inúmeras vezes nesses cinquenta anos (VARGAS, 2018, p. 42).

Gráfico 3 – Evolução do desempenho com a duração do projeto



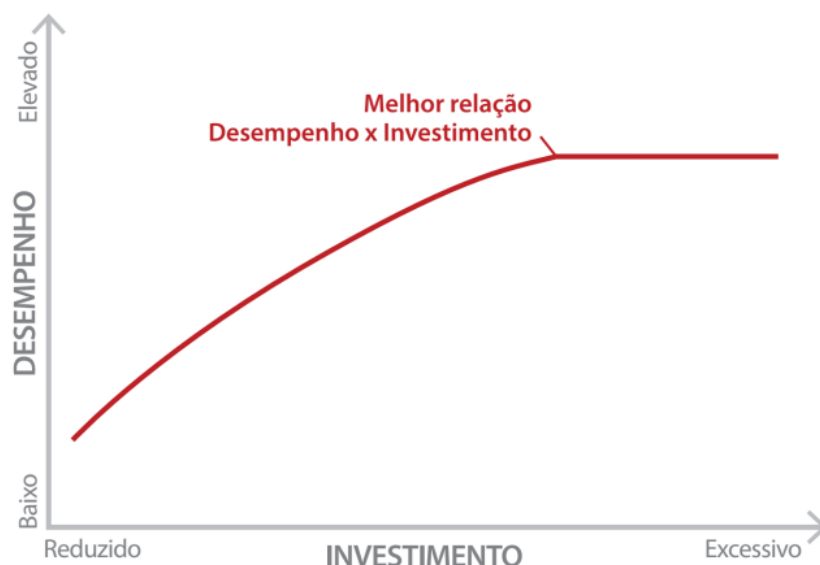
Fonte: Vargas, 2018, p. 42.

Quanto ao desempenho e custo, Vargas (2018) garante que esta relação possui vínculo direto entre si, pois a qualidade da obra depende do investimento realizado. Apesar disso, ao alcançar certo grau de investimento é inviável direcionar mais capital ao desempenho, visto que há outros fatores restritivos no projeto, como prazo e riscos, por exemplo.

Tal cenário pode ser visualizado no Gráfico 4 e melhor explicado a seguir:

Quanto mais capital se utiliza para construir uma casa, maior qualidade ela terá, pois utilizará materiais superiores e mão de obra mais qualificada. Porém, após um determinado patamar de investimento, o desempenho se estabiliza porque os limitantes do desempenho passam a ser outros, tais como o escopo e o tempo (VARGAS, 2018, p. 43).

Gráfico 4 – Evolução do desempenho com o investimento no projeto



Fonte: Vargas, 2018, p. 43.

2.3 PARÂMETROS DE DESEMPENHO E NORMATIVO

O desempenho de uma obra, segundo CBIC (2013), é o comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas e, caso tal desempenho seja da mesma edificação, poderá variar de local para local e de ocupante para ocupante, pois os cuidados realizados no uso e na manutenção são diferentes. Tal manutenção, segundo a NBR 15575-1/2013, é o “conjunto de atividades a serem realizadas ao longo da vida total da edificação para conservar ou recuperar a sua capacidade funcional e de seus sistemas constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários.” Logo, um bom desempenho atrelado a ações de manutenções regulares resulta em uma maior durabilidade, período de tempo em que um produto consegue exercer sua função sem comprometer o seu desempenho durante a vida útil.

Souza e Ripper (1998, p. 17) definem a vida útil (VU) de um produto como sendo “[...] o período durante o qual as suas propriedades permanecem acima dos limites mínimos especificados”, ou seja, é o período entre o começo de operação do produto e o instante em que seu desempenho chega ao fim. Diferente da vida útil de projeto (VUP) que, conforme NBR 15575-1/2013, é o período de tempo previamente estimado para qual um sistema é projetado com objetivo de suprir as exigências estipuladas na norma. A VUP geralmente é especificada através de pesquisas de opiniões entre especialistas, usuários e demais indivíduos envolvidos na construção. De forma clara, o tempo de vida útil real será a vida útil de projeto influenciada por fatores de manutenção, de utilização, da natureza e do seu entorno.

Ainda parafraseando a NBR 15575-1/2013, o projetista, responsável por determinar a vida útil de projeto, também deve indicar quais manutenções devem ser realizadas. No projeto deve estar especificado a vida útil de projeto de cada sistema individualmente, com valores iguais ou superiores aos mostrados no Quadro 1. O prazo de vida útil de uma obra inicia a partir da data de sua conclusão, comprovada através da emissão do documento legal que atesta a conclusão.

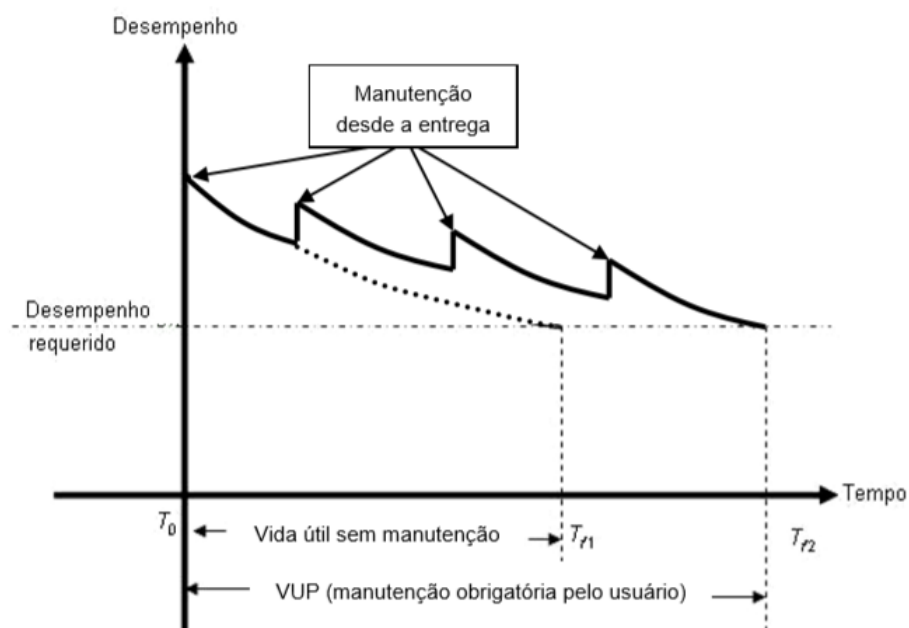
Quadro 1 – Vida útil de projeto (VUP)

Sistema	VUP mínima anos
Estrutura	≥ 50 segundo ABNT NBR 8681-2003
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

Fonte: NBR 15575-1/2013.

Segundo CBIC (2013) e a NBR 15575-1/2013, para um determinado produto alcançar um desempenho igual ou superior ao esperado e, conseqüentemente, prolongar sua vida útil, é necessário utilizá-lo de maneira correta e realizar manutenções periodicamente conforme recomendações do fabricante. Tais manutenções devem recuperar parte do desempenho perdido, geralmente ocasionado por degradação ou pelo produto estar ultrapassado, como mostra o Gráfico 5.

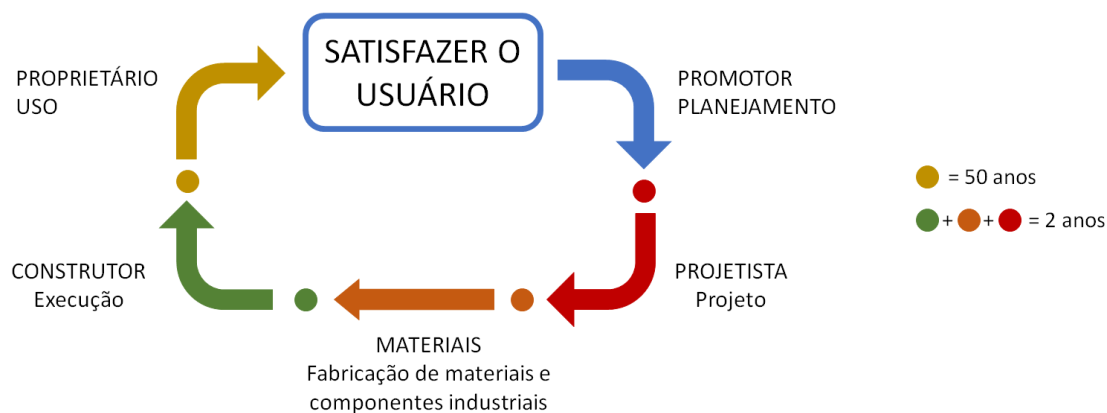
Gráfico 5 – Desempenho ao longo do tempo



Fonte: NBR 15575-1/2013.

Red Rehabilitar (2003 *apud* TUTIKIAN; PACHECO, 2013, p. 3) explica que “o processo de construção e uso pode ser dividido em cinco etapas: planejamento, projeto, fabricação dos materiais e componentes fora do canteiro, execução e uso”. Tutikian e Pacheco (2013) ainda afirmam que as primeiras etapas demandam menor tempo, enquanto a última, fase de uso, é mais longa pois abrange a manutenção da edificação, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Etapas de construção e uso das obras civis

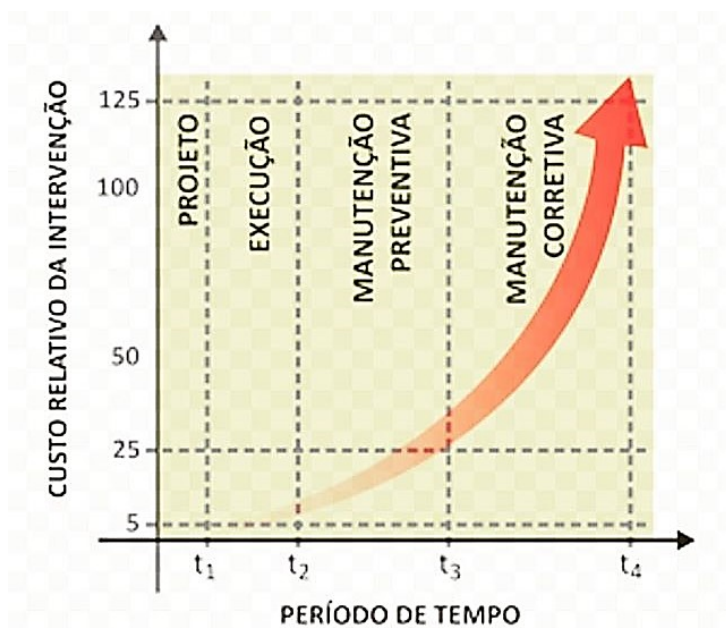


Fonte: Adaptado de Red Rehabilitar, 2003 *apud* TUTIKIAN; PACHECO, 2013, p. 3.

Tutikian e Pacheco (2013) explicam que a manutenção pode ser corretiva, preventiva ou preditiva/detectiva. A primeira é realizada para recuperar determinado dano. A segunda,

para manter o desempenho das estruturas. E a terceira, para acompanhar o desempenho da estrutura através de instrumentação. É importante ressaltar que quanto antes for realizado o diagnóstico da anomalia, mais eficiente e econômica torna-se a intervenção. Esta ideia é bem caracterizada na Lei de Sitter, ilustrada no Gráfico 6, onde pode ser visto que os gastos com a recuperação de uma estrutura variam com progressão geométrica de razão 5, o que significa que as ações corretivas seriam 5 vezes mais caras que intervenções preditivas.

Gráfico 6 – Lei de Sitter, 1984



Fonte: Tutikian; Pacheco, 2013, p. 6.

Souza e Ripper (1998) explicam que para o processo de manutenção ter bons resultados, é preciso utilizar métodos adequados de operação, controle e execução da obra, além de realizar uma análise custo-benefício. Para alcançar uma boa durabilidade é necessário optar por decisões e procedimentos que garantam um desempenho adequado ao longo da vida útil da obra.

Acontece que, no entanto, as estruturas e seus materiais deterioram-se mesmo quando existe um programa de manutenção bem definido, sendo esta deterioração, no limite, irreversível. O ponto em que cada estrutura, em função da deterioração, atinge níveis de desempenho insatisfatórios varia de acordo com o tipo de estrutura. Algumas delas, por falhas de projeto ou de execução, já iniciam as suas vidas de forma insatisfatória, enquanto outras chegam ao final de suas vidas úteis projetadas ainda mostrando um bom desempenho. Por outro lado, o fato de uma estrutura em determinado momento apresentar-se com desempenho insatisfatório não significa que ela esteja necessariamente condenada. [...] esta é a ocasião que requer imediata intervenção técnica, de forma que ainda seja possível reabilitar a estrutura (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 18).

A NBR 15575-1/2013 deixa claro que são exigências do usuário: segurança, habitabilidade, sustentabilidade e nível de desempenho. A segurança é subdividida da seguinte maneira: segurança estrutural, segurança contra o fogo e segurança no uso e na operação. Já a habitabilidade é composta pelos seguintes aspectos: estanqueidade, desempenho acústico, desempenho lumínico, desempenho térmico, funcionalidade e acessibilidade, saúde, higiene e qualidade do ar e conforto tátil e antropodinâmico. A sustentabilidade é formada pelos seguintes fatores: durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental. Quanto ao nível de desempenho, em função das necessidades básicas de segurança, saúde, higiene e de economia, são estabelecidos para os diferentes sistemas requisitos mínimos de desempenho.

Em relação ao desempenho estrutural, CBIC (2013) afirma que a estrutura deve atender aos seguintes aspectos:

- A) Não ruir ou perder a estabilidade de nenhuma de suas partes;
- B) Prover segurança aos usuários sob ação de impactos, vibrações e outras solicitações decorrentes da utilização normal da edificação, previsíveis na época do projeto;
- C) Não provocar sensação de insegurança aos usuários pelas deformações de quaisquer elementos da edificação, admitindo-se tal requisito atendido caso as deformações se mantenham dentro dos limites estabelecidos nesta Norma;
- D) Não repercutir em estados inaceitáveis de fissuras de vedações e acabamentos;
- E) Não prejudicar a manobra normal de partes móveis, tais como portas e janelas, nem repercutir no funcionamento anormal das instalações em face das deformações dos elementos estruturais;
- F) Atender às disposições das normas NBR 5629, NBR 11682 e NBR 6122 relativas às interações com o solo e com o entorno da edificação.

Quanto à segurança contra o fogo, é preciso verificar algumas condições. São elas:

- Proteger a vida dos ocupantes das edificações e áreas de risco, em caso de incêndio;
- Dificultar a propagação do incêndio, reduzindo danos ao meio ambiente e ao patrimônio;
- Proporcionar meios de controle e extinção do incêndio;
- Dar condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros. (NBR 15575-1/2013).

A respeito da segurança no uso e na operação, a NBR 15575-1/2013 informa que os sistemas prediais não podem apresentar:

- A) Rupturas, instabilidades, tombamentos ou quedas que possam colocar em risco a integridade física dos ocupantes ou de transeuntes nas imediações do imóvel;
- B) Partes expostas cortantes ou perfurantes;
- C) Deformações e defeitos acima dos limites especificados nas NBR 15575-2 a NBR 15575-6.

Sobre a questão da estanqueidade, é necessário evitar a infiltração da água de chuva e da umidade do solo. A NBR 15575-1/2013 indica alguns detalhes que devem ser realizados:

- a) condições de implantação dos conjuntos habitacionais, de forma a drenar adequadamente a água de chuva incidente em ruas internas, lotes vizinhos ou mesmo no entorno próximo ao conjunto;
- b) impermeabilização de porões e subsolos, jardins contíguos às fachadas e quaisquer paredes em contato com o solo, ou pelo direcionamento das águas, sem prejuízo da utilização do ambiente e dos sistemas correlatos e sem comprometer a segurança estrutural. Em havendo sistemas de impermeabilização, estes devem seguir a NBR 9575;
- c) impermeabilização de fundações e pisos em contato com o solo;
- d) ligação entre os diversos elementos da construção (como paredes e estrutura, telhado e paredes, corpo principal e pisos ou calçadas laterais).

Acerca do desempenho acústico, a NBR 15575-1/2013 utiliza-se da seguinte afirmação: “a edificação habitacional deve apresentar isolamento acústico adequado das vedações externas, no que se refere aos ruídos aéreos provenientes do exterior da edificação habitacional, e isolamento acústico adequado entre áreas comuns e privativas.” Referente ao desempenho lumínico:

Durante o dia, as dependências da edificação habitacional [...] devem receber iluminação natural conveniente, oriunda diretamente do exterior ou indiretamente, através de recintos adjacentes. Para o período noturno, o sistema de iluminação artificial deve proporcionar condições internas satisfatórias para ocupação dos recintos e circulação nos ambientes com conforto e segurança (NBR 15575-1/2013).

CBIC (2013) esclarece que o desempenho térmico depende de inúmeros fatores, como topografia, temperatura, umidade do ar, direção e velocidade do vento. Assim como o nível de satisfação ou insatisfação depende das atividades realizadas dentro do imóvel, quantidade de mobílias, número de ocupantes, entre outros fatores. Relacionado a funcionalidade e acessibilidade, CBIC (2013) pontua alguns quesitos:

- O pé direito mínimo deve ser de 2,50m;
- A edificação deve ser abastecida por um sistema predial de água fria e quente com pressão, vazão e volume suficientes, considerando a simultaneidade de uso;
- O espaço de cada ambiente da habitação deve ser compatível com as necessidades humanas;
- O sistema de esgoto da edificação deve coletar e afastar as águas servidas nas vazões com que geralmente são descarregados os aparelhos, sem que ocorra

transbordamento, acúmulo na instalação, contaminação do solo ou retorno a aparelhos não utilizados;

- As calhas e condutores devem aguentar a vazão de projeto, calculada com base na intensidade de chuva empregada para a localidade e para um determinado período de retorno;
- A edificação deve dispor de uma quantidade mínima de unidades para pessoas com deficiência física ou com mobilidade reduzida.

Relativo à saúde, higiene e qualidade do ar, a NBR 15575-1/2013 explica que é necessário “propiciar condições de salubridade no interior da edificação, considerando as condições de umidade e temperatura no interior da unidade habitacional, aliadas ao tipo dos sistemas utilizados na construção.” Enquanto que para a questão do conforto antropodinâmico, CBIC (2018, p. 132) explica que “deve ser limitada a deformabilidade de pisos, a declividade de rampas, a velocidade de elevadores e outros.” A NBR 15575-1/2018 ainda complementa com informações a respeito do conforto tátil:

Não prejudicar as atividades normais dos usuários, dos edifícios habitacionais, quanto ao caminhar, apoiar, limpar, brincar e semelhantes. Não apresentar rugosidades, contundências, depressões ou outras irregularidades nos elementos, componentes, equipamentos e quaisquer acessórios ou partes da edificação.

Para complementar o que já foi dito até então a respeito da manutenibilidade, CBIC (2013, p. 214) explica o seguinte:

A NBR 15575 – Partes 1 a 6 – estabelece que todos os componentes, elementos e sistemas devem manter a capacidade funcional durante a vida útil de projeto. É necessário que sejam procedidas intervenções periódicas de manutenção especificadas pelos respectivos fornecedores. Devem ser realizadas manutenções preventivas e, sempre que necessário, manutenções corretivas, realizadas assim que algum problema se manifestar, a fim de impedir que pequenas falhas progridam às vezes rapidamente para extensas patologias.

O impacto ambiental é um fator muito importante no processo de execução de uma obra. “De forma geral, os empreendimentos e sua infraestrutura (arruamento, drenagem, rede de água, gás, esgoto, telefonia, energia) devem ser projetados, construídos e mantidos de forma a minimizar as alterações no ambiente.” (NBR 15575-1/2013).

A NBR 15575-1/2013 ainda explica: é válido lembrar que a inspeção predial possui grande importância na verificação das condições de conservação, afetando diretamente na

durabilidade e no desempenho da edificação. Tal inspeção possui a finalidade de comprovar se as ações de manutenção escolhidas cumprem com o seu papel ou se são insuficientes, além de oferecer informações para se construir um bom plano de manutenção. Souza e Ripper (1998, p. 21) afirmam:

No entanto, e na eventualidade de que algum infortúnio possa ter ocorrido, e de que o desempenho da estrutura venha a se tornar insatisfatório, os responsáveis deverão estar habilitados a tomar a melhor decisão sobre como então proceder, adotando a opção mais conveniente, que respeite pontos de vista técnicos, econômicos e socioambientais [...].

2.4 PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES

A humanidade desde sua origem, tem buscado construir estruturas adaptadas às suas necessidades e com as mais variadas finalidades, sejam elas laborais, habitacionais ou de infraestrutura. Com isso, houve grande avanço no conhecimento científico relacionado a essa área, viabilizando o desenvolvimento da tecnologia da construção em todas as suas etapas construtivas, desde a concepção até as técnicas empregadas no processo de edificar. Todos esses fatores levaram ao acelerado crescimento da construção civil, contudo houve a necessidade de desenvolvimento de novos produtos para atender novas demandas, e esse processo traz de forma implícita certos riscos. Trata-se de um processo natural, com aceitação dos riscos de forma consciente e criando meios de regulamentação adequados a nossa realidade, onde o avanço se consolidou através de estudo e análise de equívocos ocorridos que por sua vez manifestam-se como deterioração precoce das estruturas ou em acidentes (SOUZA; RIPPER, 1998).

O termo “patologia” possui origem grega, onde *pathos* significa doença e *logos*, ciência. Em suma, patologia nada mais é que o estudo das doenças. Vieira (2016) salienta que na engenharia, o estudo das anomalias que acometem as edificações é realizado pela Patologia das Construções. Quanto a definição, a NBR 15575-1/2013 apresenta patologia como sendo uma “não conformidade que se manifesta no produto em função de falhas no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção bem como problemas que não decorram do envelhecimento natural.” Do Carmo (2003 *apud* ZUCHETTI, 2015, p. 8) complementa:

Designa-se ainda genericamente por patologia das construções o campo da engenharia civil que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência de falhas, tais fatores trazem à tona a necessidade de uma adequada sistematização dos conhecimentos nesta área, para posterior diagnóstico e geração de planos de intervenção para resolução das manifestações apresentadas [...].

Ainda sobre patologia das construções, Vieira (2016, p. 2) ressalta o seguinte:

Mostrando a importância dessa ciência, deve se levar em conta, que assim como na medicina, a identificação das origens das doenças, é o primeiro e principal passo para se obter um tratamento adequado ao problema, pois permite ao construtor aplicar um método corretivo adequado as manifestações patológicas, propondo um resultado satisfatório na funcionalidade da estrutura, além de auxiliar peritos na determinação de laudos para fins judiciais, permitindo, apontar corretamente a causa e o culpado pela falha.

Atualmente no país o órgão responsável por reunir os especialistas da área de controle de qualidade e patologia das construções é a Associação Brasileira de Patologia das Construções, fundada em 2005 (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2005).

2.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Frequentemente ocorre certa confusão entre o emprego dos conceitos patologia e manifestação patológica. Em termos adequados, manifestação patológica é a expressão resultante de um processo de degradação, enquanto patologia é a ciência embasada em um conjunto de teorias que auxiliam o entendimento do mecanismo e da causa de determinada manifestação patológica (OFICINA DE TEXTOS, 2011). Com relação aos principais requisitos que uma edificação deve atender, visto na página 34, Caporrino (2018, p. 42) explica que “estes [requisitos] podem ser comprometidos por manifestações patológicas, que devem ser evitadas ou corrigidas.”

As manifestações patológicas afetam a grande maioria das edificações, variando de acordo com a intensidade, período de aparição ou forma de manifestação. Podem apresentar-se de forma simples, o que torna mais evidente o reparo, ou de maneira complexa, exigindo assim uma análise individual e detalhada (LICHTENSTEIN, 1985 *apud* FERREIRA; LOBÃO, 2018 p. 73). Segundo Helene (1992, p. 19):

Os principais problemas patológicos, salvo raras exceções, apresentam manifestação externa característica, a partir da qual se pode deduzir qual a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos, assim como pode-se estimar suas prováveis consequências. Esses sintomas, também denominados de lesões, danos, defeitos ou manifestações patológicas, podem ser descritos e classificados, orientando um primeiro diagnóstico, a partir de minuciosas e experientes observações visuais.

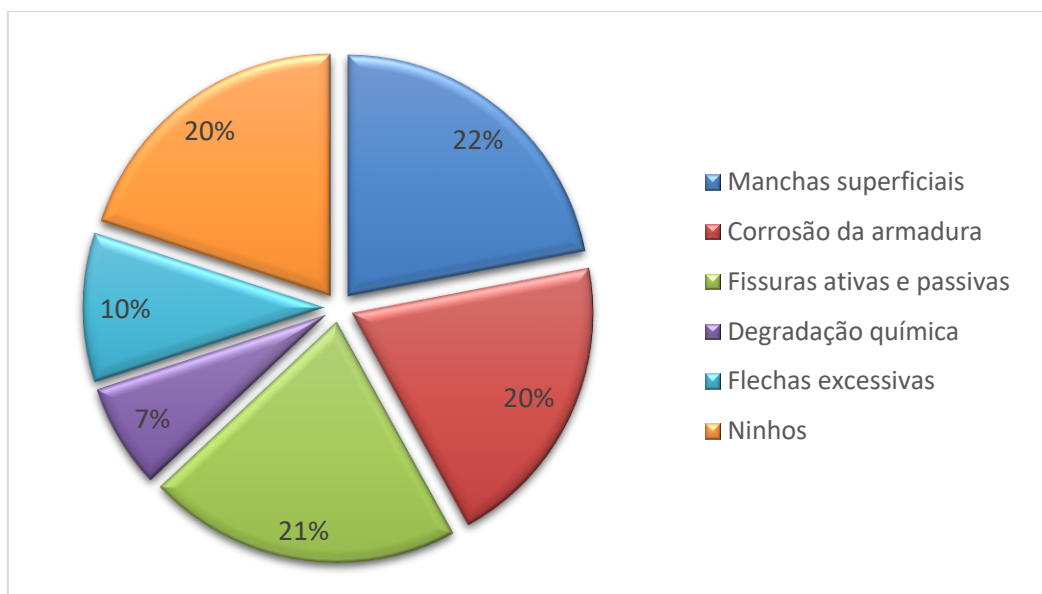
Frente a essas manifestações patológicas, de forma geral e sem a devida cautela, acabam sendo feitas apenas intervenções superficiais, ou ainda demolições ou reforços sem a apropriada

justificativa. As duas abordagens estão equivocadas, uma vez que atualmente existe no mercado uma grande variedade de produtos e técnicas desenvolvidas para sanar esses problemas, que aliadas ao desenvolvimento de equipamentos e técnicas de observação de estruturas torna perfeitamente viável a elaboração de um diagnóstico preciso na grande maioria dos casos de manifestações patológicas (HELENE, 1992, p. 15).

Nas estruturas, os sintomas mais frequentes e de maior incidência são as fissuras, eflorescências, as flechas excessivas, as manchas em concreto aparente, a corrosão de armaduras e os ninhos de concretagem (segregação dos materiais constituintes do concreto). (HELENE, 1992, p. 19).

No Gráfico 7 observa-se a distribuição percentual da ocorrência de manifestações patológicas nas estruturas em concreto aparente.

Gráfico 7 – Distribuição relativa da incidência das manifestações patológicas nas estruturas em concreto aparente



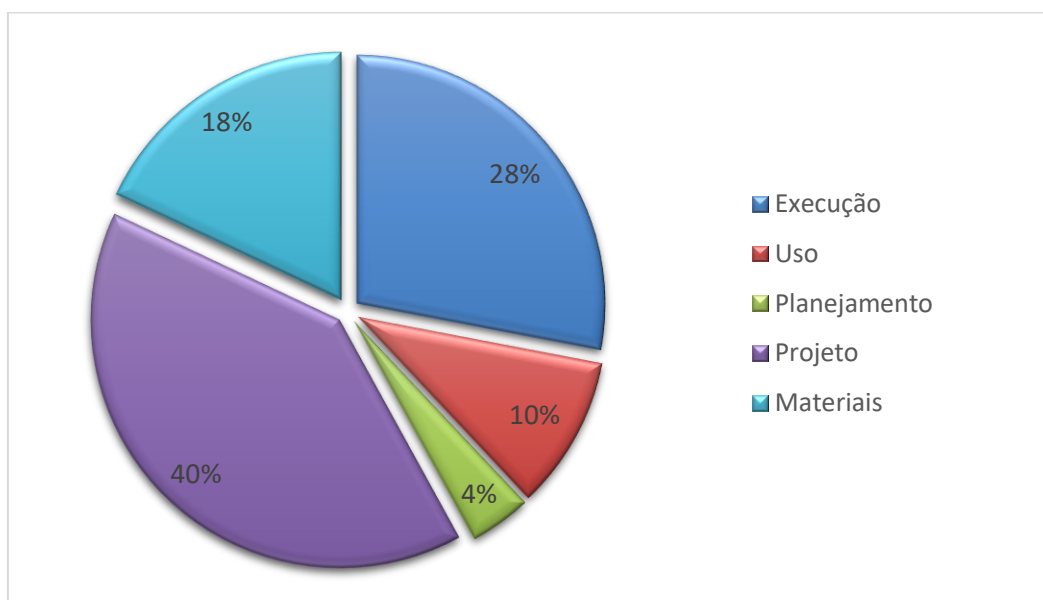
Fonte: Adaptado de Helene, 1992, p. 19.

Como já mencionado anteriormente na página 32, o processo de construção é separado por etapas. A manutenção é um processo presente na etapa de uso e, apesar desse processo ser constituído de etapas relativamente curtas, deve-se levar em consideração que as edificações devem ser utilizadas por longos períodos e o surgimento das manifestações patológicas geralmente ocorrem no período de uso. Quando feita de forma correta, a investigação da manifestação patológica deve ser capaz de identificar em qual momento do processo construtivo

houve alguma falha que resultou na origem do problema. Para cada situação há uma terapia adequada, mesmo que o fenômeno e os sintomas sejam os mesmos (HELENE, 1992).

A grande maioria das manifestações patológicas tem início antes mesmo da construção da edificação, como pode ser visto no Gráfico 8. Pesquisas apontam que a fase de projeto é a fase onde a maior parte das manifestações patológicas se originam, de forma geral, os erros de projeto e planejamento são mais graves que falhas de qualidade dos materiais ou ausência de boas práticas na execução. Deve-se levar em conta a importância de dedicar mais tempo ao planejamento da obra e detalhamento da estrutura, para assim evitar decisões equivocadas durante a execução.

Gráfico 8 – Origem das manifestações patológicas com relação às etapas de produção e uso das obras civis



Fonte: Adaptado de Helene, 1992, p. 22.

Com relação aos agentes responsáveis pelo surgimento das manifestações patológicas, Helene (1992, p. 22) afirma que “podem ser vários: cargas, variação da umidade, variações térmicas intrínsecas e extrínsecas ao concreto, agentes biológicos, incompatibilidade de materiais, agentes atmosféricos e outros”.

2.5.1 Manifestações patológicas das fundações

De acordo com Milititsky, Consoli e Schnaid (2008), a fundação possui a função de transmitir ao solo as cargas provenientes da construção de uma estrutura. Seu comportamento a longo prazo pode ser afetado por aspectos decorrentes do projeto propriamente dito, por

procedimentos construtivos e por efeitos ocorridos após a implantação. Vitorio (2003, p. 35) explica: “pelo fato de estarem enterradas e conseqüentemente não acessíveis as inspeções periódicas, os defeitos apresentados pelas fundações só são percebidos através das repercussões na obra como um todo.”

Milititsky, Consoli e Schnaid (2008) relatam que para a fundação estar em perfeita conformidade com sua função, é preciso apresentar fator de segurança à ruptura e recalques compatíveis com os elementos suportados. Para Alonso (2019, p. 35), “o fato de uma fundação ter coeficiente de segurança à ruptura não garante que a mesma tenha um bom desempenho, pois há necessidade de se verificar se os recalques, absolutos e diferenciais, também satisfazem as condições de funcionalidade.”

Quando um elemento da fundação se desloca verticalmente para baixo, ele sofre recalque. [...] Quando um dos elementos que compõe uma fundação se desloca e os outros não (ou se desloca mais que o outro) temos o recalque diferencial, caso ocorra em toda a fundação é chamado de recalque total, ambos podendo acontecer imediatamente após o carregamento e/ou com o decorrer do tempo (FERREIRA, 2016, p. 9).

No entendimento de Hachich *et al.* (1998), os danos causados por movimentos de fundações podem ser divididos em três categorias:

- a) Danos arquitetônicos: são aqueles que comprometem a estética da edificação, podem ser vistos a olho nu e causam desconforto visual, como trincas em paredes, recalques de pisos, desaprumo de edifícios, entre outros;
- b) Danos funcionais: são aqueles que afetam a funcionalidade do edifício, ocasionando problemas como desgaste excessivo de elevadores, inversão de declividades de pisos e tubulações, rompimento de tubulações, emperramento de portas e janelas, entre outros;
- c) Danos estruturais: são aqueles causados à estrutura propriamente dita, podendo comprometer sua estabilidade.

De acordo com Milititsky, Consoli e Schnaid (2008), o recalque admissível é importante em duas situações: na etapa de análise e projeto de fundações e no momento da realização do controle de recalques. Nesta última situação é preciso ser definido um limite a partir do qual se julga delicada a segurança da estrutura. Devido ao comportamento do solo e das estruturas, essa questão não possui solução adequada, porém existem recomendações obtidas através de

experiências coletadas em análise de casos. Com isso, pode-se concluir que todas as edificações sofrem recalque em fundações, pois a previsão de recalques de uma estrutura não é uma tarefa com resultados exatos.

Patologias decorrentes de incertezas quanto as condições do subsolo podem ser resultado da simples ausência de investigação, de uma investigação ineficiente ou com falhas ou ainda da má interpretação dos resultados das sondagens (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2008, p. 28 *apud* MILITITSKY, 1989).

Segundo Rebello (2008), a origem das patologias em fundações ocorre pelos seguintes fatores:

b) Rebaixamento de lençol freático

O rebaixamento do lençol freático ocorre através do bombeamento da água existente no interior do solo, provocando vazios no solo que levam aos recalques.

c) Solapamento em consequência de infiltrações

Com a infiltração, o solo sob as fundações pode ser transportado, causando vazios que impedem a aplicação adequada de cargas ao solo.

d) Escavações adjacentes às fundações

As escavações tendem a provocar o alívio de tensões no solo, comprometendo uma região relativamente próxima, o que provoca o desabamento.

e) Vibrações devido ao tráfego

As vibrações devido ao tráfego intenso adensam o solo, compactando-o, ocasionando recalques.

f) Solos colapsáveis

Esses solos, ao entrar em contato com a água, têm a ligação entre suas partículas destruída, sofrendo perda imediata da sua estrutura, o que resulta um recalque bastante grave.

Ferreira (2016) complementa:

g) Investigação do solo e subsolo

Para Milititsky, Consoli e Schnaid (2008), a profundidade e o número insuficientes de sondagem provocam problemas futuros, pois alguns fatores importantes podem passar despercebidos. Além disso, há ainda as falhas que podem ocorrer durante a investigação, como a execução realizada em local diferente, escolha de procedimentos, uso de equipamento com defeito, má descrição do tipo de solo, entre outros. Fatores como influência da vegetação, ocorrência de matações e zonas de mineração também se enquadram neste tópico. No Quadro 2 podem ser vistos alguns problemas típicos oriundos da falta de investigação.

Quadro 2 – Problemas típicos decorrentes de ausência de investigação para os diferentes tipos de fundações

TIPO DE FUNDAÇÃO	PROBLEMAS TÍPICOS DECORRENTES
Fundações Diretas	Tensões de contato excessivas, incompatíveis com as reais características do solo, resultando em recalques inadmissíveis ou ruptura
	Fundações em solos/aterros heterogêneos, provocando recalques diferenciais
	Fundações sobre solos compressíveis sem estudos de recalques, resultado grande deformações
	Fundações apoiadas em materiais de comportamento muito diferente, sem junta, ocasionando o aparecimento de recalques diferenciais
	Fundações apoiadas em crosta dura sobre solos moles, sem análise de recalques, ocasionando a ruptura ou grande deslocamentos da fundação
Fundações Indiretas	Estacas de tipo inadequado ao subsolo, resultando mau comportamento
	Geometria inadequada, comprimento ou diâmetro inferiores aos necessários
	Estacas apoiadas em camadas resistentes sobre solos moles, com recalques incompatíveis com a obra
	Ocorrência de atrito negativo não previsto, reduzindo a carga admissível nominal adotada para a estaca

Fonte: Adaptado de Milititsky, Consoli e Schnaid, 2008, p. 28.

h) Superposição de tensões

Ocorre quando os esforços gerados por fundações são transmitidos ao solo, formando assim um bulbo de tensão. Com a existência de outra estrutura próxima, ocorre a superposição das tensões, interferindo nos esforços que chegam ao solo. Isto poderá ocasionar problemas na estrutura devido aos acréscimos de tensões em determinada área.

i) Fundações sobre aterros

Os recalques de fundações assentes sobre aterros podem ter três causas distintas: deformações do corpo do aterro por causa do seu peso próprio, deformações do solo natural localizado abaixo do aterro e execução de aterros sobre lixões ou aterros sanitários desativados (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2008).

j) Análise e projeto

Dentre as principais falhas no momento da análise e elaboração do projeto para fundações, de acordo com Milititsky, Consoli e Schnaid (2008), podemos destacar as seguintes situações:

- Problemas envolvendo o solo, como a adoção de perfil de projeto otimista, ou seja, superestimando as características do solo;
- Problemas envolvendo os mecanismos de interação solo-estrutura, como a existência de aterro assimétrico sobre camadas superficiais de solos moles;
- Problemas envolvendo o desconhecimento do comportamento real das fundações, exemplo do uso de elementos de fundação como reforço;
- Problemas envolvendo a estrutura de fundação, como o erro na determinação das cargas atuantes na fundação;
- Problemas envolvendo as especificações construtivas, como a falta de identificação da cota de assentamento, ausência indicação de ordem de execução de sapatas adjacentes em níveis de implantação diferentes, recobrimento de armadura não especificado em projeto, entre outros.

k) Fatos pós-conclusão da obra

Milititsky, Consoli e Schnaid (2008, p.131) explica: “[...] a fundação apresentava comportamento adequado, mas por causa de eventos pós-conclusão, tem depois alteradas sua segurança e estabilidade. [...]” Os autores ainda citam exemplos: carregamento próprio da superestrutura (como alteração do uso da edificação e ampliações e modificações não previstas no projeto original), movimento da massa de solo decorrente de fatores externos (como alteração de uso de terrenos vizinhos, execução de grandes escavações próximo à construções, rompimento de canalizações enterradas, oscilações não previstas do nível de água) e vibrações e choques (equipamentos industriais, cravação de estacas).

1) Deterioração dos materiais

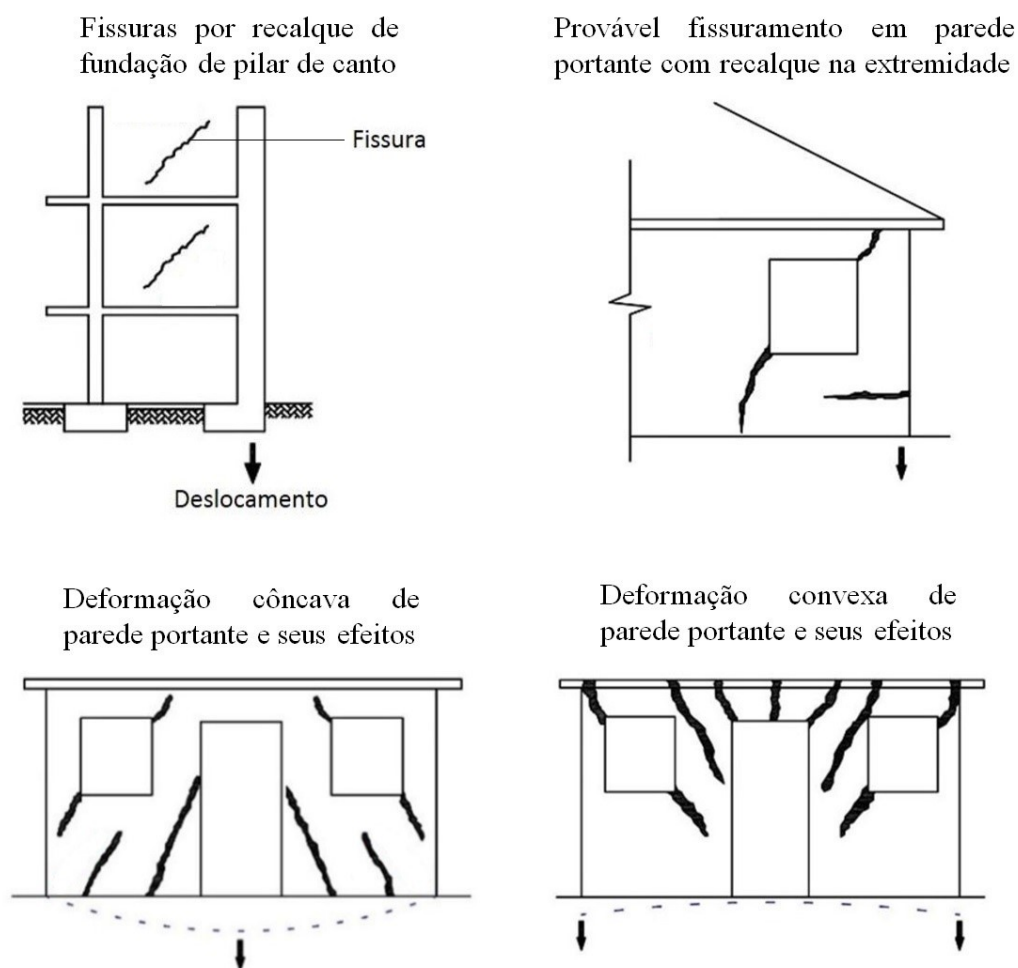
Como afirma Milititsky, Consoli e Schnaid (2008), o concreto sofre deterioração devido à ação de diversos fatores, como intempéries e ataques químicos. Elementos de aço estão suscetíveis à corrosão. Já a madeira está sujeita à ataques de insetos (estruturas imersas em solo) ou moluscos e crustáceos (estruturas imersas em água), além do apodrecimento e degradação.

Sob o ponto de vista de Rebello (2008), quando o recalque ocorre de maneira uniforme em todos os pontos de apoio das fundações, o resultado será apenas um afundamento do nível térreo. Quando ocorre recalque diferencial, a consequência será de danos à estrutura, podendo levar a edificação à ruína.

“O primeiro indício mais visível da ocorrência de recalque diferencial aparece nas alvenarias de vedação, normalmente mais frágeis do que a estrutura portante. A ruptura da alvenaria acontece por efeito de força cortante, apresentando-se por isso inclinada de um ângulo de aproximadamente 45°. A direção em que se dá a ruptura indica o lado que sofreu maior recalque, ou que está em processo de recalque.” (REBELLO, 2008, p. 61).

“Toda vez que a resistência dos componentes da edificação ou conexão entre elementos for superada pelas tensões geradas por movimentação, ocorrem fissuras.” (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2008, p. 24). A Figura 3 demonstra os padrões típicos de fissuras ocasionados na estrutura devido ao recalque diferencial.

Figura 3 – Padrões típicos de deslocamento e correspondentes fissuras



Fonte: Adaptado de Uriel Ortiz, 1983 *apud* Milititsky; Consoli; Schnaid, 2008, p. 24 e 26.

2.5.2 Manifestações patológicas das estruturas de concreto armado

A origem de manifestações patológicas em uma estrutura pode apontar, de forma geral, a existência de falhas em uma das etapas do processo de execução da construção, além de indicar imperfeições no sistema de controle de qualidade particular a uma ou mais etapas (SOUZA; RIPPER, 1998). O Quadro 3 apresenta, a partir de diferentes fontes de pesquisa, as atividades responsáveis pela maior quantidade de erros e que por consequência poderão ocasionar o surgimento de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado.

Quadro 3 – Análise percentual das causas de problemas patológicos em estruturas de concreto

Fontes de pesquisa	Causas dos problemas patológicos em estruturas de concreto			
	Concepção e projeto	Materiais	Execução	Utilização e outras
Edward Grunau Paulo Helene (1992)	44	18	28	10
D. E. Allen (Canadá) (1979)	55	← 49 →		
C.S.T.C (Bélgica) Verçosa (1991)	46	15	22	17
C.E.B. Boletim 157 (1982)	50	← 40 →		10
Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Álvares Penteado Verçosa (1991)	18	6	52	24
B.R.E.A.S (Reino Unido) (1972)	58	12	35	11
Bureau Securitas (1972)	← 88 →			12
E.N.R. (U.S.A) (1968 – 1979)	9	6	75	10
S.I.A (Suíça) (1979)	46		44	10
Dov Kaminetzky (1991)	51	← 40 →		16
Jean Blétov (França) (1974)	35		65	
L.E.M.I.T (Venezuela) (1965-1975)	19	5	57	19

Fonte: Adaptado de Souza; Ripper, 2008, p. 23.

Os processos principais que causam a deterioração do concreto podem ser agrupados, de acordo com sua natureza, em mecânicos, físicos, químicos, biológicos e eletromagnéticos. [...] Os três principais sintomas que podem surgir isoladamente ou simultaneamente são: a fissuração, o destacamento e a desagregação (LAPA, 2008, p. 9).

Para melhor entendimento, os grupos serão exemplificados:

a) Causas mecânicas de degradação

Na concepção de Souza e Ripper (1998), as causas mecânicas sofridas pelas estruturas ocorrem em razão de choques de veículos, onde, em edificações, ocorrem geralmente contra pilares, resultando no desgaste da camada mais superficial de concreto e até mesmo na destruição de algumas peças estruturais; recalque de fundações; e acidentes, cuja as ações são imprevisíveis, como incêndios, sismos, inundações, choques de veículos (neste caso, imprevisíveis) e esforços devidos ao vento.

b) Causas físicas de degradação

Para Santos (2014), este grupo pode ser dividido em:

- Deterioração por ação de gelo-degelo

Esse tipo de deterioração ocorre em locais com baixa temperatura.

Se o congelamento ocorrer após o endurecimento do concreto, a expansão devido ao congelamento da água resultará em perdas significativas de resistência. Quando o concreto endurecido é exposto a baixas temperaturas, a água retida nos poros capilares congela e expande. Ao descongelar, há um acréscimo expansivo nos poros, causando uma pressão de dilatação que provoca fissuração do concreto, e consequentemente a sua deterioração (SANTOS, 2014, p. 24).

- Deterioração por ação do fogo

De acordo com Souza e Ripper (1998), a temperatura pode alterar permanentemente a cor do concreto e diminuir sua resistência. Além do mais, as barras de aço das armaduras, devido ao seu alto coeficiente de dilatação térmica, são vulneráveis à ação do fogo, porém o cobrimento em concreto é o responsável pelo grau em que elas serão afetadas. “Quando ocorre um incêndio em uma edificação, o instante mais crítico para a estrutura [...] é quando a temperatura se eleva de forma brusca, atingindo valores entre 1.250°C e 1.300°C.” (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 51).

- Deterioração por desgaste superficial

Este tipo de deterioração pode acontecer graças a abrasão, erosão ou cavitação. Souza e Ripper (1998, p. 78) explicam melhor:

A ação abrasiva pode ser devida à atuação de diversos agentes, sendo os mais comuns o ar e a água, que carregam partículas que provocam a abrasão, os veículos que passam sobre pistas de rolamento, o impacto das ondas, etc. A ação das partículas carregadas pela água em movimento e pelo ar geralmente ocasiona a erosão, cuja intensidade dependerá da quantidade, da forma, do tamanho e da dureza das partículas em suspensão, da velocidade e do turbilhonamento da água ou do ar, bem como da qualidade do concreto da estrutura atacada.

Um outro tipo de desgaste que pode ocorrer em estruturas de concreto é a cavitação, que consiste na formação de pequenas cavidades, pela ação de águas correntes, resultantes de vazios que se formam e desaparecem quando a água está se movimentando em velocidade elevada.

- Deterioração por cristalização de sais nos poros:

Segundo Santos (2014), este fenômeno acontece em ambientes salinos, onde os sais produzem tensões internas e fissuras na estrutura.

Os concretos com elevada relação água/cimento são os mais suscetíveis a apresentar problemas devido à cristalização dos sais. Essa ação se dá pela cristalização no interior dos poros capilares do concreto, devido à evaporação da água e posterior rehidratação, como um novo ciclo de umedecimento, ocupando um volume maior para acomodá-lo. (SANTOS, 2014, p. 30).

c) Causas químicas de degradação

Para Lapa (2008), este grupo pode ser dividido nas seguintes categorias:

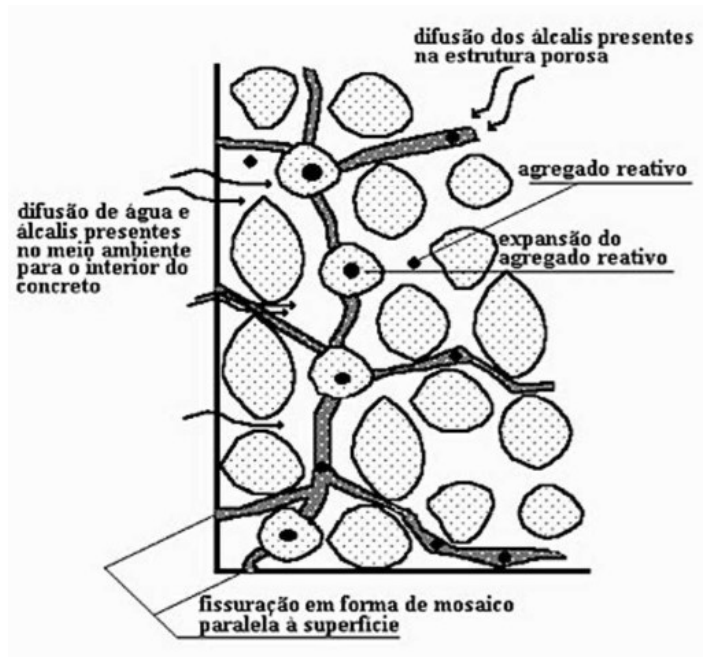
- Ataque de sulfatos

Segundo Santos (2014), o ataque promovido por sulfatos ocorre por causa da sua ação expansiva, produzindo tensões suficientes para fissurar o concreto, pois gera uma perda gradual de resistência e de massa, ocasionado pela deterioração na coesão dos produtos de hidratação do cimento. Todos os sulfatos são prejudiciais ao concreto, pois reagem com a pasta de cimento hidratado. Vale ressaltar que os sulfatos podem estar presentes nos agregados, na água de amassamento ou no próprio cimento.

- Reação álcali-agregado

Conforme Santos (2014), a reação álcali-agregado é uma reação química que acontece dentro da estrutura do concreto. “[...] A reação produz gel que absorve água e expande em volume, resultando em fissuração e desintegração do concreto. Ocorre a perda da resistência, diminuição do módulo de elasticidade e da durabilidade.” (REIS, 2001, p. 25). Souza e Ripper (1998) ainda explicam que maior grau de umidade, elevado fator água/cimento e alta temperatura são fatores propícios para este tipo de fenômeno. O processo da reação álcali-agregado é demonstrado na Figura 4.

Figura 4 – Desenvolvimento da reação álcali-agregado no concreto



Fonte: Souza; Ripper, 1998, p. 37.

- Ataque de água pura

Para Santos (2014), Souza e Ripper (1998), a água pura não possui nenhum íon de cálcio e danifica o concreto através do processo de lixiviação/hidrólise de componentes da pasta do cimento endurecido. Ao entrar em contato com a pasta de cimento, a água tende a hidrolisar ou dissolver os componentes que possuem cálcio, tornando o concreto mais poroso e menos resistente. Este fenômeno gera também desconforto estético, ocasionando deformações do tipo estalactites e estalagmites, como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Processo de lixiviação



Fonte: Guide Engenharia, 2017.

- Ataque por ácidos

Segundo Santos (2014, p. 32), “concretos quando expostos a soluções ácidas, sofrem severas deteriorações devido ao caráter básico da pasta de cimento.” Lapa (2008) explica que os gases ácidos presentes na atmosfera atacam o concreto, dissolvendo e removendo a pasta de cimento endurecido.

- Ataque da água do mar

Na visão de Lapa (2008 *apud* NEPOMUCENO, 1982), a penetração de água salgada no concreto armado desencadeia uma ação eletrolítica responsável pela corrosão das armaduras, assim, a água do mar é mais nociva para o concreto armado do que para o concreto simples.

A água do mar, além de ser perigosa para a corrosão das armaduras, também pode agir diretamente sobre o concreto causando: erosão superficial, provocada pelas ondas ou pela maré, dilatação causada pela cristalização dos sais, ataque químico por parte dos sais dissolvidos (sulfatos, cloretos) (SANTOS, 2014, p. 38).

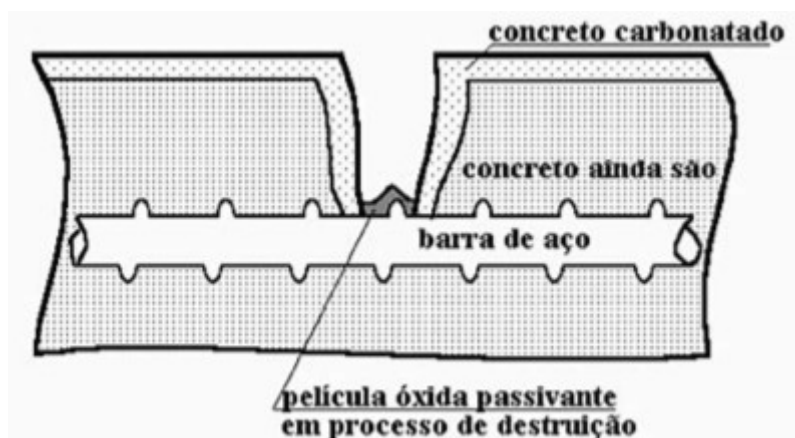
- Carbonatação

Conforme Souza e Ripper (1998), a carbonatação é resultado da dissolução efetuada pelo gás carbônico (CO_2) sobre o cimento hidratado, formando carbonato de cálcio e reduzindo o pH do concreto. A concentração de CO_2 na atmosfera, a porosidade e o nível de fissuração do concreto fazem com que a carbonatação atinja a armadura, pois o filme óxido que a protege é rompido, como mostra a Figura 6.

O concreto possui um pH da ordem de 12,5, principalmente por causa do $\text{Ca}(\text{OH})_2$. O desaparecimento do hidróxido de cálcio do interior dos poros da pasta de cimento hidratado e sua transformação em carbonato de cálcio faz baixar o pH da solução em equilíbrio de 12,5 para 9,4, fator importante para o início da corrosão das armaduras (LAPA, 2008, p. 19).

Lapa (2008, p. 19) ainda explica que “a velocidade do processo é função da difusão de CO_2 no concreto, umidade relativa, tempo, relação a/c, tipo de cimento, permeabilidade do concreto e cura.”

Figura 6 – Carbonatação condicionada pela fissuração



Fonte: Souza; Ripper, 1998, p. 75.

- Cloretos

No entender de Lapa (2008), os íons cloreto entram em contato com o concreto através do uso de acelerados de pega com CaCl_2 em sua composição, impurezas na água de adensamento e nos agregados, água do mar, sais de degelo e processos industriais. A qualidade do concreto e a penetração de cloretos dependem de fatores como relação água-cimento, adensamento e cura. Lapa (2008, p. 20-21) ainda explica que “as fissuras no concreto favorecem a penetração dos cloretos, sendo que velocidade depende da abertura das fissuras e da qualidade do concreto.”

A concentração de cloretos necessária para promover a corrosão [...] é bastante afetada pelo pH do concreto. Foi demonstrado que um nível limite de 8.000 ppm de íons cloretos é necessário para iniciar a corrosão quando o pH é de 13,2. Quando o pH é reduzido para 11,6, a corrosão é iniciada com apenas 71 ppm de íons cloretos (EMMONS, 1993, p. 12, tradução nossa).

Souza e Ripper (1998) falam de maneira mais detalhada quais são os problemas ocasionados no concreto decorridos da presença de cloretos em altos teores:

- em dias de temperatura ambiente elevada, os cloretos podem causar, na concretagem, um endurecimento do concreto tão rápido que poderá impedir o total enchimento das fôrmas e o acabamento das superfícies;
- em casos de cobrimentos pouco espessos, o cloreto de cálcio presente pode acelerar o processo de corrosão das armaduras;
- a utilização de concreto com cloretos em peças estruturais próximas a correntes elétricas de alta tensão é especialmente desaconselhada, pois resulta em corrosão eletrolítica;
- a corrosão de chumbadores, conectores e outras peças metálicas embutidas é agravada, e até fôrmas metálicas galvanizadas têm o processo de corrosão acelerado, quando não são devidamente protegidas com óleo;

- os cloretos provocam a corrosão do alumínio e aceleram a do aço, quando tais metais são utilizados conjuntamente no concreto, como ocorre na utilização de conduítes e de chumbadores de alumínio embutidos;
- a retração do concreto cresce praticamente com o quadrado da aceleração do endurecimento, aumentando enormemente a fissuração interna e superficial.

d) Causas biológicas de degradação

Nas palavras de Santos (2014), “a biodeterioração do concreto é a mudança indesejável nas propriedades do material, devido à ação de microrganismos [...]”. Lapa (2008) explica que o concreto é um material favorável ao ataque microbiológico devido a sua rugosidade, porosidade, umidade e composição química. Ainda afirma que o ataque realizado pelos microrganismos na pasta de cimento e nos agregados é favorável à redução da durabilidade e prejudicial a estética.

Santos (2014, p. 45) cita as principais causas de deterioração do concreto por ação bacteriológica são:

- concreto de resistência inadequada;
- cobrimento insuficiente das armaduras;
- má aeração das tubulações e/ou galerias;
- ausência de proteção e
- rupturas localizadas pela ação de cargas excessivas ou recalques.

Para Lapa (2008), a biodeterioração pode ser classificada em quatro grupos, sendo definidas da seguinte maneira:

- Física ou mecânica: rompimento do material em consequência da pressão realizada na superfície pelo microrganismo;
- Estética: presença de microrganismos que interferem na estética do concreto, alterando sua cor e manchando-o, diversas vezes, de maneira intolerável;
- Química assimilatória: ocorre quando o material, composto de nutrientes para os microrganismos, tem sua microestrutura modificada, resultando na ausência de compostos essenciais para sua integridade;
- Química não assimilatória: resultado da ação das substâncias geradas pelos microrganismos durante o metabolismo sobre os constituintes do material, formando compostos prejudiciais à sua integridade.

Lapa (2008) ainda explica os mecanismos de biodegradação que afetam a durabilidade e integridade do concreto:

- Biofilmes: são ecossistemas microbianos que, na presença de água ou umidade, se apresentam em forma de película. Permite a fixação de outros microrganismos e adesão de outras partículas, além de se destacar da superfície, criando microambientes com concentrações de pH e oxigênio diferenciados, desencadeando a formação de manchas e pátinas biológicas;
- Ataque ácido: o concreto, ao reagir com produtos metabólicos ácidos, sofre uma dissolução, alteração da microestrutura e redução de durabilidade;
- Tensões provocadas pela cristalização de sais: os ácidos excretados durante o metabolismo dos microrganismos, em contato com a pasta de cimento, podem ser transformados em sais capazes de provocar tensões e esfoliações no material.
- Complexação: mecanismo pelo qual certas substâncias químicas podem remover moléculas de metais de vários substratos, tornando disponíveis elementos como ferro, potássio, manganês e cálcio, que são minerais solúveis, facilmente lixiviados pela água.

e) Causas eletroquímicas de degradação – corrosão das armaduras

Segundo Souza e Ripper (1998), a degradação das barras de aço localizadas no interior do concreto ocorre devido a destruição da película passivante existente em torno da superfície exterior das barras. Essa película é gerada pois a alta alcalinidade da solução aquosa do concreto impede a dissolução do ferro. Essa solução aquosa é referente a parcela do excesso da água de amassamento do concreto que não é absorvida pela superfície dos furos e acaba preenchendo os veios capilares do concreto.

A armadura dentro do concreto normalmente encontra-se protegida da corrosão devido à alta alcalinidade deste material (pH entre 12,7 e 13,8). Esse nível de pH favorece a formação de uma camada de óxidos passiva, compacta e aderente de Fe_2O_3 sobre a superfície da armadura. Tal camada protege a armadura da corrosão, desde que o concreto preserve sua boa qualidade, não fissure e não modifique suas características físicas e químicas devido à ação dos agentes agressivos externos (SANTOS, 2014, p. 46).

Polito (2006b) e Santos (2014) afirmam que a corrosão pode ser classificada quanto a natureza do processo e quanto a sua morfologia. Segundo a natureza do processo, classifica-se a corrosão em:

- Química: chamada de oxidação ou corrosão seca, ocorre por uma reação gás/metalo na superfície do material e forma uma película de vidro;

- Eletroquímica: é muito comum no concreto armado, por esse motivo Souza e Ripper (1998, p. 66-67) explicam de maneira detalhada:

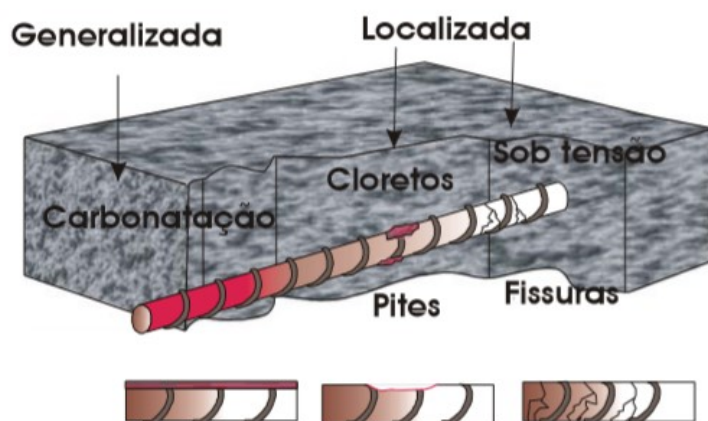
[...] dá-se pela geração de um potencial elétrico, na presença de um eletrólito - no caso, a solução aquosa existente no concreto - em contato com um condutor metálico, a própria barra de aço. A passagem de átomos de ferro à superfície aquosa, transformando-se em cátions ferro (Fe^{++}), com o consequente abandono da barra de aço à carga negativa, instalam a diferença de potencial.

Desta forma, cria-se um efeito de pilha onde a corrosão instala-se pela geração de uma corrente elétrica dirigida do anodo para o catodo, através da água, e do catodo para o anodo, através da diferença de potencial. No caso do concreto armado, as regiões de menor concentração de O_2 são as anódicas. Da combinação do cátion Fe^{++} com os ânions $(\text{OH})^-$ resulta o hidróxido ferroso, de cor amarelada, depositado no anodo; no catodo deposita-se o hidróxido férrico, de cor avermelhada. Estes dois produtos constituem a ferrugem, evidência mais clara da corrosão do aço.

Quanto a sua morfologia, Polito (2006b) explica que a corrosão pode ser classificada de diversas maneiras, mas ao que diz respeito ao concreto armado, como mostra a Figura 7, ressalta-se três tipos:

- Corrosão por pite: os pontos de desgastes localizados na superfície metálicas aprofundam-se até causar ruptura pontual da barra (SANTOS, 2014, p. 47);
- Corrosão sob tensão fraturante: ocorre simultaneamente com uma tensão de tração na armadura, ocasionando fissuras;
- Corrosão uniforme ou generalizada: “ocorre devido a uma perda generalizada da película de passivação, resultante da frente de carbonatação no concreto e/ou presença excessiva de cloretos.” (SANTOS, 2014, p. 47).

Figura 7 – Tipos de corrosão e fatores que provocam

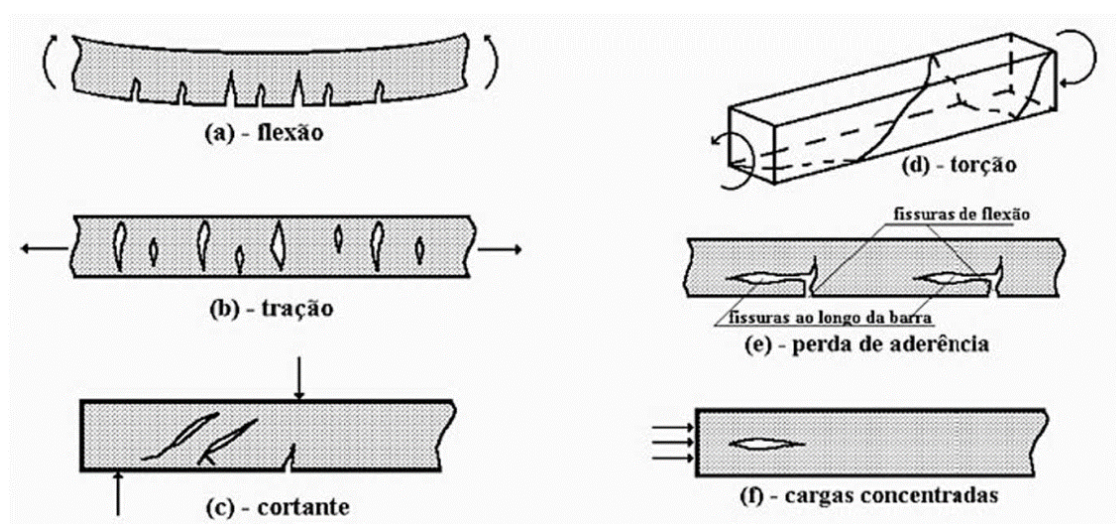


Fonte: Polito (2006b, p. 16 *apud* CASCUDO, 1997).

As fissuras são manifestações patológicas características das estruturas de concreto, e também a que mais atrai a atenção dos proprietários por indicar de forma clara que algo anormal está ocorrendo na estrutura. É importante o fato de que a caracterização da fissura como deficiência estrutural dependerá da origem, intensidade e magnitude do quadro de fissuração, tendo em vista a baixa resistência do concreto à tração e provável surgimento de fissura sempre que a as tensões atuantes na estrutura forem superiores a resistência última à tração (SOUZA; RIPPER, 1998). Sua ocorrência poderá ser ocasionada pelas mais diversas causas, intrínsecas ou extrínsecas, e para o correto diagnóstico é necessário análise criteriosa, como determinação de sua configuração (padrão de fissuração) e também sua abertura e variação ao longo do tempo. Com relação as principais causas, Souza e Ripper (1998) citam:

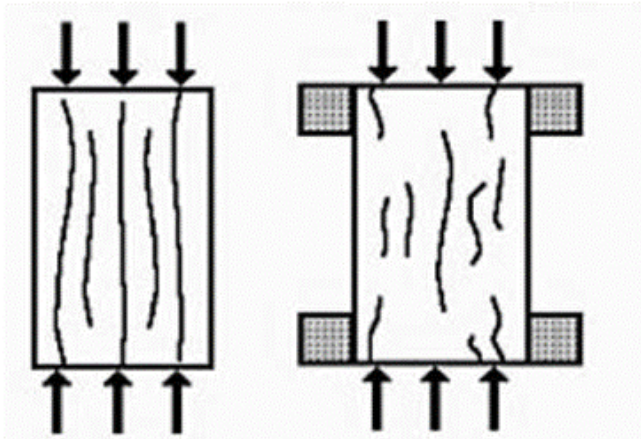
- Deficiência de projeto: falhas em projetos poderão ocasionar o surgimento de fissuras, as quais podem apresentar diferentes padrões de acordo com o esforço à qual estão submetidas, como mostra na Figura 8. Na Figura 9 pode-se observar a fissuração por esforço predominantemente à compressão simples, já a Figura 10 apresenta as fissurações devido à flexão composta, enquanto a Figura 11 são ilustradas vigas sujeitas a quadros de fissuração diversos;

Figura 8 – Padrões de fissuração devido a deficiência de projeto



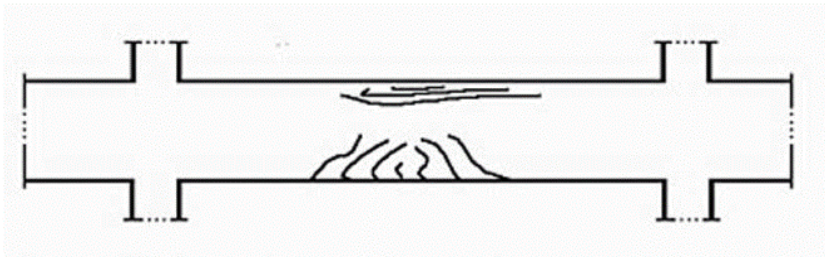
Fonte: Souza; Ripper, 1998, p. 58.

Figura 9 – Padrão de fissura por compressão simples



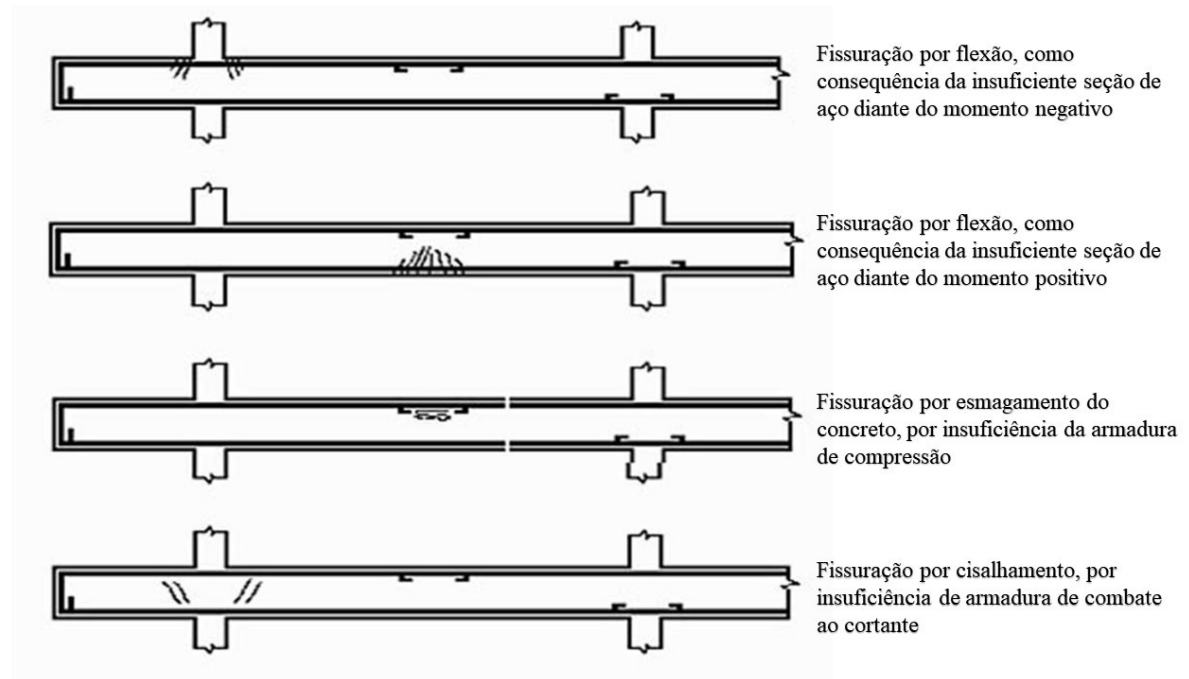
Fonte: Souza; Ripper, 1998, p. 58.

Figura 10 – Padrão de fissura em viga submetida a flexocompressão



Fonte: Souza; Ripper, 1998, p. 58.

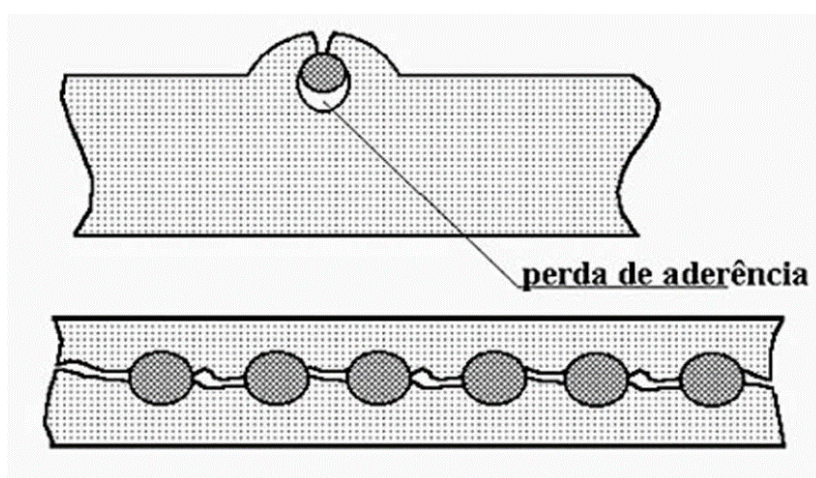
Figura 11 – Viga sujeita a quadros de fissuração diversos



Fonte: Adaptado de Souza; Ripper, 1998, p. 58.

- Contração plástica do concreto: neste caso a fissuração ocorre ainda antes da pega do concreto, devido a rápida evaporação da água que foi utilizada em excesso na produção do concreto;
- Assentamento do concreto ou perda de aderência das barras da armadura: ocorre sempre que no momento do assentamento do concreto, a aderência entre as barras é prejudicada pela presença de fôrmas ou barras de armadura, como mostra a Figura 12;

Figura 12 – Padrão de fissura por perda de aderência das barras



Fonte: Souza; Ripper, 1998, p. 62.

- Movimentação das fôrmas e escoramentos;
- Retração do concreto: a retração do concreto é um movimento natural da massa, que por sua vez é forçado pela existência também natural de restrições opostas causadas por obstáculos internos como as barras de armadura e externos como a vinculação de outras peças estruturais;
- Deficiência de execução;
- Reações expansivas;
- Corrosão das armaduras.

Dentre as causas intrínsecas responsáveis pelo surgimento de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado estão os vazios de concretagem. De acordo com Carelli e Tcatch (2017), os nichos de concretagem, também conhecidos como bicheiras, são vazios na massa do concreto responsáveis por gerar um ponto fraco na estrutura, possibilitando a entrada

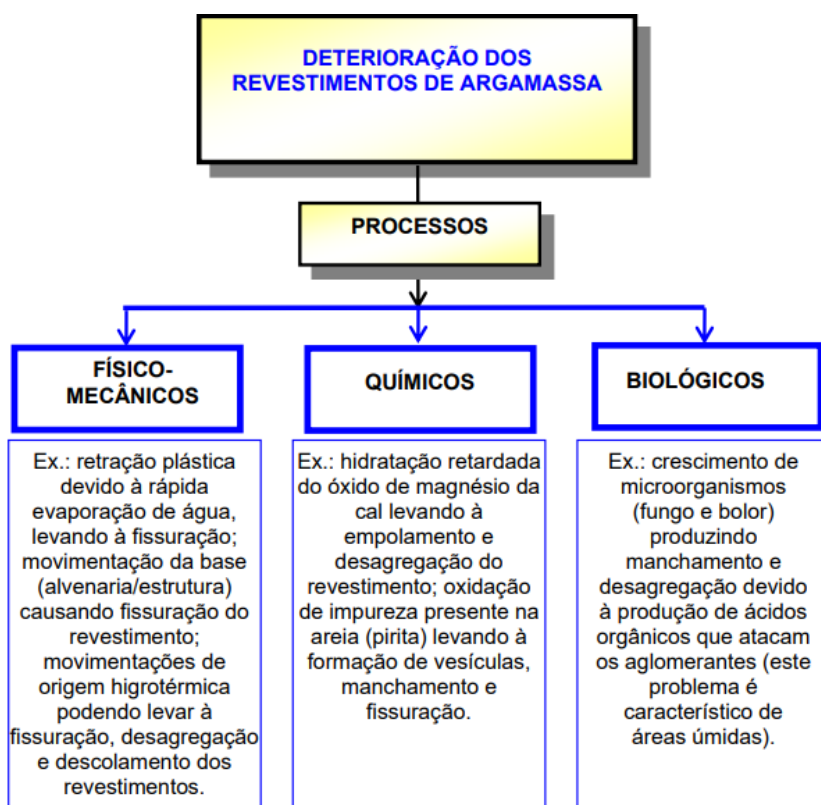
de agentes agressivos e influenciando diretamente na resistência e durabilidade da estrutura, podendo em alguns casos, ocasionar sua deformação ou até mesmo o colapso. Parafraseando Fagury (2002), esta manifestação patológica pode ocorrer devido ao mau adensamento, altas taxas de armadura, incompatibilidade de dimensão do agregado graúdo impedindo a passagem do concreto em determinadas regiões, assim como por segregação, através do mau planejamento da concretagem, como o lançamento do concreto de altura inadequada ou concreto excessivamente plástico.

2.5.3 Manifestações patológicas dos revestimentos

2.5.3.1 Manifestações patológicas dos revestimentos argamassados

As manifestações patológicas em revestimentos argamassados, podem ser ocasionadas por diversos fatores, entre eles a sua própria composição. Para Carasek (2011, p. 1), “a deterioração prematura dos revestimentos de argamassa é decorrente de diferentes formas de ataque, as quais podem ser classificadas em físicas, mecânicas, químicas e biológicas”, como pode ser visto na Figura 13. A perfeita distinção entre os processos é feita para que seja compreendido de forma clara como atua cada manifestação patológica, no entanto, na prática com muita frequência essas anomalias se sobrepõem, faz-se necessário então considerar também as suas interações (CARASEK, 2011).

Figura 13 – Processo de deterioração dos revestimentos argamassados



Fonte: Carasek, 2011.

Caporrino (2018, p. 33) explica que “as argamassas podem ser classificadas de acordo com o tipo de aglomerante, o tipo dos elementos ativos, a dosagem, a consistência, a densidade de massa e a forma de preparo ou fornecimento”. De forma geral são produzidas com a mistura de um ou mais aglomerantes, agregados miúdos e água, o que proporciona o endurecimento e promove a aderência. Os agregados são inertes, no entanto necessitam de um material ativo para que ocorra a ligação entre eles, sendo esse o papel dos aglomerantes.

Atualmente é utilizado sobretudo as argamassas hidráulicas com cimento como aglomerante devido à resistência mecânica, resistência a umidade e durabilidade que essa mistura proporciona. Esse último fator, a durabilidade, é o responsável pela substituição das argamassas de cal, que possuem como característica principal a plasticidade e melhor acabamento. Dessa forma, a cal deixou de ser o aglomerante principal e passou a ser aplicada em menores proporções melhorando significativamente a plasticidade e trabalhabilidade das argamassas de cimento (CAPORRINO, 2018). Sobre os revestimentos argamassados, Caporrino (2018 p. 29) afirma que:

Os revestimentos argamassados têm como principais objetivos dar um aspecto agradável às alvenarias e estruturas, proteger a edificação das intempéries, minimizar a degradação dos materiais de construção e promover a segurança e o conforto dos

usuários. Qualquer avaria nos revestimentos gera insatisfação dos usuários, além de custos para a recuperação de possíveis danos à edificação.

A cal virgem, produto empregado na composição da argamassa, é o óxido de cálcio (CaO), esse composto não é encontrado na natureza onde, para ser obtida, a cal necessita ser submetida a um processo chamado pirólise (decomposição térmica) do calcário. Ela é empregada na produção de cal extinta ou hidratada, denominada hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2). A renovação desse composto no endurecimento da argamassa finaliza o ciclo de reações que é o resultado da ação do anidro carbônico do ar. O processo de hidratação da cal virgem ocorre por meio de uma reação contínua, caso essa reação não ocorra de forma completa, o processo pode dar sequência mesmo após o produto ser ensacado. O problema está quando essa reação continua após a aplicação da argamassa, esse processo pode ocasionar nos revestimentos argamassados o surgimento de vesículas, mostrada na Figura 14. É importante salientar que essa anomalia também pode ocorrer devido a presença de impurezas nos agregados.

Figura 14 – Vesícula em revestimento argamassado



Fonte: Ferreira; Garcia, 2016.

De acordo com Caporrino (2018), o empolamento do revestimento é outra anomalia que também pode estar relacionada com a hidratação da cal virgem, como pode ser visualizada na Figura 15. Ainda sobre as anomalias relacionadas a cal, ilustrada na Figura 16, Cincotto (1996) e Cascudo (1999 *apud* CARASEK, 2011, p. 3) afirmam o seguinte:

Por outro lado, quando se trata da hidratação retardada do óxido de magnésio, presente na cal do tipo magnesiana ou dolomítica, esta reação é bem mais lenta e ocorre simultaneamente à carbonatação do Ca(OH)_2 , nessa situação, o principal problema observado na atualidade é a desagregação do emboço ou mesmo, no caso de revestimento cerâmicos, o destacamento das peças cerâmicas, com ruptura no interior da camada de emboço.

Figura 15 – Empolamento em revestimento argamassado



Fonte: Cimento Itambé, 2018.

Figura 16 – Desagregação do emboço por hidratação retardada do óxido de magnésio



Fonte: Carasek, 2011.

O cimento Portland, como dito anteriormente, é amplamente utilizado na composição das argamassas de revestimento e por ser um material industrializado, é submetido a um processo de controle de qualidade, o que garante a ele elevada confiabilidade. O cimento Portland é pouco responsável pelas manifestações patológicas nos revestimentos argamassados e, muitas vezes, a responsabilidade atribuída ao cimento na realidade está ligada ao traço

empregado na produção da argamassa, não em sua qualidade. De forma geral, qualquer cimento pode ser empregado na composição da argamassa de revestimento, porém deve-se tomar cuidado com relação a sua finura, pois os cimentos muito finos, tendem a produzir maior retração plástica vindo a formar as fissuras em mapa, demonstradas na Figura 17 (CARASEK, 2011). Já Caporrino (2018) atribui essa patologia a argamassas com elevado teor de cimento.

Figura 17 – Fissuras ocasionadas por retração plástica



Fonte: Mapa da obra, 2016.

Outra patologia também muito frequente em revestimentos argamassados é a proliferação de fungos devido à presença de água, como mostra a Figura 18. Essa anomalia poderá causar manchas nas fachadas, bem como a deterioração dos revestimentos. Poderá ser ocasionado por deficiência nos escoamentos das águas bem como a ausência de manutenção (CAPORRINO, 2018).

Figura 18 – Proliferação de fungos em fachada



Fonte: Reforma Coruña, 2014.

Os agregados empregados na composição das argamassas também devem receber o devido cuidado no momento da escolha, tendo em vista que representam uma porcentagem significativa da composição da argamassa, variando de 60 a 80% do consumo da argamassa. Possui elevada influência no comportamento da argamassa tanto no estado fresco, quanto no desempenho do revestimento após a cura.

Na maior parte dos casos, o agregado empregado na composição das argamassas é a areia natural, extraída de leito de rios e composta basicamente por quartzo. No entanto, há uma alternativa a ser empregada, seria a areia artificial proveniente da britagem de rochas, sobretudo as rochas de calcário e dolomito, as quais possuem em sua composição carbonato de cálcio e magnésio (CARASEK, 2011). O emprego da areia utilizada na argamassa, sem as devidas análises e visando apenas o custo x benefício, poderá trazer grandes problemas ao revestimento argamassado. As patologias relacionadas aos revestimentos argamassados, atribuídas às areias, podem ser divididas em 2 grupos, segundo Carasek (2011, p. 5) são eles:

- Relacionados à composição química e mineralógica, sendo de grande importância a presença de impurezas; e
- Relacionadas à granulometria, devendo ser considerada a distribuição granulométrica, além do teor e natureza dos materiais pulverulentos.

Com relação a composição química e mineralógica, Carasek (2011, p. 5) afirma que:

As areais deverão ser isentas, ou possuir um teor inexpressivo, de torrões de argila, carvão, matéria orgânica, pirita, concreções ferruginosas, sais solúveis, mica e argilominerais [...], ainda quanto a composição mineralógica do agregado, deve-se ter atenção quanto à reatividade das areais, evitando assim, a deterioração dos revestimentos pela reação álcali-agregado (RAA). A RAA é uma reação lenta e complexa que ocorre entre os álcalis Na_2O e K_2O , provenientes do cimento ou de fontes externas, e algumas fases mineralógicas reativas da areia.

Ainda com relação a composição mineralógica do agregado, a reação álcali-agregado, na presença de umidade, poderá ocasionar expansões internas o que pode vir a comprometer o desempenho de argamassa de revestimento, ocasionando o surgimento de fissuras e desagregação. Até o momento não foram diagnosticados casos de reação álcali-agregado em revestimentos argamassados no Brasil. Nos Quadros 4 e 5 a seguir são apresentadas as principais impurezas das areias e suas consequências nas argamassas e revestimentos.

Quadro 4 – Principais impurezas dos areais e suas consequências nas argamassas e revestimentos

(continua)

Impureza presente no agregado	Manifestação patológica produzida no revestimento/argamassa	Mecanismos / Observações	Fontes prováveis
Torrão de argila	- Desagregação do revestimento; - Vesículas.	Os torrões de argila são grãos de baixa resistência mecânica (friáveis), absorvem muita água e desagregam, originando vazios.	Pode apresentar-se em agregados de mina.
Matéria orgânica em decomposição (húmus)	- Inibe a pega e o endurecimento da argamassa; - Vesículas com interior escuro; - Intumescimento; - Desagregação do revestimento.	A desagregação do revestimento pode ser produzida pela baixa aderência entre grãos ocasionada pela presença de ácidos dos húmus que neutralizam a água alcalina da argamassa.	Areia lavada insuficientemente, contendo resíduos de animais e vegetais (folhas, raízes e caules) em decomposição; poluição de rios (detergentes).
Carvão	- Vesículas com interior preto; - Intumescimento; - Manchas escuras escuridas na superfície do revestimento ou pintura.	O carvão é um grão de baixa resistência mecânica (friável) e instável quimicamente.	---
Concreções ferruginosas	- Manchas escuridas de cor ferrugem; - Desagregação do revestimento; - Vesículas com interior escuro.	Reação de oxidação, formando compostos expansivos – hidróxidos de ferro e óxidos de ferro hidratados.	---
Gipsita e Anidrita	- Fissuração; - Desagregação do revestimento.	Liberam SO_4^{--} que reage com os compostos hidratados do cimento (aluminatos e hidróxido de cálcio) formando produtos expansivos, a etringita e a gipsita. A gipsita possui alta solubilidade; se a areia ficar armazenada por um longo período ao ar livre ela será lixiviada. Já a anidrita é menos solúvel e mais deletéria.	Ocorrem frequentemente em rochas sedimentares e carbonatos.

Fonte: Adaptado de Carasek, 2011, p. 6-7.

Quadro 5 – Principais impurezas dos areais e suas consequências nas argamassas e revestimentos

(conclusão)

Impureza presente no agregado	Manifestação patológica produzida no revestimento/argamassa	Mecanismos / Observações	Fontes prováveis
Sulfeto de ferro FeS ₂ (genericamente chamado de pirita)	• Manchas escorridas de cor ferrugem; • Desagregação do revestimento; • Vesículas com interior escuro.	Formação de compostos expansivos resultantes da dissociação em íons Fe ⁺⁺ e S ⁻ e oxidação desses íons formando óxido de ferro (expansão e manchas de ferrugem) e sulfatos que reagem com os produtos hidratados do cimento gerando etringita e gipsita (expansão). Um teste prático que pode ser realizado: colocar a areia em uma solução saturada de cal, se ela for reativa, forma-se, em poucos minutos um precipitado gelatinoso verde-azulado, que exposto ao ar transforma-se em hidróxido férrico marrom. Existem vários tipos de sulfetos: pirita, marcassita, pirrotita, calcopirita, etc.	Frequentemente encontrada em rochas vulcânicas, metamórficas e sedimentares.
Sais solúveis	• Eflorescências (e criptoflorescências); • Acelera a pega e o endurecimento da argamassa (cloretos); • Desagregação (sulfatos).	Os sais são dissolvidos pela água e levados à superfície do revestimento formando depósitos pulverulentos, geralmente brancos.	Areia da região litorânea e de estuários
Mica (muscovita, biotita, sericita)	• Desagregação; • Esfoliação; • Descolamento do revestimento; • Aumento da demanda de água de amassamento.	A mica é um mineral que se cristaliza em forma de lâminas delgadas (placas). Assim, durante o sarrafeamento e desempenho da argamassa as placas de mica presentes podem se orientar paralelamente à superfície da base, atuando como superfícies diminutas de descolamento, reduzindo a aderência no interior da massa (esfoliação) ou na interface argamassa/substrato (descolamento do revestimento).	Ocorre com frequência nas rochas ígneas e metamórficas, sobretudo micaxisto, granito e gnaisse.

Fonte: Adaptado de Carasek, 2011, p. 6-7.

No segundo grupo, onde é relacionada a distribuição granulométrica do agregado, a anomalia que poderá ser ocasionada é a retração e consequente fissuração da argamassa. As partículas muito finas, podem vir a recobrir os grãos de areia e dificultar a adesão entre a pasta aglomerante e a areia, o que reduz a coesão interna da argamassa, tornando o revestimento pulverulento (SELMO, 1986 *apud* CARASEK, 2011). Como forma de mitigar essa anomalia, poderá ser indicado o aumento do teor do aglomerante, sobretudo do cimento. Porém essa intervenção resolveria de forma parcial o problema apresentado, pois corrigirá a pulverulência, mas em contrapartida aumentará substancialmente a quantidade de finos, o que além de elevar a plasticidade (acima da adequada) desenvolveria uma grande retração e consequente fissuração da argamassa (CARASEK, 2011).

O uso de aditivos incorporadores de ar, muito empregado em argamassas, melhora de forma significativa a trabalhabilidade e também reduz a quantidade de água de amassamento necessária. No entanto, tal produto deverá ser usado com cautela. Uma vez que o aditivo incorporação de ar dentro argamassa, ao atingir teores de acima de 20% - 25%, o revestimento argamassado poderá estar comprometido, tendo em vista que o excesso de ar incorporado prejudicará a aderência da argamassa com o substrato. Abaixo do valor crítico, o teor de ar incorporado poderá até aumentar a aderência, devido ao ganho de trabalhabilidade da argamassa (CARASEK, 2011).

2.5.3.2 Manifestações patológicas dos revestimentos cerâmicos

Como o revestimento cerâmico é um dos mais utilizados na construção civil, é necessário, no momento da escolha, prestar atenção a algumas características, como a resistência à abrasão, produtos químicos e impactos, além do nível de absorção de água e textura superficial (BARRIONUEVO *et al.*, 2015).

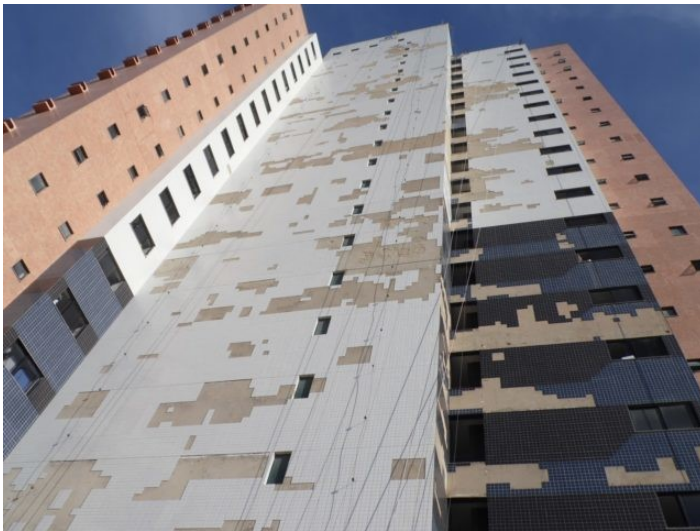
Dentre as diversas qualidades e vantagens que esse material possui, Barrionuevo *et al.* (2015) cita: “[...] a durabilidade do material, facilidade de limpeza, higiene, qualidade do acabamento final, proteção dos elementos de vedação, isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água e aos gases, segurança ao fogo, aspecto estético e visual agradável”.

A qualidade e a durabilidade de uma superfície com revestimento cerâmico estão fundamentadas diretamente em conceitos relacionados aos seguintes aspectos: planejamento e escolha correta do revestimento cerâmico; qualidade do material de assentamento; qualidade da construção e do assentamento e manutenção (BARRIONUEVO *et al.*, 2015, p. 89).

Assim como em demais etapas construtivas de uma edificação, Lima (2015) salienta que o surgimento de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos, poderão se iniciar antes mesmo de sua execução, ou seja, na elaboração do projeto, através da escolha de materiais inadequados para determinadas características de uso da edificação, ou quando não são levadas em consideração a interação dos revestimentos com outros elementos da edificação. No entanto, isso não impede que as anomalias surjam na fase de execução, provenientes do emprego de profissionais sem a devida qualificação e conhecimentos técnicos.

Uma anomalia comum nesse tipo de revestimento é o descolamento, demonstrado na Figura 19. Bauer (2012, p. 906) explica que as causas mais comuns para o surgimento desta anomalia são “[...] a inexistência de juntas de movimentação, deficiência na execução do assentamento das peças, até a falta de rejuntamento”.

Figura 19 – Descolamento do revestimento cerâmico



Fonte: Atex, 2018.

A perda de aderência é um processo causado por falhas ou ruptura na interface entre as camadas do revestimento cerâmico, ou entre a base e o substrato (estrutura, alvenaria, etc.). Essa perda de aderência ocorre quando as tensões que surgem ultrapassam a capacidade de aderência das ligações (BARROS *et al.*, 1997 *apud* RHOD, 2011, p. 28).

Um simples teste que indicará o possível descolamento da peça é a repercussão de um som oco em alguns componentes ou o estufamento da cama de acabamento. O destacamento da área afetada por essa patologia poderá ou não ocorrer de forma imediata, onde os pontos de maior incidência geralmente são os primeiros e últimos andares dos edifícios, tendo em vista o maior nível de tensões existentes nesses locais (CAMPANTE; BAÍA, 2003, p. 86-87 *apud* RHOD, 2011).

O Centro Cerâmico do Brasil (2010 *apud* RHOD, 2011), cita como os principais motivos para o descolamento de cerâmicas:

- Ausência de cuidados por parte da mão de obra no preparo da argamassa colante;
- Aplicação de argamassa colante após decorrido o tempo em aberto (intervalo de aplicação da argamassa até a formação de uma película que impede sua aderência);
- Emprego de técnicas e ferramentas inadequadas;
- Pressão de aplicação;
- Infiltrações;
- Existência de sujidades no tardo do da peça prejudicando a aderência com a argamassa colante.

Tormen *et al.* (2016) apresenta demais causas que podem levar ao descolamento da cerâmica:

- Base excessivamente lisa ou impregnada com substância hidrófuga;
- Base com excesso de umidade.

Sobre as causas para o descolamento, Sabbatini e Barros (2001, p. 28) complementam:

[...] as causas do descolamento dos componentes podem ser diversas sendo uma das mais importantes a instabilidade do suporte, devido à acomodação do conjunto da construção, a fluência da estrutura de concreto armado e as variações higrotérmicas e de temperatura [...]. Pode-se buscar conhecer, inicialmente, o tipo de ruptura ocorrida, verificando-se o estado do verso dos componentes (tardo do) e o estado do substrato, identificando se a ruptura se deu entre a camada de fixação com o componente, desta com o substrato, ou mesmo do próprio substrato.

As manifestações patológicas dos revestimentos argamassados citados anteriormente na Seção 2.5.3.1, devem ser levadas em consideração como possíveis causas para o descolamento dos revestimentos cerâmicos, sobretudo as responsáveis pela instabilidade do revestimento argamassado, uma vez que de forma frequente o emboço ou reboco serve como substrato para o assentamento das cerâmicas.

Os revestimentos cerâmicos estão sujeitos também a anomalias como as trincas, fissuras e gretamento. Bento (2010 *apud* PESSANHA, 2018) explica a diferença entre os três termos:

[...] Trincas são rupturas na placa cerâmica provocadas por esforços mecânicos, causando a separação das placas em partes, com aberturas superiores a 1 mm. Fissuras são rompimentos nas placas cerâmicas, com abertura inferior a 1 mm e que não causam a ruptura das placas. Gretamento é uma série de aberturas em várias direções, e são inferiores a 1 mm. Ocorre na superfície esmaltada das placas [...].

Dentre as possíveis causas para o surgimento das trincas, fissuras e gretamento, Sabbatini e Barros (2001) explicam que essas anomalias poderão surgir de maneira generalizada nos revestimentos cerâmicos, e cita como prováveis causas:

- Dilatação e retração da cerâmica proveniente das variações térmica ou de umidade no corpo cerâmico, gerando um estado de tensões internas propício para essas anomalias;
- Excessiva deformação estrutural gerando tensões nos componentes da alvenaria que nem sempre poderão ser completamente absorvidos, parte desses esforços serão direcionados aos revestimentos, caso a resistência do revestimento seja inferior a intensidade da tensão, poderá ocorrer o seu descolamento ou surgimento de trincas e fissuras na sua superfície;
- Ausência de detalhes construtivos, como vergas e contravergas, pingadeiras em platibandas e janelas e juntas de movimentação dos revestimentos;
- Retração da argamassa convencional quando as peças cerâmicas são assentadas com argamassas convencionais (não indicado), poderá ocorrer o efeito denominado “beliscão”. Após o assentamento, a argamassa adere firmemente à cerâmica e sob o efeito de retração da mesma, proveniente da cura, ocorre a retração ou “beliscão” no corpo da peça cerâmica. O resultado é o surgimento de tensões que acabam por tornar a face da peça convexa e tracionada, proporcionando o surgimento das trincas e fissuras.

Segundo Bauer (2012), o gretamento caracteriza-se pela formação de fissuras excessivamente finas (capilares) sobre a superfície vidrada, como pode ser visto na Figura 20. A cerâmica quando submetida a determinadas condições higrotérmicas, acaba favorecendo o surgimento de tensões entre a superfície vidrada e o corpo cerâmico da peça. Esse fenômeno pode ocorrer devido a ausência de compatibilidade entre os coeficientes de dilatação térmica da superfície vidrada e do corpo cerâmico. Uma vez que essa anomalia se manifesta em uma peça cerâmica, não há outra alternativa para sanar o problema se não a substituição da mesma. Quando a anomalia ocorre em uma peça na qual foi assentada de forma correta, submetida a

condições normais de uso, é considerado um fenômeno intrínseco da peça, no entanto poderá ser agravado caso o seu assentamento seja feito sem os devidos cuidados.

Figura 20 – Gretamento do revestimento cerâmico



Fonte: Pointer, 2018a.

A eflorescência é uma manifestação patológica que acomete diferentes elementos de uma edificação, como as alvenarias, os revestimentos argamassados, as superfícies revestidas por pintura e também os revestimentos cerâmicos, como demonstra a Figura 21. Segundo Sabbatini e Barros (2001), essa anomalia poderá apresentar diferentes níveis de intensidade, desde a simples alteração da aparência superficial da peça, até mesmo o descolamento do revestimento cerâmico ou degradação de revestimentos de pintura. A eflorescência caracteriza-se pelo acúmulo de sais em determinada superfície, proveniente do movimento da água no interior de um material poroso onde são transportados os sais solúveis. Estes por sua vez, após a evaporação da água serão depositados na superfície. Atualmente o processo empregado na produção das cerâmicas submete os componentes a uma queima em temperaturas superiores à 1100°C, isso auxilia na eliminação de sais presentes na mistura, tendo em vista que a alta temperatura viabiliza a dissociação dos sais, proporcionando a queima da parte leve e incorporando à malha cristalina a parte pesada, estabilizando a mistura (SABBATINI; BARROS, 2001).

Portanto, os sais que desencadeiam essa anomalia em revestimentos cerâmicos, são oriundos de outras fontes, como os elementos constituintes da alvenaria, a argamassa de regularização, a argamassa utilizada no rejuntamento, a água utilizada na construção e ainda dos produtos de limpeza em geral. Ressalta-se que o cimento Portland, principal aglomerantes das argamassas, é uma importante fonte de sais solúveis, portanto deve-se buscar minimizar o seu emprego (SABBATINI; BARROS, 2001).

Figura 21 – Eflorescência em revestimento cerâmico



Fonte: Tessera Construções, 2018.

A água, responsável pelo transporte dos sais até a superfície através dos poros, poderá ser oriunda de infiltrações em trincas e fissuras, vazamento em tubulações, condensação de vapor atmosférico dentro das alvenarias ou ainda uma combinação destes processos. Há casos em que a solução não chega a cristalizar-se na superfície (condição para que seja constatada a eflorescência), fato comum em ambientes constantemente úmido, nesses casos a eflorescência se manifestará como uma exsudação na superfície, na qual a viscosidade dependerá diretamente de sua composição e concentração (SABBATINI; BARROS, 2001).

Dentre as manifestações patológicas que acometem os revestimentos cerâmicos, temos também a deterioração das juntas, mostrada na Figura 22. Segundo Pessanha (2018, p. 18), “as juntas são responsáveis pela estanqueidade do revestimento cerâmico e capacidade de absorver deformações”. Bento (2010 *apud* PESSANHA, 2018) ressalta que um fator crucial para a determinação da deterioração da junta é a perda de estanqueidade e desgaste do material do preenchimento. No entanto os problemas relacionados a estanqueidade poderão surgir no exato momento da aplicação, quando, sem os devidos cuidados, o material é aplicado sobre superfícies com limpeza inadequada ou contaminadas por ácidos e bases concentradas provenientes de produtos de limpeza. Esses fatores em conjunto com agentes causadores de intempéries ou solicitações mecânicas podem levar à fissuração.

No caso das juntas rígidas (material a base de cimento), a deterioração poderá ser proveniente de agentes agressivos como a chuva ácida ou fissuras. Quando possuem grande quantidade de resina em sua composição (de origem orgânica) podem vir a se deteriorar e perder a tonalidade. Uma forma de evitar essa anomalia é sobretudo ter o rígido controle do serviço de rejuntamento, do preenchimento das juntas, bem como a correta escolha dos materiais para a vedação (BENTO, 2010 *apud* PESSANHA, 2018).

Figura 22 – Deterioração das juntas



Fonte: Galletto; Andrello, 2013.

Para Silvestre, Flores-Colen e Brito (2005, p. 2), as principais causas para esse tipo de anomalia podem ser das mais variadas origens, “abrangendo vários grupos padronizados de causas, como erros de projeto, falhas de execução do RCA (Revestimento Cerâmico Aderente), ações de origem mecânica exterior ao RCA, ações ambientais e falhas de manutenção [...]”. Nos pontos seguintes, essas origens são mais bem descritas:

- Erros de projeto: equívocos na prescrição de materiais, na paginação, no dimensionamento e localização das juntas e na escolha do material a ser utilizado para preenchimento das juntas;
- Erros de execução: uso de equipamentos inadequados, preenchimento das juntas de forma superficial (com aplicação de pressão insuficiente), utilização de material com alto teor de cimento (elevada retração) e irregularidades no alinhamento das juntas;

- Ações ambientais: elevada umidade do ambiente no momento da aplicação do RCA (provável causa de eflorescências e criptoeflorescências) e formação de microrganismos (algas, líquens e musgos);
- Falhas de manutenção: ausência de um plano de limpeza e manutenção (inspeções periódicas, ações de limpeza, reparo e substituição pontual).

2.5.3.3 Manifestações patológicas das pinturas

O revestimento com utilização de pintura é algo amplamente utilizado na construção civil. Petrucci (1979) explica que duas são as funções que quaisquer tintas ou vernizes devem atender: proteção e embelezamento. A intensidade com que essas duas funções influenciarão na composição da tinta depende da finalidade para qual será empregada. As tintas podem possuir composições líquidas ou pastosas e após a devida cura tem a capacidade de formar um filme protetor (DEUTSCH, 2013). Com relação a composição, Deutsch (2013, p. 82) afirma:

A tinta constitui-se da dispersão de um pigmento em um meio aglomerante e são compostas de: resinas, pigmentos e solventes. As resinas tem origem sintética e o pigmento constitui-se de sólidos, com granulometria muito fina, atuando na cor, opacidade e características de resistência da tinta.

Com relação a sua classificação, segundo Azeredo (2006 *apud* MARQUES, 2013) as tintas podem ser divididas em dois grandes grupos, levando em consideração a natureza do solvente empregado em sua composição, são elas:

- Tintas miscíveis em água, como tintas à base de cal, cimentícias, ácidos graxos (PVA), acrílicas e ácidas (epóxi);
- Tintas miscíveis em solventes, como tinta óleo, alquídicas, laca, betuminosas e resinas em solução.

Além das tintas, existem outros dois materiais empregados no revestimento de superfícies: vernizes e esmaltes. Segundo Azeredo (2006 *apud* ALVES, 2010, p. 15):

Com relação aos vernizes, constituem-se em resinas naturais ou sintéticas sob um veículo volátil que convertem-se em película transparente ou translúcida após a aplicação de sucessivas camadas finas. Os esmaltes, por sua vez, são obtidos adicionando-se pigmentos aos vernizes, resultando em tinta caracterizada pela capacidade de formar um filme liso, brilhante e resistente, com alto poder de cobertura e retenção da cor, resultando em um acabamento fosco aveludado.

As superfícies revestidas com a utilização de tintas e vernizes, também estão sujeitos às manifestações patológicas. Brites (2007 *apud* ALVES, 2010), salienta que ao abordar o tema referente a manifestações patológicas em pinturas, é necessário ter ciência de que tais anomalias não surgirão necessariamente em decorrência apenas de má qualidade do produto. Pode-se constatar que o correto desempenho da pintura está intimamente ligado ao substrato na qual será aplicada, à qualidade da mão-de-obra utilizada e a correta escolha do sistema a ser utilizado.

Uma anomalia muito recorrente é o destacamento da tinta, como pode ser visto na Figura 23. Essa manifestação patológica é caracterizada pela redução de aderência do revestimento ou pela separação da película formada pela tinta do substrato no qual está aplicado, proveniente da ausência de aderência (CHAVES, 2009).

Figura 23 – Destacamento da pintura



Fonte: Tintas Anjo, 2019.

De acordo com Chaves (2009), essa manifestação patológica poderá ser ocasionada por:

- Existência de umidade na base, provenientes de aplicação com ausência de cuidados ou de outras manifestações patológicas como as fissuras, arremates ou revestimento argamassado com excesso de porosidade;
- Aplicação sobre partículas não aderentes;
- Ausência do uso de selador;
- Exposição direta a umidades, temperaturas elevadas e correntes de ar;
- Incompatibilidade física, química e mecânica entre o revestimento de pintura e o substrato de aplicação.

Marques (2013) complementa com outros fatores desencadeadores desta manifestação patológica:

- Condições ambientais desfavoráveis no momento da aplicação: umidade elevada e baixas temperaturas são fatores que podem aumentar a umidade da base, levando ao destacamento da pintura;
- Escolha do revestimento por pintura inadequado para o tipo de exposição que o mesmo irá sofrer, principalmente quando o revestimento está sujeito à ataques químicos;
- Aplicação de repintura em superfície de base inadequada: se o peso da nova camada for elevado, poderá ser suficiente para arrancar a camada de tinta antiga que porventura não possua coesão suficiente;
- Ausência de aplicação de promovedor de aderência entre camadas, ou aplicação inadequada do mesmo durante o processo de execução da pintura;
- Escolha equivocada do solvente a ser utilizado: o solvente influencia diretamente na tensão superficial e na viscosidade do produto, quando utilizado de forma inadequada poderá reduzir a aderência da pintura na base;
- Superfície excessivamente lisa e rígida: essas são características que reduzem drasticamente a aderência da película;
- Tempo de secagem insuficiente entre demãos: poderão provocar diversos problemas que reduzem a aderência do produto na base;
- Erros no doseamento da formulação: em produtos compostos por dois componentes, o erro no doseamento pode originar uma mistura com características diferentes das esperadas;
- Envelhecimento natural do revestimento por pintura.

A eflorescência, demonstrada na Figura 24, é uma manifestação patológica que acomete não só a alvenaria, mas também o revestimento por pintura. Chaves (2009, p. 41) explica que a eflorescência “[...] caracteriza-se pelos depósitos cristalinos/salinos no revestimento, devido à sua migração seguida de evaporação de água que contém sais solúveis, durante o processo de secagem [...]”. Em paredes externas, as zonas mais suscetíveis a essa patologia são aquelas sujeitas a ascensão capilar e expostas a umidade.

Poderá se manifestar de uma forma mais agressiva, a depender da quantidade de sais solúveis existentes, da presença de água e pressão hidrostática, na qual ocasionará a desagregação do revestimento. Com relação à coloração, a eflorescência poderá apresentar diversas tonalidades, sendo a branca a mais comum (CHAVES, 2009).

Figura 24 – Eflorescência em revestimento com pintura



Fonte: Reforma Fácil, 2010.

Segundo Chaves (2009), os sais existentes no substrato, principal causa de eflorescência, podem ser provenientes de:

- Revestimento argamassado novo, com hidróxido de cálcio na composição que ao ser transportado para a superfície reage com o dióxido de carbono atmosférico gerando o carbonato de cálcio que se deposita na superfície do revestimento, ocasionando o surgimento de manchas esbranquiçadas;
- Transformações físico-química dos materiais empregados na construção da parede alvenaria, levando a formação de sais solúveis;
- Águas ascendentes por capilaridade do solo, carregando os sais existentes para o interior da parede;
- Ação microbiológica que poderá ocasionar a produção de sais solúveis;
- Atmosfera contaminada por compostos como o CO_2 e SO_2 que ao entrar em contato com águas pluviais, poderão desencadear reações com os materiais constituintes das alvenarias produzindo sais.

O empolamento da tinta é outra anomalia comum aos revestimentos com pintura. Segundo Gonzaga (2011), este fenômeno se caracteriza pela formação de bolhas ou vesículas contendo sólidos, líquidos ou gases, como pode ser visto na Figura 25.

Figura 25 – Empolamento em superfície revestida com pintura



Fonte: Tintas Anjo, 2019.

Os fatores que poderão originar o surgimento do empolamento, segundo ABRAFATI (2005 *apud* GONZAGA, 2011) são:

- Substrato (revestimento argamassado) mal preparado;
- Excesso de umidade no substrato;
- Retenção de solvente no substrato devido a secagem rápida da tinta;
- Alto teor de umidade no ambiente.

Para Chaves (2009), outros fatores também poderão contribuir para o surgimento desta manifestação patológica, são eles:

- Tempo insuficiente entre demãos;
- Sistema de pintura inadequado;
- Existência de componente solúveis em água;
- Forma de aplicação incompatível com o produto a empregar.

Os revestimentos de pintura também estão suscetíveis ao ataque de fungos, bactérias e desenvolvimento de musgo. Chaves (2019) caracteriza essa manifestação patológica com o

aparecimento de manchas ou filamentos (fungos) que ao passar do tempo se desenvolvem e formam colônias, passando a obter um aspecto escuro. Podem cobrir grandes áreas ocasionando a deterioração dos revestimentos. Os musgos sobretudo, podem provocar a perfuração e a descamação do revestimento ocasionando sua desagregação. Tal anomalia é apresentada na Figura 26.

Figura 26 – Fungos em revestimento com pintura



Fonte: Tintas & Pinturas, 2016.

Entre as possíveis causas desta manifestação patológica, Chaves (2019) cita:

- Exposição a condições de temperatura e umidade elevadas;
- Ambientes com pouca ventilação;
- Pouca incidência de radiação solar;
- Presença de sais e umidade no substrato.

Outra anomalia comum aos revestimentos com pintura é o enrugamento, visto na Figura 27. Segundo Polito (2006a) essa anomalia apresenta como o próprio nome sugere, a formação de rugas e ondulações na superfície da tinta, enquanto a mesma ainda se encontra úmida. Tal anomalia poderá ser causada por:

- Aplicação da tinta em camada muito espessa;
- Pintura executada em dias de temperaturas extremas. A camada externa acaba secando de forma mais rápida enquanto a camada inferior ainda se encontra úmida;

- Expor à umidade uma superfície que ainda não está completamente seca;
- Aplicar a primeira demão de tinta, sem que o selador esteja curado;
- Pintura sobre superfície com presença de sujidades ou engordurada.

Figura 27 – Enrugamento de superfície revestida com pintura



Fonte: IBRACLUBE, 2016.

As fissuras são manifestações patológicas que podem ocorrer em diversos elementos de uma edificação, inclusive nos revestimentos por pintura, como mostra a Figura 28. Segundo Chaves (2009), essa anomalia possui grande influência no desempenho do revestimento, uma vez que ela afeta a capacidade de impermeabilização da pintura e, ao permitir o acesso da água e outros agentes, a durabilidade do revestimento é comprometida. Rodrigues (2006 *apud* CHAVES, 2009), explica:

Existem diferentes tipos de fissuras: fissuração fina, onde existe uma distribuição mais ou menos regular pela superfície; fissuração de maior abertura, figurada por fissuração profunda que se produz durante a secagem de tintas aplicadas em camadas espessas; patas de galinha, onde as fissuras se formam à superfície da película seca na forma de linhas e partem de um ponto central fazendo lembrar as patas de uma ave; pele de crocodilo, onde as fissuras se assemelham a polígonos regulares.

Figura 28 – Fissuras em superfície revestida com pintura



Fonte: Esquadro, 2014.

Sobre as causas para a formação dessa anomalia, Chaves (2009) afirma que podem ocorrer por:

- Movimentação estrutural, quando o revestimento não consegue suportar as movimentações do substrato, ocasionando a fissuração;
- Aplicação inadequada, como o curto intervalo entre demãos, mistura insuficiente da tinta antes da aplicação no substrato, camada com espessura exagerada, tinta excessivamente diluída;
- Exposição a ambiente muito agressivo, aliado a excesso de radiação solar e elevada temperatura, acarretando a perda de elasticidade da tinta;
- Desgaste natural do revestimento;
- Deformação do substrato.

Complementando as prováveis causas para as trincas em revestimentos com pintura, Rodrigues (2006 *apud* CHAVES, 2009) afirma que essa anomalia também poderá ser ocasionada por:

[...] sistemas de pintura inadequados. Incompatibilidade física-química-mecânica com a base de aplicação, nomeadamente: acabamentos rígidos (epoxídicos) sobre bases macias (vinílicas ou acrílicas) de alto teor em cargas (os solventes do acabamento amolecem a base originando variações dimensionais que não são acompanhadas pelo acabamento; revestimentos de fiabilidade inerente (epoxídicas e fenólicas) densamente reticuladas, são incapazes de acompanhar as variações dimensionais da base; produtos de elevada concentração volumétrica do pigmento aplicados em bases sujeitas a variações dimensionais; revestimentos (alquídicos e vinílicos) sobre bases alcalinas saponificam tornando-se quebradiços.

2.5.4 Manifestações patológicas das alvenarias não estruturais

A alvenaria é um sistema de construção amplamente difundido devido a relativa facilidade de execução e ao baixo custo quando comparada a outros sistemas. Possui como principal função a separação de ambientes internos e externos, além de atuar transmitindo as cargas por meio de tensões majoritariamente a compressão (CAPORRINO, 2018). Com relação a sua definição, Caporrino (2018, p. 9) explica que “são conjuntos compostos de unidades menores, podendo ou não ser unidas por material ligante, justapostas em camadas horizontais que se sobrepõem umas às outras”.

Podem ser compostas por diferentes tipos de materiais, como os de origem pétreo, naturais ou artificiais. Os mais comumente empregados são os blocos de concreto, bloco cerâmico, blocos pétreos e blocos sílico-calcários. Para o assentamento dos blocos, é utilizado argamassa composta por cimento, agregado miúdo, cal, água e aditivos. Além de atuar na união das peças, essa argamassa garante a vedação, proporciona a aderência com as armaduras nas juntas e pode compensar eventuais variações dimensionais das unidades (CAPORRINO, 2018).

Antigamente as estruturas se deformavam em menor magnitude e as vedações eram mais resistentes (tijolos de barro), dessa forma a alvenaria atingia uma maior resistência para transferência de cargas. Com o surgimento dos sistemas computacionais e avanço dos métodos construtivos, as estruturas estão cada vez mais esbeltas e por consequência, mais deformáveis. Em contrapartida, as vedações foram ficando cada vez mais frágeis (blocos de concreto ou cerâmicos) e mais sujeitas ao surgimento de manifestações patológicas quando solicitadas além de sua capacidade resistente (MONTEIRO, 2004 *apud* CAPORRINO, 2018 p. 19).

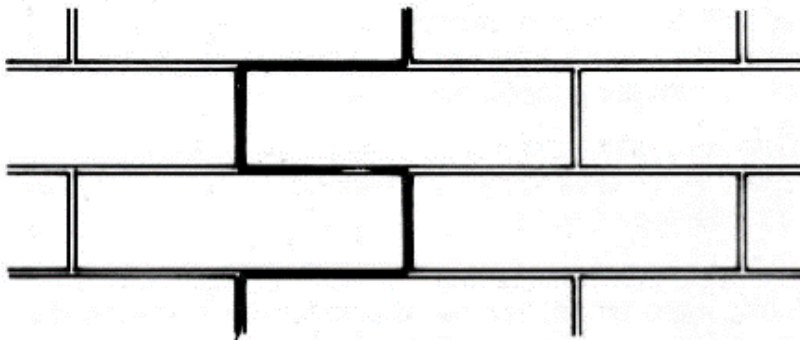
Com relação a manifestação patológica mais comumente encontrada nas alvenarias, podemos citar as fissuras, as quais podem ocorrer nas alvenarias estruturais e não estruturais e em cada situação apresentam formas ou padrões característicos. Thomaz (1989) ressalta que dentre as diversas manifestações patológicas, é de grande importância o estudo das trincas, sobretudo por três pontos: o aviso de um eventual colapso da estrutura, o comprometimento do

desempenho da edificação e o abalo psicológico que esse tipo de anomalia exerce sobre as pessoas.

De acordo com Caporrino (2018), as fissuras nas alvenarias não estruturais podem ser causadas por diversos fatores, entre eles está a execução inadequada do encunhamento, tendo em vista o fato de que as alvenarias não estruturais não são projetadas para resistir aos esforços verticais além do seu peso próprio e pequenas cargas de ocupação.

A execução do encunhamento inadequado, aliado a deformações dos elementos estruturais horizontais, podem submeter a alvenaria a uma sobrecarga que poderá vir a ocasionar a formação de fissuras. Outro fator responsável pela formação de fissuras em alvenarias, é a diferença de comportamento entre os materiais constituintes. As argamassas e blocos possuem propriedades diferenciadas, como o módulo de elasticidade, coeficiente de Poisson e outras. A diferença de comportamento que está diretamente ligada à essas propriedades podem ocasionar o surgimento de fissuras, que apresentam o padrão ilustrado na Figura 29, onde a resistência à tração da unidade componente é maior que a resistência a tração da argamassa (CAPORRINO, 2018).

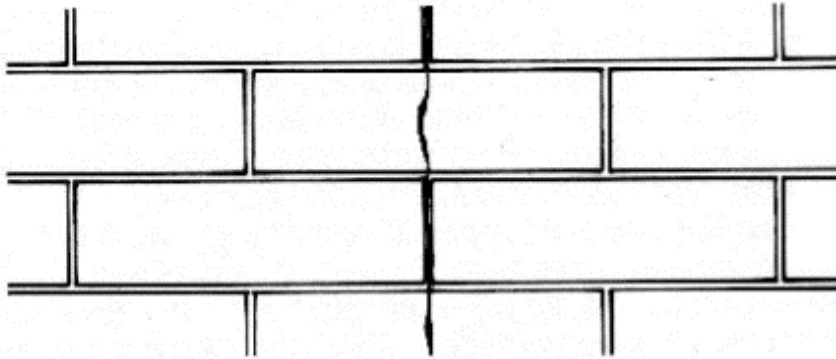
Figura 29 – Fissuras devido à resistência à tração do bloco superior à resistência a tração da argamassa de assentamento



Fonte: Thomaz, 1989, p. 27.

Em contrapartida, quando a resistência a tração da unidade componente da alvenaria é igual ou inferior à resistência a tração da argamassa de assentamento, a fissura se apresenta conforme exemplificado na Figura 30 (CAPORRINO, 2018).

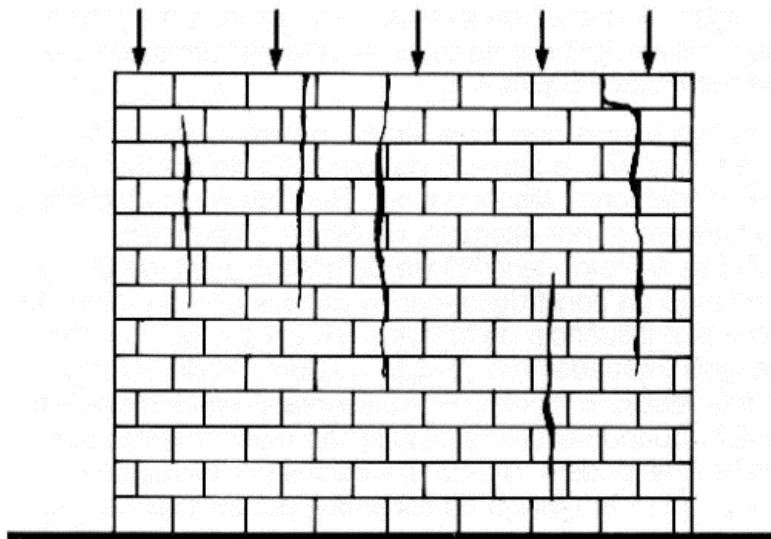
Figura 30 – Fissuras devido à resistência à tração do bloco ser inferior ou igual a resistência a tração da argamassa de assentamento



Fonte: Thomaz, 1989, p. 28.

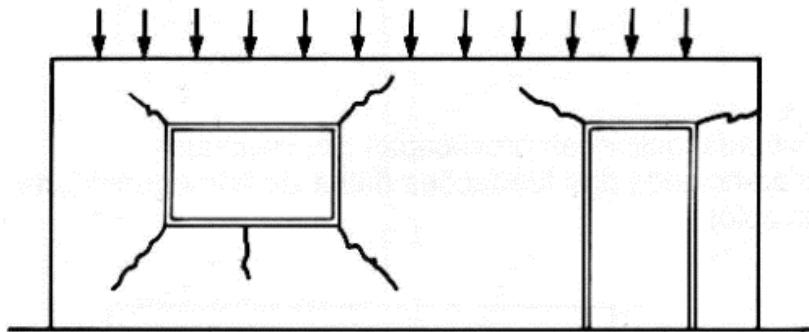
As fissuras em alvenarias não estruturais também podem ser ocasionadas por solicitações de cargas uniformemente distribuídas, apresentando particularidades quando manifestadas em paredes sem e com aberturas, como pode ser visto na Figura 31 e Figura 32, respectivamente (CAPORRINO, 2018).

Figura 31 – Fissuras devido à carregamento uniformemente distribuído em parede sem abertura



Fonte: Thomaz, 1989, p. 64.

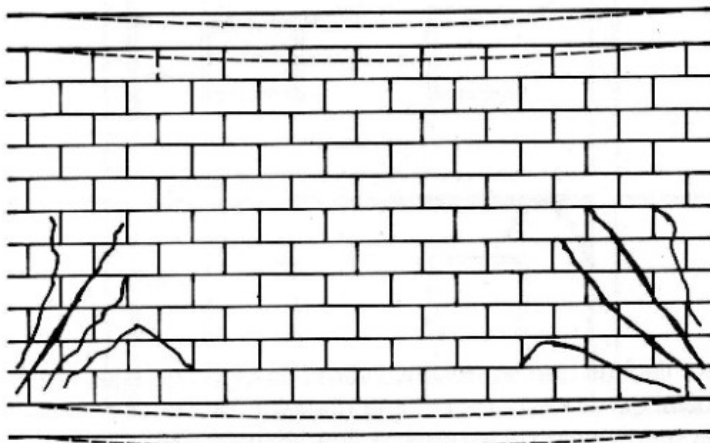
Figura 32 – Fissuras devido à carregamento uniformemente distribuído em parede com abertura



Fonte: Thomaz, 1989, p. 66.

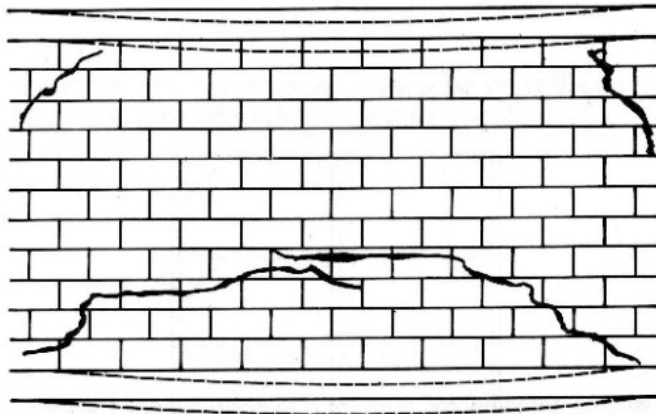
A deformação dos elementos estruturais superiores e inferiores às alvenarias poderá também ser o responsável pelo surgimento de fissuras. A deformação excessiva desses elementos pode gerar diferentes solicitações nas alvenarias. Quando ocorrem de forma idêntica no elemento estrutural superior e inferior temos o padrão de fissuração apresentado na Figura 33. No entanto, quando a deformação ocorre no elemento estrutural de suporte, as fissuras apresentam o padrão demonstrado na Figura 34. Outro caso comum, é quando a deformação do elemento estrutural superior, é maior que a do elemento inferior, nesse caso as fissuras poderão apresentar o padrão exibido na Figura 35 (CAPORRINO, 2018).

Figura 33 – Fissuras devido à deformação dos elementos estruturais superiores e inferiores



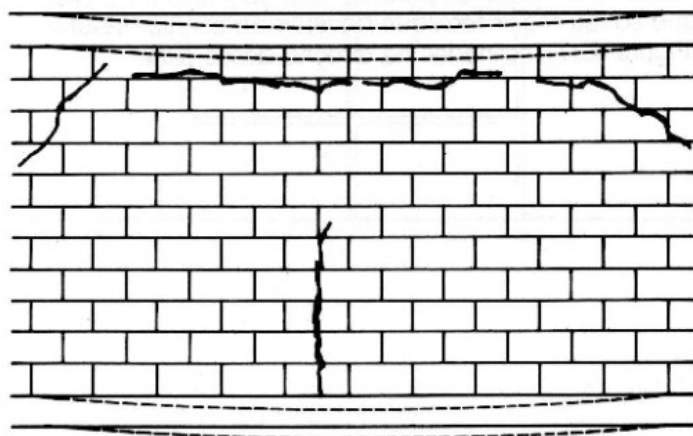
Fonte: Thomaz, 1989, p. 76.

Figura 34 – Fissuras devido à deformação dos elementos estruturais de suporte



Fonte: Thomaz, 1989, p. 75.

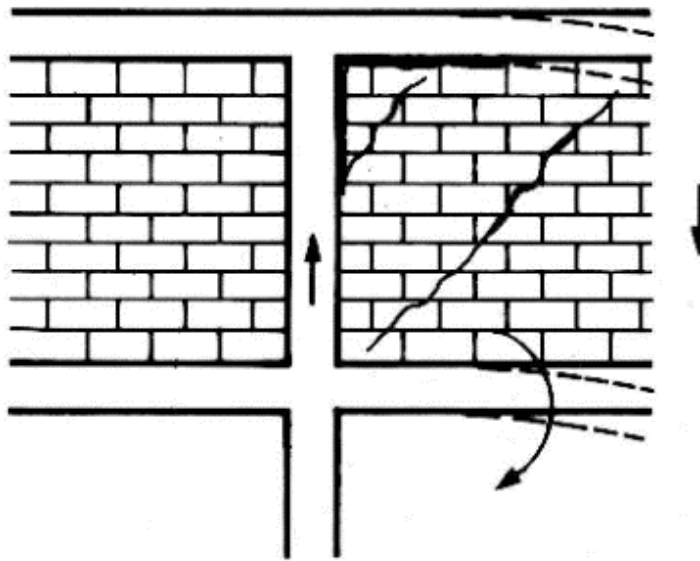
Figura 35 – Fissuras devido à maior deformação do elemento estrutural superior em comparação ao elemento estrutural inferior.



Fonte: Thomaz, 1989, p. 76.

O destacamento entre a alvenaria e estrutura pode ocorrer em alvenarias apoiadas em elementos estruturais em balanço, nesse caso poderão surgir fissuras com as características apresentadas na Figura 36. Neste caso os deslocamentos existentes na extremidade do balanço, provenientes da flexão podem gerar tensões de cisalhamento ou tração diagonal nas alvenarias (CAPORRINO, 2018).

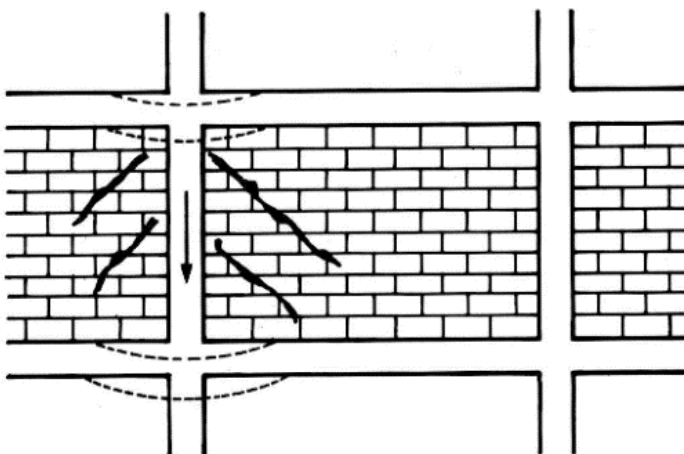
Figura 36 – Fissuras devido à deformação dos elementos estruturais em balanço



Fonte: Thomaz, 1989, p. 78.

Ainda sobre o surgimento de fissuras em alvenarias não estruturais, outra anomalia que poderá ocasionar essa manifestação patológica, é recalque diferencial das fundações, tendo em vista o deslocamento nos elementos estruturais horizontais que essa anomalia ocasiona. O padrão de fissura gerado pelo recalque diferencial é demonstrado na Figura 37 (CAPORRINO, 2018).

Figura 37 – Fissuras devido ao recalque diferencial das fundações

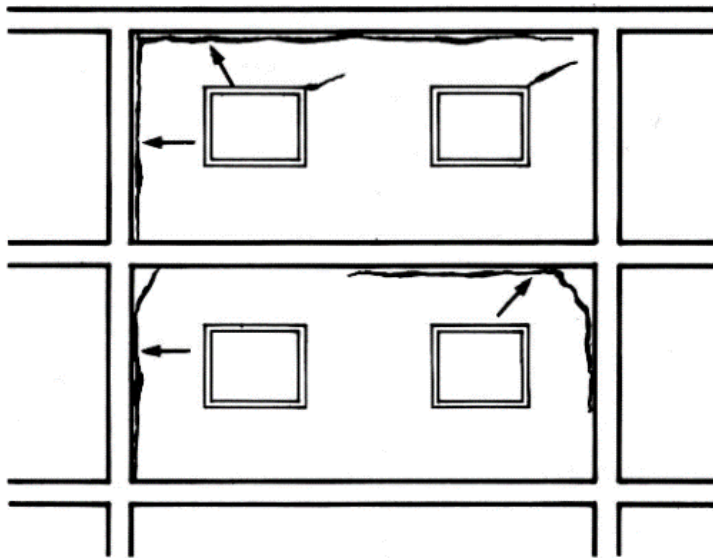


Fonte: Thomaz, 1989, p. 98.

Como dito anteriormente, os materiais aplicados na composição das alvenarias possuem características diferentes, como por exemplo o coeficiente de dilatação térmica, absorvência e porosidade. Como resultado, poderá ocorrer na alvenaria a movimentação diferenciada dos

componentes, responsável por ocasionar um destacamento da alvenaria com a estrutura. Esse problema ocorre principalmente quando há ausência de cuidados nos detalhes construtivos das ligações entre alvenaria e estrutura, encunhamento precoce, retração de secagem de blocos mal curados, entre outros fatores. Essa movimentação fará com que surjam fissuras que poderão apresentar o padrão ilustrado na Figura 38, denominadas como fissuras por movimentação higrotérmicas (CAPORRINO, 2018).

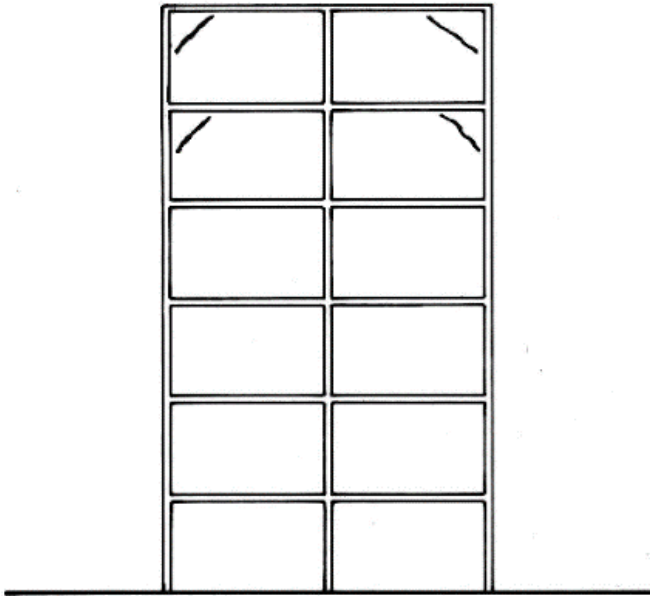
Figura 38 – Fissuras devido a movimentação higrotérmica



Fonte: Thomaz, 1989, p. 38.

Em edifícios altos, poderá ocorrer também a formação de fissuras por dilatação térmica, geralmente estas ocorrem nas alvenarias localizadas nos últimos pavimentos, conforme apresentado na Figura 39. Outros locais suscetíveis a essa manifestação patológica são os encontros entre alvenarias, seções com mudança de espessura ou regiões com a resistência reduzida devido passagem de tubulações (CAPORRINO, 2018).

Figura 39 – Fissuras causadas por dilatação térmica



Fonte: Thomaz, 1989, p. 27.

Outra manifestação patológica na qual as alvenarias estão sujeitas são as eflorescências, mostrada na Figura 40. As eflorescências são depósitos de sais acumulados sobre uma superfície provenientes da evaporação da água de uma solução saturada de sal, que por algum motivo percolou através dos materiais. Na maior parte dos casos de eflorescências, o dano se restringe à estética, são raros os casos onde ocorra o surgimento de fissuras ou alguma expansão da alvenaria em função dessa manifestação patológica (CAPORRINO, 2018).

Figura 40 – Eflorescência em alvenaria

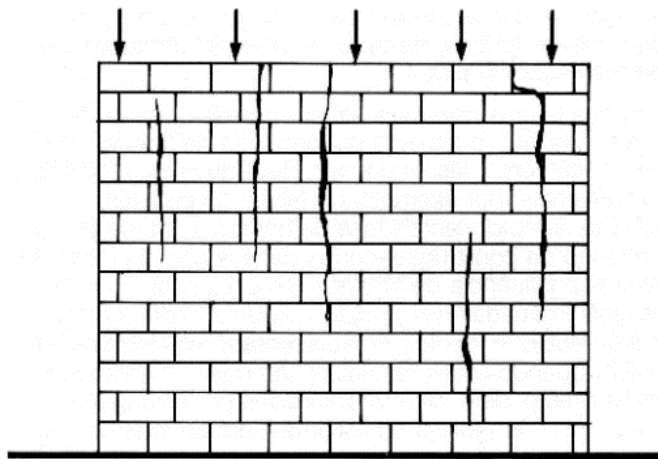


Fonte: Pointer, 2018b.

2.5.5 Manifestações patológicas das alvenarias estruturais

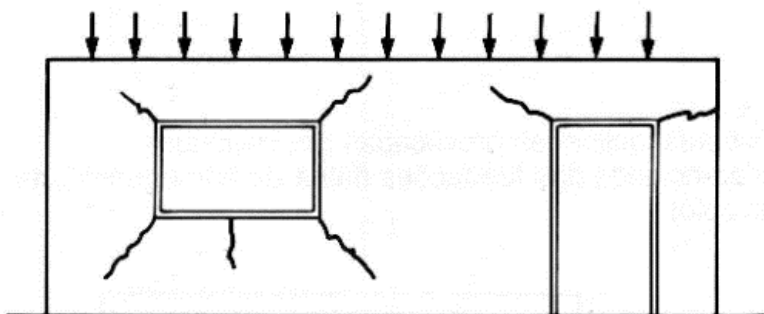
As manifestações patológicas que acometem as alvenarias estruturais, são muito semelhantes às que ocorrem nas alvenarias não estruturais, inclusive os padrões de formação de fissuras. Caporrino (2018) explica que as alvenarias estruturais são dimensionadas para resistirem as solicitações advindas do seu próprio peso, bem como demais elementos nela apoiados, como por exemplo as lajes. De mesmo modo em que ocorre na alvenaria não estrutural, o surgimento de fissuras por solicitação de carregamentos verticais uniformemente distribuídos também poderá acontecer. O padrão de fissuração de uma alvenaria estrutural sem aberturas é apresentado na Figura 41, já no caso de alvenaria estrutural com abertura, a fissura é apresentada na Figura 42.

Figura 41 – Fissuras causadas por carregamento vertical uniforme em alvenaria sem aberturas



Fonte: Thomaz, 1989, p. 64.

Figura 42 – Fissuras causadas por carregamento vertical uniforme em alvenaria com aberturas



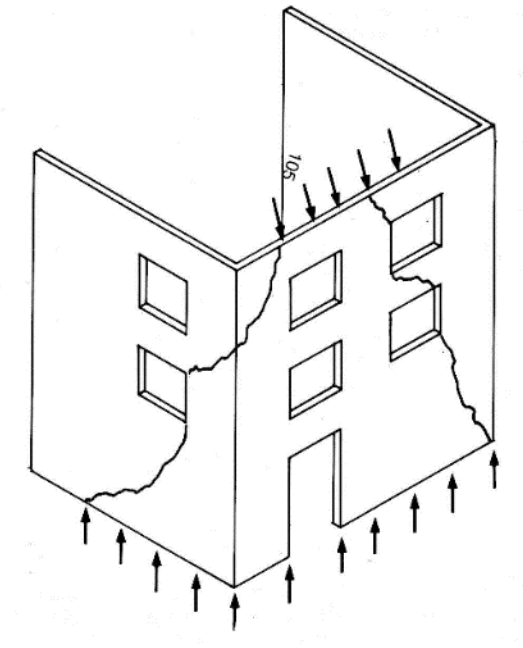
Fonte: Thomaz, 1989, p. 66.

As fissuras horizontais não são muito comuns em alvenaria estrutural, porém podem surgir quando submetida a esforços verticais atuando axialmente ao plano da alvenaria. Neste

caso as fissuras são ocasionadas por esmagamento da argamassa, por ruptura de blocos vazados em situações que estes estão assentados com os furos dispostos no sentido horizontal, ou quando ocorre o esforço de flexocompressão, muito comum em lajes.

As cargas concentradas também poderão ocasionar o surgimento de fissuras, nesse caso o padrão apresentado se desenvolve conforme ilustrado na Figura 43.

Figura 43 – Fissuras causadas por carregamento vertical concentrada

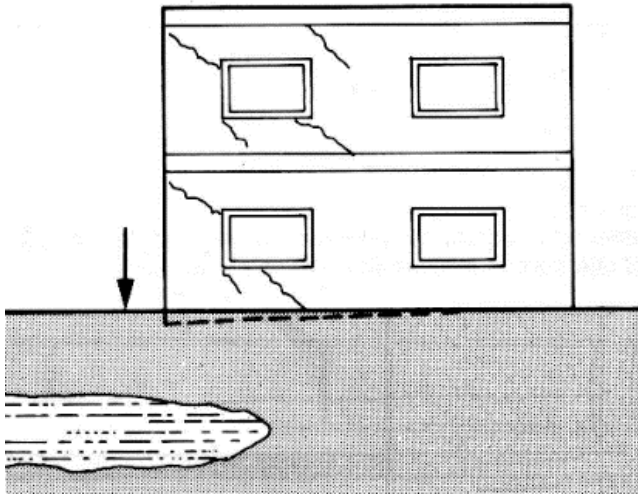


Fonte: Thomaz, 1989.

O recalque diferencial das fundações é uma manifestação patológica das fundações que também poderá ocasionar o surgimento de fissuras nas alvenarias estruturais, o padrão de formação é ilustrado na Figura 44 e Figura 45. Dentre os fatores que podem ocasionar o recalque diferencial das fundações, Caporrino (2018, p. 53) explica:

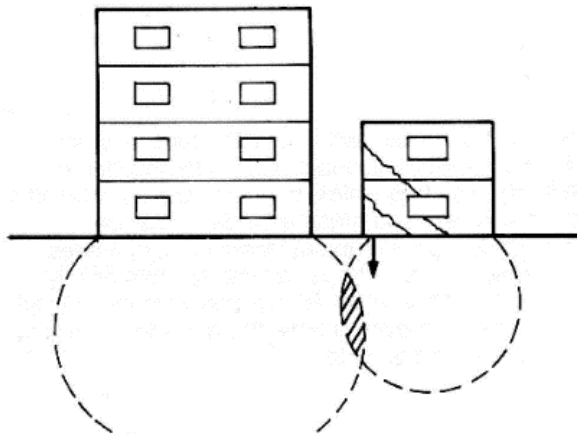
Esses recalques podem ser provenientes de falhas de projeto, rebaixamento de aquífero, camadas do solo com resistência diferente ao longo da edificação, consolidação diferenciada de aterros e influência de edificações vizinhas, entre outros motivos.

Figura 44 – Fissuras causadas por recalque diferencial



Fonte: Thomaz, 1989, p. 97.

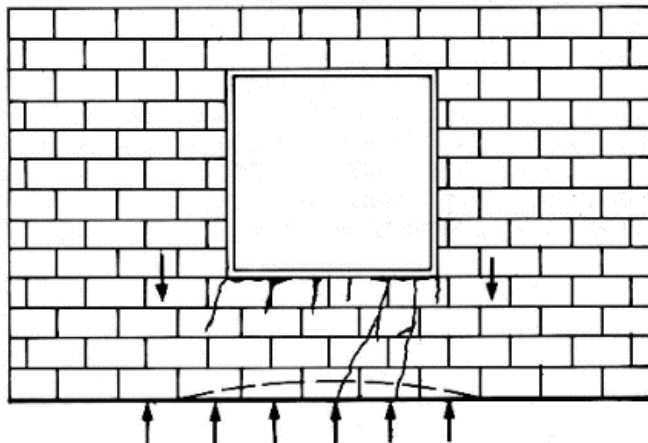
Figura 45 – Fissuras causadas por recalque diferencial



Fonte: Thomaz, 1989, p. 96.

Quando os elementos de fundação no qual estão apoiadas as alvenarias estruturais, possuem uma maior flexibilidade, como é o caso das sapatas corridas, vigas baldrame ou radiers, poderão surgir fissuras nas alvenarias provenientes de um desbalanceamento das cargas. O padrão de fissura apresentado neste caso está ilustrado na Figura 46.

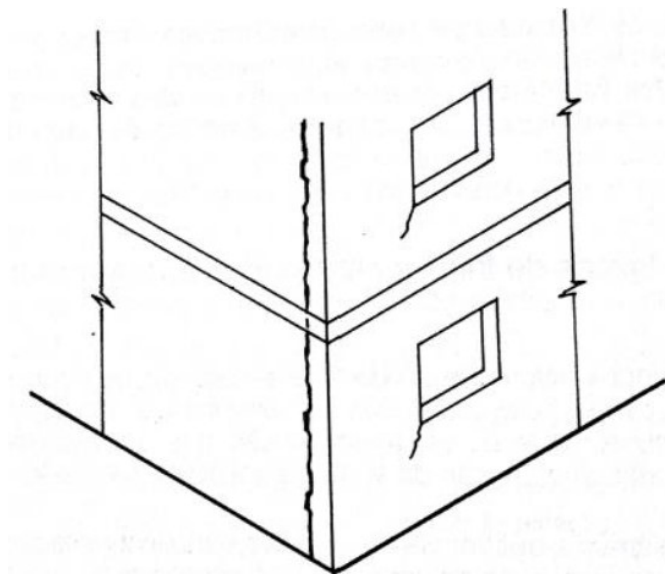
Figura 46 – Fissura causada por fundações excessivamente flexíveis



Fonte: Thomaz, 1989, p. 95.

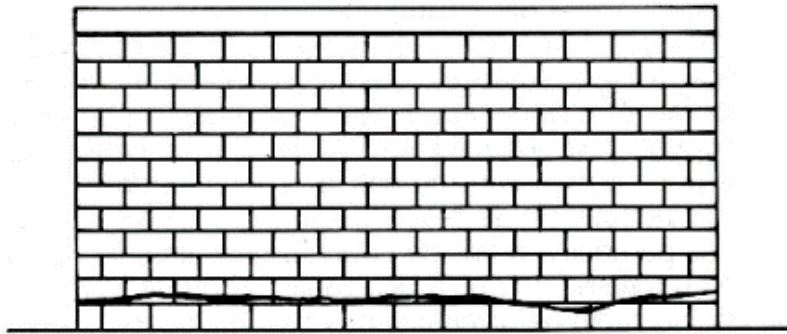
É importante salientar que as fissuras por movimentação higroscópica também podem ocorrer nas alvenarias estruturais, principalmente quando estas forem pouco carregadas como é o caso de edificações térreas, tendo em vista que nessas situações a expansão diferenciada possui um maior efeito. As fiadas inferiores estão mais propensas a sofrer com a umidade do solo por capilaridade, respingos, entre outros. Esse processo também é frequente em encontros de alvenarias expostos a umidade, como pode ser visto na Figura 47. O processo de absorção de água pela alvenaria causa uma expansão e, ao secar, contração. Essa movimentação acaba ocasionando a formação das fissuras demonstradas na Figura 48 (CAPORRINO, 2018).

Figura 47 – Fissura causada por movimentação higroscópica em encontros de alvenarias expostos a umidade



Fonte: Thomaz, 1989, p. 38.

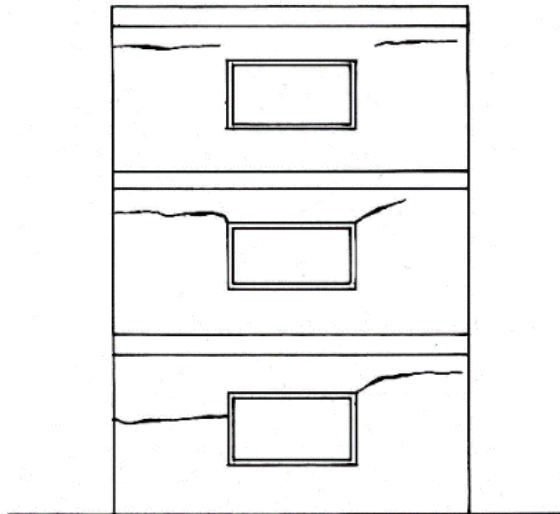
Figura 48 – Fissura causada por movimentação higroscópica em fiadas inferiores



Fonte: Thomaz, 1989, p. 42.

Para Caporrino (2018), a retração de secagem das lajes de concreto, principalmente em grandes vãos e em lajes expostas ao sol, é outro fator favorável à formação de fissuras em alvenarias estruturais. Caporrino (2018, p. 54) ainda garante que “o encurtamento da laje provoca a rotação das fiadas próximas a ela.” Na Figura 49 pode-se observar o comportamento de fissuras nesses casos.

Figura 49 – Fissura causada por retração de secagem das lajes



Fonte: Thomaz, 1989, p. 110.

3 APRESENTAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso será realizado em um residencial multifamiliar localizado na cidade de Palhoça, mostrado na Figura 50, cuja planta baixa pode ser visualizada na Figura 51. A edificação possui as seguintes características:

- 9 blocos: Tipo I (Blocos 1, 2, 3, 4, 5 e 6) possui 8 unidades por pavimento tipo e 2 unidades na cobertura, já o Tipo II (Blocos 7, 8 e 9) possui 2 pavimentos tipo com 4 unidades, 2 pavimentos tipo com 8 unidades e 1 unidade na cobertura;
- 5 pavimentos (pilotis, 4 pavimentos tipo e 1 cobertura);
- Total de 279 apartamentos;
- Média de 800 moradores;
- Os blocos foram entregues no ano de 2014.

Figura 50 – Residencial multifamiliar utilizado como objeto de estudo



Fonte: Acervo dos autores, 2019.

Figura 51 – Planta baixa do residencial multifamiliar



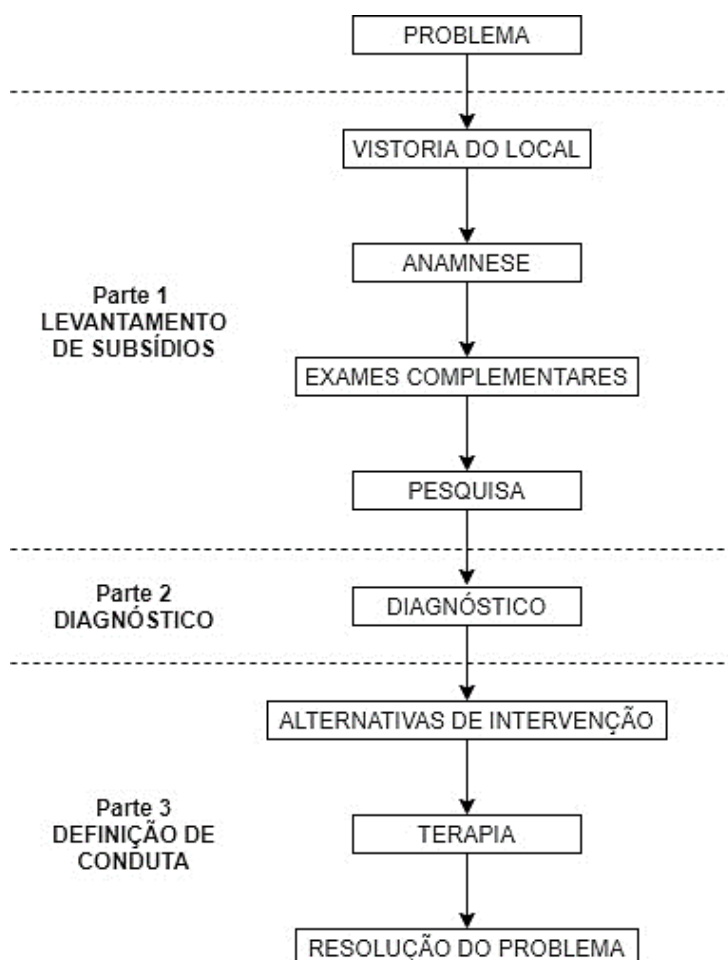
Fonte: MIMA Engenharia, 2012.

4 PROCESSO DE INSPEÇÃO

O processo de inspeção, de acordo com Campante e Sabbatini (2001 *apud* Segat, 2005, p. 32), “inicia-se pela observação do defeito ou manifestação patológica, buscando constatar a sua causa imediata, passando-se posteriormente pela sua natureza, ou seja, causa secundária, e chegando-se à origem do problema, a sua causa primária.” Para Segat (2005), o conjunto de conhecimentos exigidos para contribuir com o diagnóstico, além de diversas situações em que ocorre a impossibilidade de consultar especialistas no assunto, faz com que seja imprescindível organizar de forma simples e lógica o processo de entendimento dos problemas patológicos.

Conforme Lichtenstein (1986), “a prática profissional da análise [de problemas patológicos] tem sido muitas vezes caracterizada pela falta de uma metodologia universalmente aceita. [...] Muitas vezes é a ‘habilidade’ que prevalece, no lugar do método.” Por esse motivo, esse mesmo autor apresenta uma estrutura básica de análise de problemas baseada em três partes distintas e exibida na Figura 52.

Figura 52 – Estrutura básica para resolução de problemas patológicos



Fonte: Adaptado de Lichtenstein, 1986.

4.1 LEVANTAMENTO DE SUBSÍDIOS

Segundo Lichtenstein (1986), levantar subsídios consiste em acumular e organizar informações necessárias para que seja possível entender os fenômenos relacionados ao problema patológico investigado. Esta etapa compreende a vistoria do local, anamnese e exames complementares.

4.1.1 Vistoria do local

Lichtenstein (1986) explica que a vistoria do local, análise da sintomatologia do problema, inicia-se com a obtenção da maior quantidade possível de informações para a realização do diagnóstico. Essa etapa acontece quando o profissional se aproxima fisicamente da edificação e observa com cautela o defeito existente. A estrutura básica para vistoria é formada por três etapas:

- Determinação da existência e da gravidade do problema patológico: a determinação da existência do problema patológico se dá através da comparação qualitativa entre o desempenho exigível do edifício ou de parte dele e o desempenho encontrado. A maioria das manifestações patológicas são perceptíveis a olho nu, porém, em alguns casos, a comprovação da existência do problema patológico não é imediata, ou seja, não provocam alterações nos materiais;
- Definição da extensão e do alcance do exame: possui como condicionante o grau de disseminação dos sintomas no edifício, ou seja, observa-se se o problema patológico é localizado ou generalizado;
- Caracterização dos materiais e da patologia (utilização dos sentidos humanos e de instrumentos): os principais instrumentos são os cinco sentidos. As ferramentas servem de complemento, como o fio de prumo, régua, metro, termômetro de contato, endoscópio, entre outros;
- Registro dos resultados: o registro e a organização dos subsídios coletados são muito importantes na formulação do diagnóstico. Pode ser realizado manualmente, através de croquis ou indicações nas plantas ou ainda através de registros permanentes como fotografias.

A vistoria realizada no estudo de caso deste trabalho foi de Nível 1, definida como:

Inspeção Predial realizada em edificações com baixa complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos. Normalmente empregada em edificações com planos de manutenção muito simples ou inexistentes (IBAPE, 2012, p. 7).

4.1.2 Anamnese

Lichtenstein (1986) deixa claro que se através da vistoria do local, o profissional ainda não conseguir diagnosticar o problema patológico existente, passa-se a reunir informações sobre a evolução da manifestação patológica e do desempenho da edificação ao longo do tempo. As informações podem ser obtidas de duas maneiras:

- Investigação com pessoas envolvidas com a construção: entrevistar vizinhos, projetista, construtor, fabricante de materiais, entre outros;
- Análise de documentos formalizados: as informações obtidas oralmente podem não ser totalmente confiáveis, por isso é ideal utilizar fontes documentais como projetos, memoriais, cadernos de encargos, diário de obra, notas fiscais de materiais, contratos para execução de serviços e, em alguns edifícios ainda, é possível consultar os registros das intervenções já realizadas.

4.1.3 Exames complementares

Em alguns casos a observação visual e a etapa de anamnese não são suficientes para formular o diagnóstico, sendo necessário a realização de exames complementares (LICHTENSTEIN, 1986). Estes exames podem ser:

- Análises e ensaios em laboratório: avalia determinadas amostras procurando reproduzir as condições de exposição a que estão submetidos quando da utilização do edifício (SEGAT, 2005);
- Ensaios *in loco*: é realizado com a utilização de equipamento específico no próprio local da obra.

4.1.4 Pesquisa

Caso ainda não seja possível diagnosticar o problema, realiza-se então a pesquisa bibliográfica, tecnológica e científica.

4.2 DIAGNÓSTICO

O diagnóstico é a identificação da natureza e origem dos defeitos, ou seja, é entender os porquês e os comos baseado em todos os dados conhecidos. Cremonini (1988, p. 38) explica que esse processo não é uma tarefa fácil devido a construção ser um processo que envolve muitas etapas. Segundo Helene (2003 *apud* Zuchetti, 2015), o diagnóstico da manifestação patológica nos informa a respeito do estado de conservação da edificação, contribuindo com que seja realizada a correta intervenção em cada situação encontrada.

Os sintomas possuem dinamismo, isto é, o diagnóstico de um problema patológico não pode ser algo imediatista, mas sim, uma análise que entenda e leve em consideração todo o processo de evolução do caso, pois, assim como o aspecto de uma manifestação pode ser de uma maneira durante uma fase, em outro período pode encontra-se completamente diferente (TUTIKIAN; PACHECO, 2013, p. 12).

4.3 DEFINIÇÃO DE CONDUTA

A definição de conduta determina o trabalho que será executado para resolver o problema. Para isso, primeiramente é realizado o prognóstico da situação, ou seja, são levantadas as possibilidades de evolução futura do problema e as alternativas de intervenção (LICHTENSTEIN, 1986).

O prognóstico é baseado em dados fornecidos pelo tipo de problema, pelo seu estágio de desenvolvimento, pelas características gerais do edifício e pelas condições de exposição a que está submetido. Entram em consideração, portanto, o quadro de evolução natural do problema, as circunstâncias em que ele, porventura, se apresente, o terreno sobre o qual se desenvolve e os cuidados e condições que rodeiam o edifício (LICHTENSTEIN, 1986, n. p.).

4.3.1 Alternativas de intervenção

Após o diagnóstico e o prognóstico do problema, realiza-se a elaboração das alternativas de intervenção possíveis. A decisão final é baseada na relação custo/benefício de cada uma das alternativas, obedecendo um desempenho final mínimo exigido. Caso nenhuma solução satisfatória seja encontrada, retorna-se à fase de diagnóstico na busca de soluções melhores. Importante ressaltar que caso não haja uma intervenção, há possibilidade de colapso, deterioração e desempenho insatisfatório da edificação (LICHTENSTEIN, 1986).

4.3.2 Terapia

Após optar pela intervenção e decidir qual a melhor solução, executa-se a terapia escolhida.

5 ESTUDO DE CASO

As manifestações patológicas apresentadas neste tópico foram encontradas no residencial multifamiliar estudado. Após a análise e reconhecimento da anomalia encontrada, foi investigada, juntamente com pesquisas bibliográfica, as possíveis causas para então propor o tratamento adequado. Apesar de não ter sido realizado nenhum ensaio por questões econômicas e de cronograma, foram apresentadas sugestões de exames complementares que podem ser realizados para alcançar uma maior precisão no diagnóstico. Quanto as ferramentas, é importante mencionar que durante a inspeção utilizou-se lupa graduada, trena, escalímetro e esquadro.

Conforme informações fornecidas pelo síndico do residencial, nos últimos três anos não houve plano de manutenção, muito menos a realização de manutenções preventivas e/ou corretivas, como limpezas, tratamento de fissuras ou repintura das fachadas. Essa e todas as demais informações obtidas foram fornecidas pela engenheira civil responsável por fornecer consultorias ao condomínio, e pelo síndico, ocupante do cargo há três anos.

5.1 EXPOSIÇÃO E CORROSÃO DA ARMADURA

Esta manifestação patológica foi identificada na parte inferior dos pilares térreos da garagem, como mostra a Figura 53 e Figura 54, gerando o destacamento de partes de concreto do pilar na camada de recobrimento expondo parcialmente as armaduras. Aparentemente ocorreu redução de seção das barras longitudinais, e o pilar não apresenta fissuras generalizadas.

Figura 53 – Corrosão da armadura dos pilares centrais da garagem



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

Figura 54 – Corrosão da armadura do pilar de canto da garagem



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

a. Possíveis causas

Cascudo (2005 *apud* Gonçalves, 2015, p. 53) explica de forma simples e clara o processo de corrosão:

Pode-se definir a corrosão das armaduras nas estruturas de concreto armado, como sendo um processo de deterioração da fase metálica existente, que conseqüentemente provoca a perda de seção das barras de aço e concomitante a esta perda de seção formam-se produtos de corrosão de caráter expansivo, geralmente no entorno das armaduras, que vão se acumulando e gerando tensões internas não previstas em projeto as quais acabam fissurando o concreto e sequencialmente lascando-o e destacando-o, deixando, assim, a armadura totalmente exposta aos seus agentes agressores, o que acelera ainda mais o processo corrosivo.

De acordo com Lottermann (2013), a corrosão costuma atingir pequenos trechos de forma localizada e, com o passar do tempo, começa a se alastrar. Segundo Miotto (2010, p. 21), “os danos causados pela corrosão de armadura geralmente são manifestados por fissuras no concreto paralelas à direção da armadura, delimitando e ou desprendendo o revestimento”. Os fatores que influenciam diretamente na corrosão das armaduras estão intimamente ligados às características do concreto, ao meio ambiente no qual está inserido e à disposição das armaduras nos componentes estruturais afetados. Neste contexto, torna-se importante salientar que o cobrimento inadequado da armadura favorece a reação de oxidação (CÁNOVAS, 1988 *apud* MIOTTO, 2010).

Estima-se que o processo de corrosão apresentado no objeto de estudo ocorreu devido à redução da alcalinidade do concreto, genericamente denominada “carbonatação”, evidenciado pela existência de corrosão generalizada. A respeito da carbonatação, um fator de crucial importância para evita-la é o cobrimento da armadura, tendo em vista que o gás carbônico (CO_2) se difunde no concreto de fora para dentro e a carbonatação ocorre no mesmo sentido. Na inspeção feita observou-se que o cobrimento da armadura ficou em média com 10mm nos pontos onde houve exposição da armadura, como mostra a Figura 55, sendo insuficiente de acordo com a NBR 6118/2014. Em alguns pontos a armadura pode ter se deslocado no momento da concretagem, não fornecendo cobrimento suficiente.

Figura 55 – Cobrimento da armadura



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

O local também é acometido pela presença de umidade proveniente do solo. Quando a esta questão, Andrade (1992) explica que a velocidade de carbonatação possui uma constante que depende de diversos fatores, entre eles a umidade ambiental. Outro fator agravante é o fato de os pontos de corrosão estarem localizados em uma área onde há circulação de veículos (garagem), gerando uma maior concentração de gás carbônico.

O gás carbônico, ou dióxido de carbono, é normalmente originado da queima de combustíveis, como os hidrocarbonetos (gasolina e óleo). Pelo fato de o concreto ser um material poroso, esse CO_2 , presente na atmosfera, penetra com certa facilidade pelos poros até o seu interior. Deste modo, ocorre a reação do CO_2 com o hidróxido de cálcio, produto das reações de hidratação do cimento, transformando os compostos do cimento em carbonatos. Este mecanismo é responsável pela degradação do concreto (RIBEIRO; CUNHA, 2014 *apud* THEISS, 2019, p. 43-44).

b. Ensaios auxiliares no diagnóstico

Padaratz (2010) apresenta alguns ensaios que poderão auxiliar no diagnóstico desta manifestação patológica:

- Resistência mecânica do concreto;
- Espessura de cobertura de concreto e características da armadura;

- Porosidade e massa específica do concreto;
- Teor de cloretos;
- Teor de sulfatos;
- Espessura de carbonatação (fenolftaleína);
- Teor de umidade do concreto;
- Resistividade elétrica do concreto;
- Potencial de corrosão eletroquímica.

c. Tratamento

O processo de recuperação desta manifestação patológica se dá em cinco etapas:

Etapa 1: segundo Andrade (1992), a primeira etapa é a remoção do concreto contaminado e deteriorado, até encontrar-se a camada de concreto íntegro. Será necessário a utilização da fenolftaleína para identificar a área de concreto carbonatado que deverá ser removida. Em seguida, deve-se retirar de 1 a 2 cm do concreto por de trás das armaduras para que seja feita a limpeza de forma mais prática. Para facilitar a aderência da futura camada de recuperação, Souza e Ripper (1998) ressaltam que se deve buscar manter as arestas internas arredondadas;

Etapa 2: deve ser feita a remoção de sujidades superficiais da área na qual foi removido o concreto e em seguida providenciar a limpeza das armaduras, removendo o produto da corrosão aderido à superfície. Andrade (1992) salienta que tal processo é necessário principalmente em casos onde a corrosão ocorre devido a cloretos ou quando o material a utilizar no reparo seja à base de resina epóxi ou polimérica. Quando ocorrer acentuada perda de seção da armadura, a mesma deverá ser substituída. Souza e Ripper (1998) explicam que na impossibilidade de atender o comprimento de ancoragem mínimo, pode-se ancorar as barras na estrutura com a execução de furos no concreto e, posteriormente, colocar as barras imersas em epóxi ou graute. Silva (2018) salienta a importância de após a limpeza das armaduras, providenciar o tratamento com material inibidor de corrosão, como por exemplo, materiais a base de zinco. Neste caso a presença do zinco poderá atuar como ânodo de sacrifício, o qual irá proteger a armadura das ações deletérias;

Etapa 3: preparar a superfície do concreto para receber a camada de proteção. Andrade (1992) explica que é de extrema importância garantir a perfeita aderência entre a camada de reparo e a superfície de concreto original. A aderência pode ser favorecida por uma superfície com certa rugosidade. O umedecimento da superfície e aplicação de resinas denominadas ponte de aderência irão depender do material empregado no reparo. Quando o concreto estiver contaminado por cloretos, é conveniente utilizar uma resina que seja ao mesmo tempo ponte de aderência e barreira contra os cloretos ainda presentes no concreto antigo, pois devido a diferença de concentração, esse material poderá migrar para a camada de reparo por difusão, contaminando-o. É fundamental garantir que esses cloretos não atinjam a armadura durante essa transição para o exterior;

Etapa 4: reconstrução da camada de proteção. Há uma grande variedade de produtos no mercado para esta finalidade, no entanto, segundo Andrade (1992) em todos os casos este material deve assegurar à armadura duas características básicas: restaurar o meio alcalino de forma que ocorra a passivação das armaduras e atuar como uma barreira contra a penetração do oxigênio, umidade, cloretos ou dióxido de carbono. Os materiais são de aplicação manual ou com auxílio de fôrmas, e compostos geralmente de materiais a base de cimento, base polimérica ou de resina, e materiais mistos;

Etapa 5: Silva (2018) apresenta como última etapa do processo, a cura da superfície reconstruída, a qual geralmente é feita com aspersão de água potável (a depender do material empregado).

Andrade (1992) faz uma observação com relação ao acompanhamento periódico das estruturas após o reparo, tendo em vista que a chance de retorno do processo de corrosão é grande, sobretudo nos casos onde a corrosão tenha sido causada por cloretos. O acompanhamento consiste em observações periódicas em zonas de maior risco.

5.2 FISSURAS E TRINCAS

Esta manifestação patológica é caracterizada pela presença de fissuras mapeadas, assim como nas direções verticais e horizontais por diversas partes das fachadas do edifício, enquanto as trincas se manifestam junto aos cunhais das paredes. Como descrito por Oliveira (2012), as fissuras possuem abertura de até 0,5mm, já as trincas apresentam abertura entre 0,5 e 1,5mm.

a. Possíveis causas

De acordo com a NBR 13749/2013, as fissuras mapeadas, mostrada na Figura 56, “podem forma-se por retração da argamassa, por excesso de finos no traço, quer sejam de aglomerantes, quer sejam de finos no agregado, ou por excesso de desempenamento.”

Figura 56 – Fissuras mapeadas



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

A respeito dos mecanismos de retração, Thomaz (1989) explica que os concretos e argamassas por vezes podem ser produzidos com excesso de água para que sua trabalhabilidade seja melhorada, no entanto isso pode acentuar a sua retração. Existem três formas de retração que ocorrem em um produto feito à base de cimento: a retração química, retração de secagem e a retração por carbonatação. Como principais aspectos para a retração de um produto à base de cimento podem-se citar:

- A composição química e finura do cimento;
- O consumo de cimento empregado na mistura;

- Natureza dos agregados;
- Granulometria dos agregados;
- Condições de cura;
- Quantidade de água na mistura.

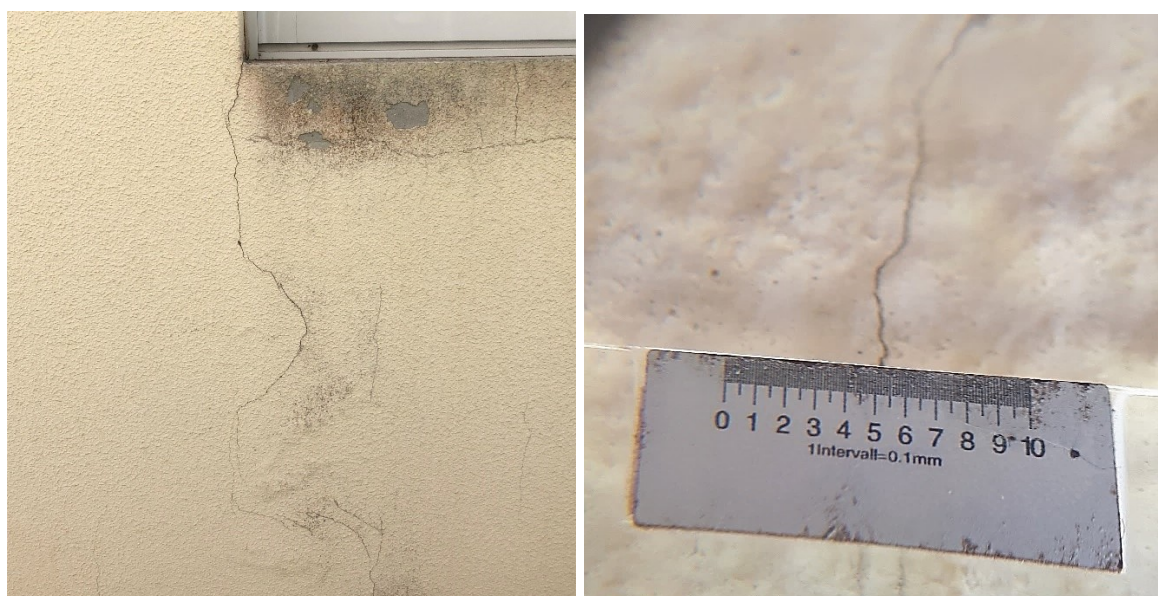
Medeiros e Sabbatini (1994 *apud* LORDSLEEN JÚNIOR, 1997) explicam que a manifestação das fissuras mapeadas poderá ocorrer tanto na fase plástica quanto na fase endurecida do revestimento argamassado. A perda de umidade nas fases iniciais, após a execução do revestimento, gera tensões de tração internas que se aliviam quando ocorre a fissuração. Muci *et al* (2014) ressalta a importância do processo de cura (por vezes negligenciado na construção civil), o qual deve ser feito de tal forma que garanta umidade suficiente para que ocorram as reações de hidratação e carbonatação dos aglomerantes, desta forma a reação de pega (reação exotérmica) não atingirá temperaturas elevadas.

As movimentações higroscópicas também podem ocasionar fissuras mapeadas na etapa em que a argamassa se encontra endurecida. Esta alteração consiste na movimentação de água ou umidade no interior do revestimento, seja por difusão ou por ação de forças externas (infiltração de água nas superfícies) ou ainda por capilaridade. Estas movimentações higroscópicas provocam variações dimensionais nos materiais porosos existentes nas edificações. A elevação da umidade gera a expansão e a redução da umidade gera retração. Os ciclos de umedecimento e secagem, associado a movimentações térmicas podem provocar microfissuras na argamassa, e através destas poderão penetrar uma quantidade maior de água, o que acentuará progressivamente a incidência de fissuras (THOMAZ, 1989).

Com relação ao diagnóstico do agente causador das fissuras, Thomaz (1989) salienta que nem sempre é uma tarefa fácil, pois uma causa poderá provocar diferentes padrões de abertura e um padrão de abertura poderá significar diversas causas. Não são raros os casos em que estas aberturas podem surgir por associação de diversos fatores e apresentarem configurações diferentes das apresentadas nas bibliografias, tornando seu diagnóstico algo viável somente para especialistas. No entanto, analisando os pontos onde há a existência de fissuras mapeadas e levando em conta que se trata de áreas com grande incidência de calor e umidade (fatores comprovados pela existência de fungos), uma hipótese para origem das fissuras seria a retração do revestimento argamassado. As tensões geradas pela retração podem ter ocasionado microfissuras, possibilitando a penetração da água, o que tornaria o revestimento suscetível a ocorrência das movimentações higroscópicas.

Outros padrões de fissuras também foram identificados em demais pontos do residencial. A revisão bibliográfica realizada deixou clara a presença de fissuras ocasionadas pela ausência ou ineficiência de verga e contraverga, como mostra respectivamente a Figura 57 e Figura 58. Zanzarini (2016) explica que nos vértices das aberturas ocorre uma concentração de tensões, para evitar o surgimento de fissuras nestes pontos é imprescindível a utilização de elementos de reforço como vergas e contravergas, como mostra a Figura 59. Estes elementos devem ser dimensionados de modo que possa suportar as tensões geradas pelas aberturas.

Figura 57 – Fissura por ausência de contraverga



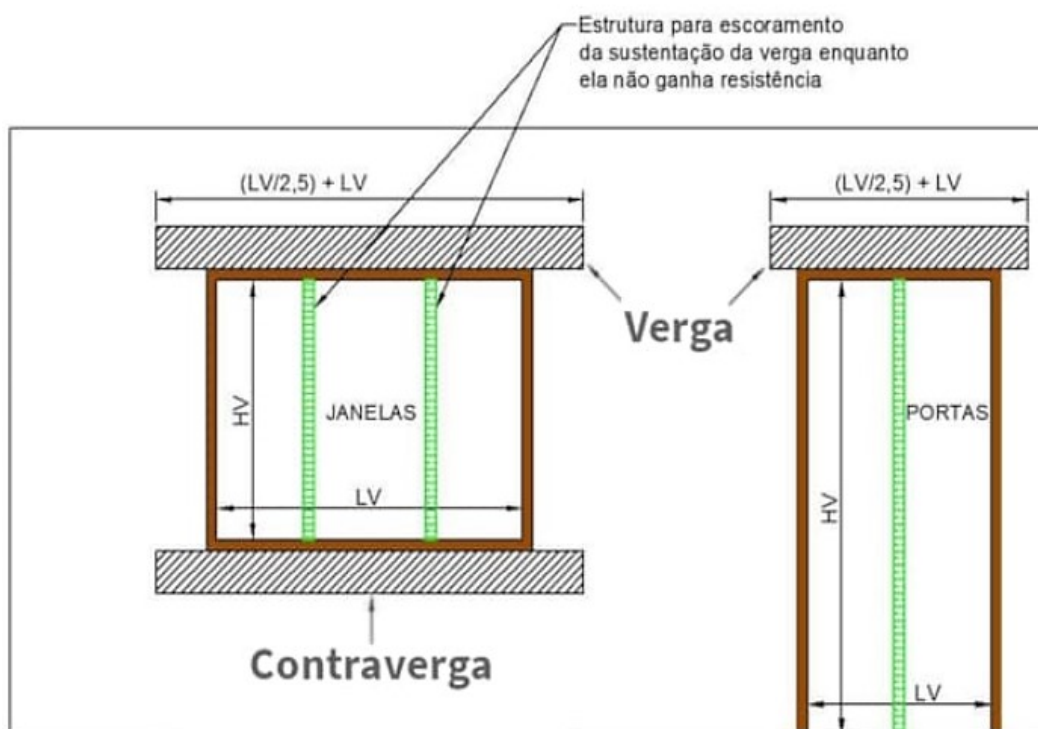
Fonte: Acervo dos autores, 2020.

Figura 58 – Fissura por ausência de verga



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

Figura 59 – Detalhe verga e contraverga



Fonte: Pórtico Studio (2016 *apud* Pereira, 2020).

As fissuras horizontais abaixo das janelas, ilustrada na Figura 60, também estão presentes no condomínio. Conforme Moch (2009 *apud* Luduvico, 2016), essa manifestação patológica ocorre neste local em consequência do preenchimento excessivo do vão entre o peitoril e a alvenaria de vedação ou ainda, devido a ineficiência do peitoril. Nesse último caso, quando o peitoril não é executado de forma adequada ocorre o surgimento de fissuras devido a absorção da umidade, tendo em vista que a região é um ponto sujeito a incidência de infiltrações, causando movimentações higroscópicas nos materiais porosos que acabam sofrendo variação dimensional. A argamassa que faz a união entre o peitoril e a alvenaria de vedação se expande ao aumentar o teor de umidade e contrai ao reduzir, portanto, o material que não recebe umidade permanece inalterado, restringindo a movimentação e ocasionando a fissura. Com relação ao preenchimento excessivo do vão entre o peitoril e a alvenaria de vedação, esta prática ocasiona o surgimento de fissuras devido à retração da argamassa, a qual poderá ocorrer também quando é feita a colocação da pingadeira, a partir do momento em que

o bloco é recortado demasiadamente e torna-se necessário uma camada mais espessa para preencher o vão entre a esquadria e alvenaria.

Figura 60 – Fissuras horizontais abaixo da janela



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

As fissuras horizontais em paredes de alvenaria contínuas, mostrada na Figura 61, podem ser uma configuração típica proveniente de sobrecargas. De acordo com Thomaz (1989, p. 63), essas fissuras horizontais são “provenientes da ruptura por compressão dos componentes de alvenaria ou da própria argamassa de assentamento, ou ainda de solicitações de flexocompressão da parede.” O mesmo autor ainda menciona que a expansão em argamassas de assentamento também pode ocasionar fissuras horizontais, acompanhando as juntas de assentamento da alvenaria. Ocorre principalmente nas proximidades do topo da parede, pois nessa região os esforços de compressão vindos do seu próprio peso são menores.

[...] as cales mal hidratadas podem apresentar teores bastante elevados [de óxidos livres de cal e magnésio], que sempre estarão ávidos por água. No caso de fabricação de componentes ou elementos com cales mal hidratadas, se por qualquer motivo correr uma umidificação do componente ao longo da sua vida útil, haverá a tendência de que os óxidos livres venham a hidratar-se, apresentando, em consequência, um aumento do volume de aproximadamente 100% (THOMAZ, 1989, p. 119).

Figura 61 – Fissuras horizontais em paredes de alvenaria contínuas



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

Observou-se também a presença de trincas junto aos cunhais, como mostra a Figura 62. Bauer (2000 *apud* ENS, 2014) sustenta que as movimentações higroscópicas possuem grande influência no comportamento das alvenarias, haja vista que o bloco de concreto possui elevada porosidade. Esta característica poderá causar sua expansão por umedecimento, resultando no surgimento de fissuras em locais sujeitos a maior incidência de umidade, como cantos desprotegidos, platibandas e base de paredes.

Figura 62 – Trincas verticais no canto da parede



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

b. Tratamento

No caso de fissuras ativas em que não ocorrem grandes movimentações, há a opção de se fazer um tratamento menos invasivo com o próprio revestimento de pintura, Thomaz (1989) explica que neste caso, deve ser feito a aplicação de uma tela com espessura reduzida, geralmente fabricada em náilon ou polipropileno, com dimensão aproximada de 10 cm de largura; em seguida deve ser feita a aplicação de seis a 8 demãos de tinta elástica à base de resina acrílica ou poliuretânica.

O mesmo autor salienta que, no entanto, o mais indicado para o tratamento de fissuras ativas é a utilização de selantes flexíveis à base de poliuretano, silicone, entre outros. A respeito de recuperação de fissuras utilizando o emprego de selantes flexíveis, Sahade (2005) abordou em sua pesquisa métodos que se demonstraram muito eficazes para o tratamento de fissuras de

diferentes origens. Acredita-se que o método mais adequado para ser empregado no objeto de estudo deste trabalho consiste nas seguintes etapas:

Etapa 1 – Preparo da superfície

- Limpeza de toda a superfície, removendo todas as sujidades existentes, partículas soltas ou mal aderidas, utilizando por exemplo uma lavadora de alta pressão;
- Lixamento da superfície;
- Abertura de um sulco na fissura com formato em “V”, com ferramenta própria para este fim.

Etapa 2 – Fundo

- Aplicação de fundo preparador de superfície, diluído em 10% água, sobre as trincas, utilizando uma trincha para a aplicação;
- Aguardo da secagem por um período mínimo de 4 horas.

Etapa 3 – Tratamento das fissuras

- Aplicação de selante acrílico com aplicador e, em seguida, é feito o arremate com uma espátula, aplicando pressão para que ocorra a devida penetração do selante na trinca;
- Aplicação da segunda demão de selante após 24 horas, tendo em vista que durante a cura, o material sofre retração;
- Aplicação de duas demãos de tinta 100% acrílica, diluída em 10% de água sobre o selante acrílico, utilizando um pincel e aguardando no mínimo 6 horas entre demãos.

Etapa 4 – Acabamento final

- Aplicação de massa acrílica para uniformizar o acabamento superficial, feita em duas demãos com intervalo de cura de 4 horas;
- Aplicação de uma demão de textura acrílica em toda a área tratada;
- Aplicação de três demãos de tinta 100% acrílica, como acabamento final do revestimento, com diluição de 10% em água, com intervalos de 4 horas entre demãos.

5.3 VESÍCULAS

Foi observada a existência de vesículas nas paredes da casa de máquinas da piscina, conforme apresenta a Figura 63. Esta manifestação patológica é caracterizada por descolamentos pontuais no revestimento argamassado.

Figura 63 – Vesícula em revestimento argamassado localizada na casa de máquinas



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

a. Possíveis causas

Com relação as possíveis causas para o surgimento desta anomalia, Caporrino (2018) explica que o surgimento de vesículas em revestimentos argamassados poderá ocorrer quando há presença de impurezas nos agregados que são utilizados na composição do revestimento argamassado, e ainda quando a reação da cal virgem continua ocorrendo, mesmo após a conclusão do revestimento. Com relação as impurezas existentes nos agregados e as diferentes características de vesículas que estes poderão ocasionar, Caporrino (2018) explica que:

- Vesículas com a parte interna na cor branca: poderá ser ocasionada pela hidratação retardada do óxido de cálcio da cal, a qual poderá provocar a expansão do revestimento;

- Vesículas com a parte interna na cor preta: poderá ser ocasionada devido à presença de pirita ou matéria orgânica existente no agregado, mais precisamente na areia;
- Vesículas com a parte interna na cor vermelho-acastanhada: indica a presença de concreções ferruginosas, a oxidação do ferro gera essa coloração.

A autora também salienta que poderá ocorrer casos em que a vesícula apresenta umidade em seu interior, este fator por sua vez gera uma expansão dos componentes do revestimento o que poderá culminar na formação de bolhas. Nos pontos onde foi observado a existência desta anomalia, mais precisamente na casa de máquinas, visto na Figura 62, é possível observar uma tonalidade ligeiramente esbranquiçada no interior da vesícula, o que sugere como possível causa a hidratação retardada do óxido de cálcio da cal empregada no revestimento argamassado.

b. Ensaios auxiliares no diagnóstico

Para Carasek e Cascudo (1997), os ensaios listados a seguir podem auxiliar no diagnóstico de manifestações patológicas em argamassas de revestimento:

- Microscopia eletrônica de varredura;
- Análise mineralógica;
- Difração de raios X.

c. Tratamento

Como tratamento para esta anomalia, Caporrino (2018) cita a renovação da camada de reboco e eliminação da infiltração de umidade. A região afetada por esta anomalia não poderá ser recuperada, logo a camada atingida deve ser refeita, tornando-se imprescindível observar se ocorre também a existência de umidade, pois esta deverá ser completamente sanada e qualquer procedimento só poderá ser feito após a secagem completa da área afetada.

5.4 MANCHAS

Esta manifestação patológica foi encontrada nas fachadas de todos os blocos do condomínio, principalmente nas sacadas, janelas e cimalthas, assim como em toda extensão do muro que cerca o residencial, como pode ser visto na Figura 64.

Figura 64 – Proliferação de fungos em fachada



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

a. Possíveis causas

Para Silvestre, Flores-Colen e Brito (2005), os principais fatores que ocasionam o desenvolvimento de manchas em fachadas são: eflorescências, carbonatação, corrosão, fissuração, sujidades e colonizações biológicas. Essas manchas são muito comuns em

revestimentos externos e, na maioria dos casos, estão associadas à presença de umidade. Após análise das manchas escuras presentes nas fachadas e nos muros, em conjunto com a revisão bibliográfica feita, concluiu-se que o principal responsável por esta anomalia é a proliferação de fungos. Entretanto, é necessário a realização de testes laboratoriais para determinar com precisão quais microrganismos estão presentes nas manchas encontradas.

Segundo Uemoto *et al.* (1995 *apud* Melo Júnior, 2010), a natureza da superfície é decisiva no tipo de organismo e conseqüentemente no seu desenvolvimento, visto que tintas e vernizes compostos por material orgânico podem fornecer carbono que servirá de nutrientes para alimentação de agentes biológicos. Conforme Cincotto *et al.* (1995), a colonização por diversas populações de fungos é chamada genericamente de “bolor” ou “mofo” e são grandes responsáveis pelo desenvolvimento de manchas em fachadas. Tonalidades de cores escuras, marrom e verde são características das colonizações mais comuns, já as mais raras apresentam tonalidades claras e esbranquiçadas.

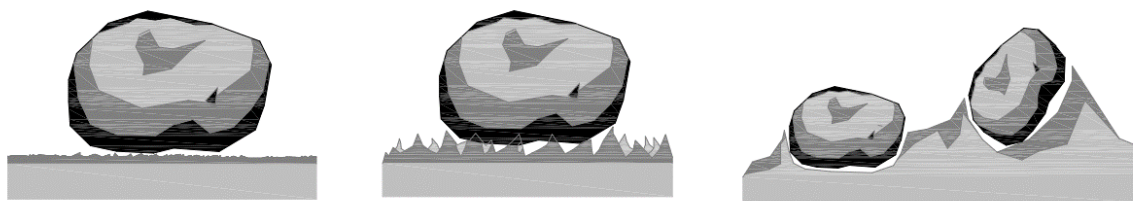
Quanto a sua reprodução, em alguns casos, poderá ocorrer por meio de esporos que são dispersos pelo vento e pela água e, ao fixa-se a uma determinada superfície, poderá manter-se em estado latente até que surjam condições favoráveis para o seu desenvolvimento. Na presença de água e nutrientes suficientes, ocorrerá o desenvolvimento do fungo, gerando então o surgimento de manchas, o que o torna visível macroscopicamente.

As fachadas onde foram observadas estas anomalias são revestidas com pintura texturizada. As características físico-químicas do ambiente no qual o organismo está inserido, como luz, calor, umidade, entre outros fatores, influenciam diretamente no seu desenvolvimento. A respeito desta afirmativa, Melo Júnior (2010, p. 88) explica que:

[...] A textura e a rugosidade são características que interferem na retenção de material particulado. Os substratos inorgânicos podem reter maior quantidade de material particulado e servirão de nutrientes para os organismos, apesar de não possuírem na composição o carbono.

A Figura 65 apresenta a relação entre a rugosidade e retenção de material particulado.

Figura 65 – Influência da rugosidade na aderência de material particulado



Revestimento muito liso com ausência de rugosidade.

As dimensões das rugosidades são inferiores as dimensões das partículas.

As dimensões das rugosidades do substrato possuem a mesma ordem de grandeza das partículas.

Fonte: Melo Júnior, 2010.

As janelas e sacadas do condomínio não apresentam nenhuma proteção à infiltração de água em seu topo, portanto, a ausência de uma peça de granito com pingadeira contribui para o acúmulo da água da chuva na região do peitoril, assim como gera um escoamento por toda a fachada. Já as cimalhas foram projetadas de forma errônea, visto que o ângulo de 90° na qual foram colocadas também permite o acúmulo de água que, juntamente com a impermeabilização mal executada, gera umidade e proliferação de fungos. Ambas as situações são mostradas respectivamente na Figura 66.

Figura 66 – Ausência de pingadeira nas sacadas e erro na execução das cimalhas



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

As cimalhas são feitas de poliestireno (popularmente conhecido como isopor), tela estruturante e argamassa de cimento, além da pintura texturizada realizada em toda a fachada. Muitas partes das cimalhas já estão deterioradas, como mostra a Figura 67, sendo mais uma situação propícia para infiltrações, acúmulo de umidade e desenvolvimento de fungos. A pingadeira está presente em todas as cimalhas, porém algumas delas foram bloqueadas ao aplicar a pintura texturizada, como mostra a Figura 68.

Figura 67 – Cimalhas deterioradas



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

Figura 68 – Cimalhas com pingadeiras bloqueadas devido a pintura texturizada



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

Como mostrado na Figura 64, os muros do condomínio também foram afetados por esta anomalia e apresentam a mesma causa mencionada anteriormente para janelas e sacadas. Com relação a deterioração causada pelos microrganismos, Silvestre, Flores-Colen e Brito (2005) explicam que no primeiro momento o dano poderá ser somente estético, no entanto, cabe ressaltar que sem o devido reparo e com a exposição da área afetada à água, poderá ocorrer a deterioração do revestimento. É importante salientar que o condomínio em questão foi entregue há aproximadamente 6 anos, e neste período nunca houve manutenções. A NBR 5674/2012 estabelece que paredes externas, fachadas e muros recebam inspeção para verificação da integridade a cada ano e o devido reparo quando necessário. No tocante a limpeza das fachadas, devem ser executadas a cada 3 anos. O processo de limpeza das fachadas e muros é de crucial importância para mitigar a proliferação de fungos.

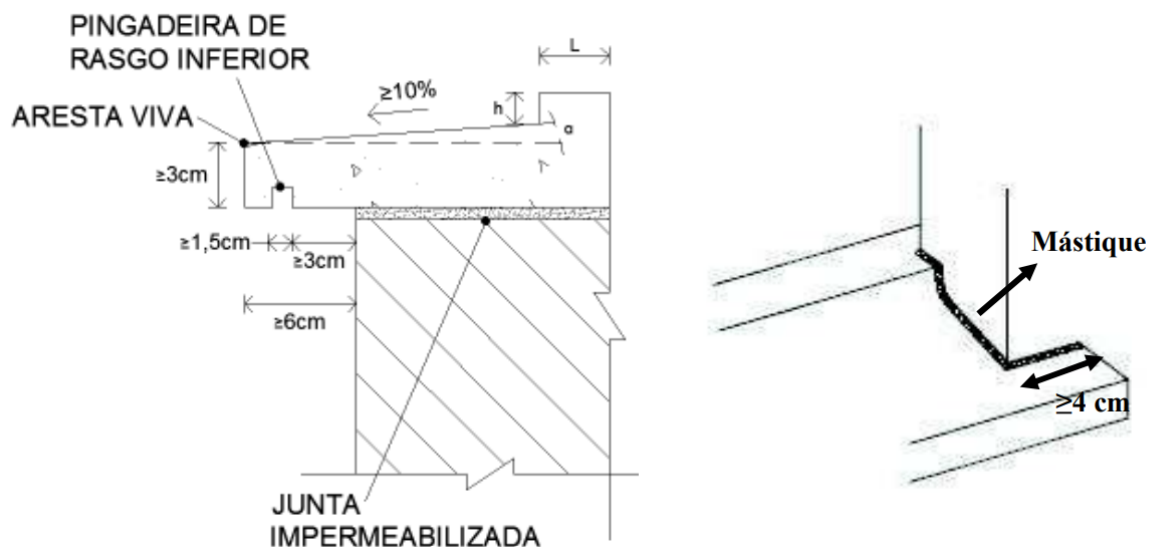
b. Ensaios auxiliares no diagnóstico

- Análise microbiológica para identificação do gênero dos fungos presentes em revestimento de argamassa, embasada em métodos de microbiologia básica, onde são feitos a coleta, transporte, semeadura, isolamento e identificação dos microrganismos (CINCOTTO *et al.*, 1995);
- Termografia (TAKEDA, 2015).

c. Tratamento

Para o tratamento da proliferação de fungos observada nas janelas e sacadas, Juliani (2015) explica que é necessário a colocação de um peitoril de granito com inclinação e dimensões adequadas, além da presença de pingadeira para que a água da chuva não escoe pela superfície das paredes provocando umidade e infiltração. Além disso, é de extrema importância que haja uma boa impermeabilização. A Figura 69 mostra os valores padrões para execução do peitoril.

Figura 69 – Geometria adequada dos peitoris



Fonte: DTU 20.1 (2001 *apud* Santos, 2012, p. 69).

Quanto as cimalthas, a melhor opção seria sua substituição por outras que possuem inclinação adequada e uma boa impermeabilização, porém seria uma escolha onerosa. Logo, o mais viável é realizar a remoção dos fungos e, posteriormente, optar por um trabalho preventivo com as devidas manutenções periódicas. Com relação ao muro, a utilização de pingadeira no topo, demonstrada na Figura 70, protege e impede a infiltração de água para o interior da parede e a consequente proliferação de microrganismos.

Figura 70 – Pingadeira para proteção de muro



Fonte: Viva Decora, 2019.

De maneira geral, para o tratamento da proliferação de fungos, Caporrino (2018) faz as seguintes indicações:

- Eliminação da infiltração da umidade;
- Secagem do revestimento;
- Escovação da superfície;
- Reparo do revestimento quando pulverulento;
- Lavagem com solução de hipoclorito de sódio nas demais áreas que não necessitam de reparos.

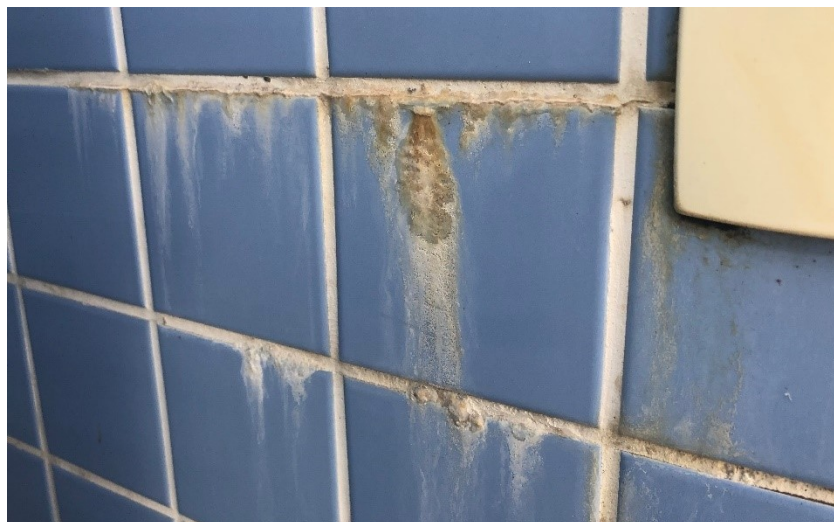
Ainda com mais detalhes, Padaratz e Repette (2014 *apud* Juliani, 2015, p. 79) explicam:

Para eliminar as manchas das paredes, caso sejam provocadas por fungos, deve-se limpar a região com escova de cerda dura e aplicar-se uma solução adequada (indica-se: 80g de fosfato trissódico, 30g de detergente, 90 ml de hipoclorito de sódio, 2700 ml de água). Após, deve-se promover o enxaguar com água e secar a região com pano limpo.

5.5 EFLORESCÊNCIA EM REVESTIMENTO CERÂMICO

Esta manifestação patológica, como mostra a Figura 71, encontra-se em um local pequeno, úmido e pouco arejado, onde ficam armazenadas as bombas e o motor da piscina. Chama a atenção as deposições de tonalidade esbranquiçada aderidas ao rejunte e a superfície da cerâmica.

Figura 71 – Eflorescência em revestimento cerâmico



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

a. Possíveis causas

Para Sabbatini e Barros (2001), este fenômeno ocorre quando há, simultaneamente, a existência de substâncias solúveis, de água, de um meio de transporte dessa solução para a superfície e de sua evaporação.

Os depósitos [salinos] acontecem quando os sais solúveis nos componentes das alvenarias, nas argamassas de emboço, de fixação, de rejuntamento ou nas placas cerâmicas são transportados pela água utilizada na construção, na limpeza ou vinda de infiltrações, através dos poros dos componentes de revestimento. Esses sais em contato com o ar se solidificam, causando depósitos (SANTOS; SILVA FILHO, 2008, p. 7 *apud* SILVA, 2011, p. 13).

Para identificar quais sais estão presentes na eflorescência é necessário realizar um teste químico, porém os mais comuns são “[...] os sulfatos de sódio, de potássio, de cálcio, de magnésio e os carbonatos de sódio e de potássio [...]” (SABBATINI; BARROS, 2001, p. 30). Estes mesmos autores ainda citam as prováveis fontes de sais solúveis durante a fabricação dos componentes cerâmicos, sendo eles: matérias primas cerâmicas; água usada na fabricação; reação de componentes da massa com óxidos de enxofre de combustível, durante a secagem e início da queima; defloculantes, além de outras substâncias solúveis adicionadas à massa. No entanto, após aplicado os componentes cerâmicos, surgem outras fontes de sais, como os componentes de alvenaria; a argamassa da camada de regularização e de fixação; a pasta ou argamassa empregadas no rejuntamento; a água utilizada na construção e os produtos de limpeza. Já a água, elemento causador da umidade, é proveniente de “[...] capilaridade, infiltrações em fissuras, percolação por vazamentos de tubulações de água ou vapor, condensação de vapor de água dentro das paredes.” (VITÓRIO, 2003, p. 51).

Ainda na Figura 71 é possível observar que a eflorescência causou uma deterioração superficial no rejunte do revestimento cerâmico. De acordo com Antunes (2010), na escolha deste material deve-se ter certa cautela com os rejuntas deformáveis, pois apesar de permitir o alívio das tensões nas camadas de revestimentos cerâmicos, este material também possui uma maior porosidade, facilitando o surgimento de eflorescências através da elevada absorção de água a qual auxilia no transporte de sais livres.

b. Ensaios auxiliares no diagnóstico

- Ensaio de condutividade elétrica (SILVA, 2011);

- Ensaio de eflorescência norma ASTM C67/2013 (BRITO *et al.*, 2018).

c. Tratamento

Como terapia para as eflorescências, Puim (2010) apresenta em seu estudo diversas alternativas, as quais possuem em comum ao menos um desses objetivos: eliminar os sais solúveis, eliminar a umidade, alterar o comportamento dos sais solúveis, controlar as condições ambientais ou alterar as características físicas no material poroso. Dentre as soluções apresentadas pelo autor, a mais indicadas para a situação encontrada no objeto de estudo são:

- Remoção mecânica das eflorescências através de escovação: melhora significativamente a condição estética, é de fácil execução e evita que o material seja reabsorvido pelo substrato. No entanto é necessário observar a resistência do material a ser escovado, a fim de evitar danos. É necessário remover as eflorescências depositadas no solo após a escovação, para evitar que os sais sejam reabsorvidos. Uemoto (1988 *apud* LOPES; TEIXEIRA, 2017, p. 48) explica que é permitido utilizar produtos químicos para remoção da eflorescência, mas deve ser analisado antes o elemento químico a ser usado, pois poderá comprometer a durabilidade do elemento construtivo;
- Remoção dos materiais contaminantes: trata-se da completa remoção do material contaminante, identificado após investigação. Poderá eliminar definitivamente a origem dos sais solúveis, desde que os mesmos não tenham sido transportados para os materiais adjacentes. Após a remoção, deve-se substituir os materiais eliminados por alternativas que não apresentem os mesmos riscos.

Apesar de serem menos utilizados e pouco viável para situação apresentada no objeto de estudo, existem ainda outros métodos mencionados na bibliografia de Puim (2010), sendo eles:

- Remoção eletroquímica: trata-se da aplicação de eletrodos em pares (positivo e negativo) no substrato, os quais geram um campo elétrico que ocasiona a migração dos sais para os eletrodos. Algumas de suas desvantagens são: necessidade de umedecimento das alvenarias, dificuldade de remoção de sais pouco solúveis,

alteração do pH na área de aplicação dos eletrodos, poucos testes feitos sobre sua aplicação prática em edifícios devido ao baixo emprego desta técnica, necessidade de repetição periódica caso não seja eliminada completamente a fonte de sal ou umidade;

- Modificadores de cristalização: modifica o comportamento dos sais existentes evitando a sua cristalização ou reduzindo seus efeitos negativos. Algumas substâncias utilizadas como modificadores apresentam algumas toxicidades, mas ainda não estão definidos quais problemas podem ser desencadeados. Além disso, os estudos realizados englobam um número reduzido de sais;
- Controle da umidade ascensional: eliminação ou redução da entrada de umidade a partir da base das paredes. Há inúmeras técnicas, como redução da seção absorvente, introdução de barreiras estanques, injeção de produtos impermeabilizantes, electrosmose (criação de uma diferença de potencial), tratamento superficial do terreno contínuo ao edifício e execução de valas periféricas;
- Microrganismos: é feita a aplicação de microrganismos capazes de consumir os sais contaminantes. Trata-se de um método não prejudicial ao meio ambiente e não ocasiona danos à superfície do material. No entanto sua eficácia é restrita a determinados tipos de sais (nitratos e sulfatos) e, assim como a remoção eletroquímica, este processo requer aplicações práticas e periódicas;
- Utilização de compressas: compressas à base de argila ou compostos de celulose são aplicadas no material poroso, eliminando os sais do substrato e armazenando na compressa por processos de difusão ou capilaridade. É muito empregado em casos onde é necessário conservar a pintura original. Por outro lado, sua efetividade é reduzida em sais pouco solúveis.

5.6 DETERIORAÇÃO DAS JUNTAS

A existência desta manifestação patológica foi observada nas paredes laterais da piscina do condomínio, logo abaixo do nível da borda, bem como no depósito onde ficam armazenadas as bombas e o motor da piscina, como mostra a Figura 72, respectivamente. Os locais acometidos pela anomalia apresentam variações no nível de dano causado, desde o desgaste superficial até a completa deterioração em determinados pontos.

Figura 72 – Deterioração da argamassa de rejuntamento

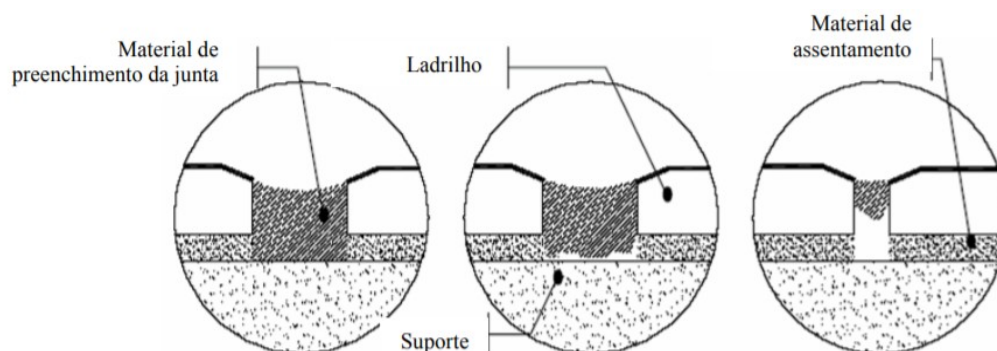


Fonte: Acervo dos autores, 2020.

a. Possíveis causas

Conforme Fontanelle e Moura (2004), o processo de deterioração das juntas poderá iniciar-se imediatamente após sua execução, quando empregado na limpeza o uso de ácidos e bases concentradas, as quais ocasionam a deterioração de parte da argamassa de rejuntamento. Este fator, somado ao ataque de agentes atmosféricos como a chuva ácida e certas movimentações estruturais, podem resultar na formação de fissuras e infiltrações. Silvestre, Flores-Colen e Brito (2005) mostram na Figura 73 um exemplo de correta execução do revestimento e dois casos de falha na execução, respectivamente.

Figura 73 – Exemplos de correta execução (primeira representação) e má execução (duas últimas representações) do rejuntamento



Fonte: Silvestre, Flores-Colen e Brito, 2005.

No tocante ao diagnóstico, estima-se com base no que foi apresentado no estudo de Magalhães (2008) e Junginger (2016) como possíveis causas para a origem desta manifestação patológica:

- Baixo teor de cimento no rejunte aplicado;
- Excesso de água de amassamento;
- Falhas de mão de obra;
- Qualidade da água utilizada na piscina: agressividade química;
- Não atendimento à requisitos mínimos exigidos pela norma.

A respeito do supracitado, é importante salientar que as causas podem ou não ocorrer em simultaneidade.

b. Ensaios auxiliares no diagnóstico

Em seu Estudo da Deterioração Precoce de Rejunte Cimentício de Piscinas, Junginger (2016) fez uso dos seguintes ensaios:

- Ensaio de resíduo insolúvel;
- Análise por difração de raios X;
- Análise termogravimétrica.

É importante salientar que a NBR 14992/2003 especifica os requisitos exigíveis no recebimento de argamassas de rejuntamento, os quais podem ser confirmados por meio dos seguintes ensaios:

- Retenção de água;
- Variação dimensional;
- Resistência à compressão;
- Resistência à tração na flexão;
- Absorção de água por capilaridade aos 300 minutos;
- Permeabilidade aos 240 minutos.

c. Tratamento

A respeito do tratamento para a deterioração da argamassa de rejuntamento, Santos (2019) explica que deverá ser feito um novo revestimento sobre as áreas afetadas, tomando os devidos cuidados com o preenchimento da junta, de forma que o material não seja aplicado somente na superfície, como foi mostrado na Figura 73. De forma complementar, Mapa da Obra (2019), do grupo Votorantim Cimentos, apresenta o passo a passo para reparo:

- Raspagem do material danificado: poderá ser utilizado raspador com lâmina de tungstênio, tomando os devidos cuidados para não danificar o revestimento cerâmico;
- Limpeza do local: utilizar broxa úmida para retirar o excesso de pó;
- Remoção do excesso de umidade: com um pano limpo, deverá ser feita a remoção do excesso de umidade proveniente da limpeza;
- Preparo da argamassa de rejuntamento;
- Aplicação do rejunte: a aplicação deve ser feita com desempenadeira de borracha, aplicando pressão suficiente para preencher totalmente a junta. Após a aplicação, para remoção do excesso pode-se utilizar a desempenadeira na diagonal sobre as juntas;
- Acabamento: para início do processo de acabamento deve-se aguardar entre 15 e 21 minutos, em temperatura média de 21°C. Para aplicação em juntas mais largas em condições climáticas mais amenas, deve-se aguardar de 25 a 30 minutos. O acabamento é feito com uma esponja úmida, na diagonal sobre toda a área rejuntada;
- Limpeza: após o acabamento, aguardar em torno de 20 minutos para remoção do pó superficial.

5.7 DESTACAMENTO COM EMPOLAMENTO DA PINTURA

A existência de destacamento com empolamento da pintura foi identificada nos muros que circundam o terreno do edifício, bem como nos muros internos entre as áreas comuns. O dano causado por esta anomalia é mais evidente nas áreas inferiores e centrais dos muros onde ocorre a utilização de pingadeira, como mostra a Figura 74. Nos muros onde não foi utilizado

as pingadeiras, esta manifestação patológica mostrou-se mais acentuada, atingindo também a área superior do muro, ilustrada na Figura 75 e Figura 76.

Figura 74 – Destacamento da pintura do muro lateral com pingadeira



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

Figura 75 – Destacamento da pintura do muro lateral sem pingadeira



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

Figura 76 – Destacamento da pintura em muro da área de uso comum sem pingadeira



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

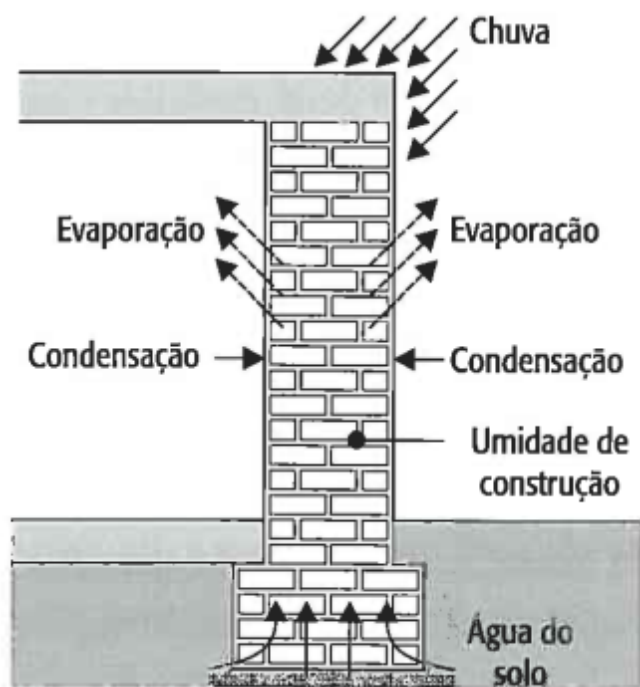
a. Possíveis causas

A partir da análise feita *in loco*, aliada a revisão bibliográfica, chegou-se à conclusão de que a possibilidade que mais se adequa como possível causa para o surgimento desta anomalia, é a existência de umidade causada sobretudo pela ausência de cuidados nos detalhes construtivos. Bertolini (2010) salienta que a umidade pode ocasionar diversos fenômenos de degradação das alvenarias, no entanto sua origem nem sempre é de fácil diagnóstico. O mesmo autor cita 4 possíveis origens da umidade nas paredes, ilustrada na Figura 77, separadas em função das causas que a gera:

- Umidade por elevação: está ligada ao fenômeno da capilaridade, em muitos casos manifesta-se sob a forma de manchas nas paredes, é comum em locais onde a fundação não recebe o devido tratamento contra a elevação capilar da água existente no solo;
- Umidade por vapor: é proveniente do vapor de água que condensa sobre a superfície ou no interior das alvenarias, o qual posteriormente poderá ser absorvida por capilaridade (mais comum em áreas internas);
- Umidade descendente: é ocasionada pela ação das águas pluviais, as quais poderão causar infiltrações que poderão ocorrer por exemplo, por meio de fissuras no revestimento argamassado, erros ou defeitos de projetos de coberturas e beirais;
- Umidade de construção: a umidade de construção é proveniente da água utilizada para a aplicação e cura dos materiais utilizados na construção da alvenaria. Após a

conclusão, a alvenaria apresenta um elevado teor de umidade que aos poucos é transferido para o ambiente. A temperatura, umidade e velocidade do vento são cruciais na definição do tempo de secagem. A aplicação precoce de sistemas de impermeabilização pode prejudicar a evaporação da água da construção, o que poderá ocasionar problemas de degradação e descolamento do revestimento.

Figura 77 – Causas do aporte e remoção da água nas alvenarias



Fonte: Bertolini, 2010.

Após a análise da anomalia encontrada e da revisão bibliográfica desenvolvida, acredita-se que os pontos em questão podem ter sido afetados em maior escala pela umidade por elevação, em virtude da existência de umidade em excesso na parte inferior do muro, proveniente da fundação executada em bloco estrutural não impermeabilizada, como ilustra a Figura 78, registro realizado em uma período sem incidência de chuva por aproximadamente 3 a 4 semanas. Cabe ressaltar que meses antes deste registro, a pintura ainda não havia destacado, mas já apresentava manchas e empolamento, como pode ser visto na Figura 79.

Figura 78 – Base do muro em bloco de concreto



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

Figura 79 – Base do muro em bloco de concreto antes do destacamento



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

Outro fator que também pode ser responsável por desencadear tal anomalia é a umidade descendente aliada a ausência de cuidados construtivos, como por exemplo a inexistência de pingadeiras. Segundo Padaratz (2010, p. 140), “a umidade devida à infiltração de chuvas é a mais comum e responde por cerca de 60% dos problemas observados”.

b. Tratamento

Segundo Marques (2013), o tratamento será feito de acordo com a extensão do dano causado pelo destacamento (pontual ou abrange grandes áreas), seguindo algumas orientações:

- A superfície deverá ser reparada levando em conta a natureza da base de aplicação, efetuando a decapagem ou raspagem;
- Após ser feita a análise do grau de deterioração, deve-se proceder com a reparação de acordo com a necessidade apresentada, como por exemplo providenciar o reparo de fissuras, fendas, entre outros. Caporrino (2018) complementa salientando a importância da eliminação da infiltração, o total reparo do revestimento quando pulverulento e a limpeza com solução de hipoclorito (onde houver existência de manchas);
- Em seguida deve-se proceder com a pintura ou repintura, aplicando métodos adequados e produtos compatíveis quimicamente, seguindo à risca as orientações apresentadas pelo fabricante;
- Deve-se ter um cuidado especial com o tempo de secagem entre demãos.

5.8 VAZIOS DE CONCRETAGEM

Foram identificados vazios de concretagem, também denominados ninhos de concretagem ou “bicheiras”, em um dos pilares do pavimento térreo, como pode ser visto na Figura 80. Aparentemente não houve a exposição ou corrosão das armaduras, os vazios estão mais evidentes nas laterais onde não foi executado o revestimento argamassado.

Figura 80 – Vazios de concretagem em pilar



Fonte: Acervo dos autores, 2020.

a. Possíveis causas

Conforme apresentado anteriormente neste trabalho, esta anomalia representa cerca de 20% das manifestações patológicas em estruturas de concreto aparente. De acordo com Takata (2009), os vazios de concretagem além de apresentar um efeito estético desagradável, podem também prejudicar a durabilidade e resistência das estruturas. Seu aspecto visual apresenta cavidades contendo nichos de pedras, podendo ser ocasionadas devido à segregação, à má compactação do concreto ou ao escorrimento da nata entre as juntas das fôrmas.

Segundo o mesmo autor, sua origem pode estar ligada à concepção do projeto, quando ocorre o emprego de uma concentração alta de armaduras impossibilitando muitas vezes a passagem do agregado utilizado no concreto, bem como do equipamento para fazer o correto adensamento. Outra situação seria a utilização de agregados com poucas variações dimensionais, o que por sua vez poderá impedir a “acomodação” e ocasionar a formação de bolhas. A vibração durante o adensamento também poderá ocasionar o surgimento desta anomalia, quando ocorre a vibração excessiva ou utilização do vibrador por imersão de forma equivocada.

A altura de lançamento também deve ser levada em questão no momento da concretagem, a NBR 14931/2003 recomenda que a altura de lançamento do concreto não exceda 2 metros de altura a fim de evitar a segregação, nesses casos, geralmente ocorre a formação de vazios de concretagem na parte inferior da peça. O erro na dosagem do concreto, utilizando excesso de agregado e pouca argamassa também poderá ocasionar os vazios de concretagem.

Não foi possível chegar a uma causa definitiva que desencadeou esta anomalia no pilar em questão, porém isso não impede que seja aplicada uma terapia que apresente um resultado satisfatório, independente da causa que desencadeou a manifestação patológica.

b. Ensaios auxiliares no diagnóstico

Na concepção de Chies (2014), o ultrassom é o ensaio realizado para determinar a integridade do concreto armado e a presença de defeitos, como fissuras e vazios de concretagem. Trata-se de um ensaio não destrutivo de fácil operação e de custo não muito elevado, onde algumas variáveis podem interferir na geração de dados, como condições da superfície do concreto, materiais constituintes do concreto, umidade do concreto, diferentes operadores, entre outros.

c. Tratamento

Para elaborar o tratamento de vazios de concretagem em peças estruturais, França (2019) salienta que o primeiro passo consiste em analisar criteriosamente o dano causado pela anomalia, em qual peça se localiza, qual o carregamento a peça está sujeito e a sua extensão, para então analisar qual o melhor tratamento a ser feito. No caso apresentado no objeto de estudo, não houve a exposição, corrosão ou redução da seção da armadura, logo não se faz necessário fazer a recuperação da mesma.

Com relação ao tratamento, Helene (2003 *apud* PAGANELLA JÚNIOR, 2018) ressalta que os vazios de concretagem apresentam diferentes graus e terapias variadas. Segundo o mesmo autor, uma das intervenções para tratar esta anomalia consiste em, primeiramente, remover todo o concreto segregado existente e, em seguida, limpar toda a superfície a ser reparada. Quando o elemento é atingido em menor grau, pode-se empregar argamassas poliméricas a base de cimento, epóxi ou poliéster para o reparo. Para reparos mais profundos, é indicado a utilização do graute a base de cimento, concreto ou concreto pré-acondicionado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No desenvolvimento deste trabalho foi elaborado uma revisão bibliográfica na qual apresentou-se dados referentes ao atual cenário do mercado habitacional brasileiro, deixando claro a importância do emprego de boas práticas e capacitação dos profissionais da construção civil na redução da propagação dos erros no canteiro de obras, aumento da produção e redução de manifestações patológicas. Ademais, foram apresentadas as principais manifestações patológicas que acometem as edificações, as quais serviram como embasamento para a compreensão das anomalias encontradas no objeto de estudo.

Referente ao estudo de caso, apresentou-se um levantamento das principais manifestações patológicas existentes no residencial multifamiliar localizado na cidade de Palhoça. Através das análises feitas *in loco* e do levantamento de informações realizados com o atual síndico e com a engenheira responsável por fornecer consultorias ao condomínio, chegou-se a uma possível causa para o surgimento de tais anomalias, bem como na intervenção ideal a ser feita para solucioná-las.

Conforme informações fornecidas pelo síndico do residencial, não houve nenhuma manutenção preventiva e/ou corretiva nos últimos três anos. Constatou-se por intermédio das visitas e análises elaboradas, a existência de diversas manifestações patológicas, tais como: exposição e corrosão das armaduras, fissuras e trincas, vesículas, manchas em fachadas e muros, eflorescências em revestimentos cerâmicos, deterioração das juntas, destacamento com empolamento da pintura e vazios de concretagem.

As fissuras e as manchas existentes nas fachadas e muros manifestaram-se em maior quantidade quando comparadas às demais anomalias existentes no condomínio. Em contrapartida, as vesículas se manifestaram em menor quantidade, seguido dos vazios de concretagem, ocasionados apenas em alguns pilares da garagem. Subtende-se que a umidade teve participação, algumas vezes de forma indireta, na grande maioria das manifestações patológicas encontradas e, além disso, a ausência de cuidados construtivos foi um fator extremamente relevante na origem das anomalias.

De modo geral, esse estudo contribuiu para correção de anomalias patológicas, agregando conhecimentos referentes à identificação dos problemas e ao tratamento ideal para cada situação encontrada. Conclui-se que todos os objetivos foram alcançados, e a pesquisa, ainda que tenha apresentado possíveis causas para as manifestações patológicas, mostrou-se com conteúdo completo, detalhado e apto para fornecer informações importantes a respeito da

qualidade da construção do residencial multifamiliar, assim como dos métodos reparadores para estender a vida útil da edificação.

A partir deste trabalho recomenda-se como novas pesquisas:

- Elaboração e aplicação de check-list para inspeções prediais em residenciais multifamiliares;
- Comparação do custo de prevenção e recuperação através da realização de estudo de caso;
- Pesquisa aprofundada em uma manifestação patológica encontrada na inspeção realizada, apresentando as causas, tratamentos, ensaios e resultados;
- Elaboração de inspeção predial de acordo com as diretrizes estabelecidas na NBR 16747.

REFERÊNCIAS

- ABRAINC – Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias. **Mercado de incorporação imobiliária brasileiro: potencialidades do mercado habitacional**. 2017. Disponível em: <<https://www.abrainc.org.br/wp-content/uploads/2017/07/Estudo-Potencial-do-Mercado-Imobili%C3%A1rio-at%C3%A9-2035-Ernst-Young-compressed.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2019.
- ABRAINC – Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias. **Análise das necessidades habitacionais e suas tendências para os próximos dez anos**. 2018. Disponível em: <<https://www.abrainc.org.br/wp-content/uploads/2018/10/ANEHAB-Estudo-completo.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2019.
- ABRAINC – Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias. **Déficit habitacional é recorde no país**. 2019. Disponível em: <<https://www.abrainc.org.br/noticias/2019/01/07/deficit-habitacional-e-recorde-no-pais/>>. Acesso em: 21 ago. 2019.
- ALCANTARA, L. F. B. **Atraso de obras: uma correlação com problemas no gerenciamento**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7904/1/atrasosobrascorrelacaogerenciamento.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2019.
- ALENCAR, L. H.; FREJ, T. A. Fatores de sucesso no gerenciamento de múltiplos projetos na construção civil em Recife. **Associação Brasileira de Engenharia de Produção**, v.20, p. 322-334, jul./set. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v20n3/aop_200812127>. Acesso em: 08 nov. 2019.
- ALMEIDA, R. **Manifestações patológicas em prédio escolar: uma análise qualitativa e quantitativa**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7717/ALMEIDA,%20RICARDO.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 08 nov. 2019.
- ALMEIDA, R. S. Patologia na construção civil. **Revista Especialize On-Line**, Goiânia, v. 1, n. 13, p. 1-16, jul. 2017. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online-busca/?autor=Ricardo%20Souza%20Almeida>>. Acesso em: 24 set. 2019.
- ALONSO, U. R. **Previsão e controle das fundações**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2019.
- ALVES, G. P. **Sistema de pintura em edifícios públicos de Maringá: patologias, processo, execução e recomendações**. 2010. Monografia (Pós-Graduação em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná, Maringá, 2010. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34383/ALVES%2C%20GIOVANE%20PEREIRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 16 out. 2019.
- ANDRADE, C. **Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras**. 1. ed. São Paulo: PINI, 1992.

ANTUNES, G.R. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília – Sistematização da incidência de casos**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/8932>>. Acesso em: 16 jan. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5674**: Manutenção de Edificações: Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13753/1996**: Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento – Parte 5: Requisitos relativos às disposições construtivas. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14931**: Execução de Estruturas de Concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ATEX. **Patologias da cerâmica**: principais problemas e soluções. São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://www.atex.com.br/blog/materiais/patologias-ceramica-principais-problemas-solucoes/>>. Acesso em: 22 out. 2019.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

BARRIONUEVO, B. U. S. *et al.* Revestimentos cerâmicos e suas aplicabilidades. **Cadernos de Graduação**, Maceió, v. 2, n. 3, p. 87-97, fev. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/index.php/fitsexatas/article/view/2138>>. Acesso em: 22 out. 2019.

BERTOLINI, L. **Materiais de construção**: patologia, reabilitação, prevenção. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

BRANDALISE, D. **A importância do gerenciamento do tempo em projetos de construção civil**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (MBA em Gerenciamento de Projetos) – Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://www.fgv.br/network/tcchandler.axd?TCCID=5693>>. Acesso em: 28 set. 2019.

BRITO, C. S.; LEÃO JÚNIOR, F. P. S. O mercado habitacional e o processo de gentrificação em cidades latino-americanas: um estudo exploratório no bairro de Boa Viagem, Recife-PE. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, p. 68-81, out. 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/urbe/v10s1/2175-3369-urbe-10-s1-68.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2019.

BRITO, W. O. *et al.* Análise da resistência mecânica, absorção e eflorescência de tijolos na Paraíba. **6ª Conferência sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios – PATORREB 2018**.

Rio de Janeiro, 2018. Disponível em:

<<http://www.nppg.org.br/patorreb/files/artigos/80514.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2020.

CAMPOS FILHO, A. S. **Treinamento a distância para mão-de-obra na construção civil**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-16122004-141949/publico/AmadeuSa.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2019.

CAPORRINO, C. F. **Patologias em alvenarias**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2018.

CARASEK, H. **Patologia das argamassas de revestimento**. Goiás, 2011. Disponível em: <<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2011/03/patologias-em-argamassa.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2019.

CARASEK, H.; CASCUDO, O. Técnicas auxiliares no diagnóstico de manifestações patológicas e na restauração das argamassas de revestimento. **IV Congresso Iberoamericano de Patologia das Construções**, Porto Alegre, 1997.

CARELLI, J. A., TCATCH, R. K. Avaliação da influência da altura de lançamento do concreto na sua resistência à compressão. **Anuário de pesquisa e extensão UNOESC**, Joaçaba, Santa Catarina, 2017. Disponível em: <<https://unoesc.emnuvens.com.br/apeuj/article/view/12990/6937>>. Acesso em: 16 out. 2019.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Construção civil impulsiona os investimentos e faz o PIB crescer**. 2019a. Disponível em: <<https://cbic.org.br/construcao-civil-impulsiona-os-investimentos-e-faz-o-pib-crescer/>>. Acesso em: 31 ago. 2019.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Em 10 anos, ‘minha casa, minha vida’ impacta déficit e promove desenvolvimento social**. 2019b. Disponível em: <<https://cbic.org.br/em-10-anos-minha-casa-vida-vida-impacta-deficit-e-promove-desenvolvimento-social/>>. Acesso em: 03 out. 2019.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de edificações habitacionais**: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. 2. ed. Brasília: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. Disponível em: <<https://site.abece.com.br/download/pdf/130626CBICGuiaNBR2EdicaoVersaoWeb.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2019.

CHAVES, A. M. V. A. **Patologia e reabilitação de revestimentos de fachadas**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2009. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10764/1/Tese%20Final%20ana%20chaves.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2019.

CHIES, J. A. **Ensaio não destrutivo em concreto armado**: detecção de falhas no interior de estruturas de concreto com o uso de ultrassom. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/127927/000973959.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

CIMENTO ITAMBÉ. **Patologias em argamassas vão além de fissuras**. 2018. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/patologias-argamassas/>>. Acesso em: 11 out. 2019.

CINCOTTO, M. A. *et al.* Identificação de fungos em revestimentos de argamassa com bolor evidente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 1., 1995, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: UFG/ANTAC, 1995. p. 402-410. Disponível em: <<https://www.gtargamassas.org.br/eventos/file/36-identificacao-de-fungos-em-revestimentos-de-argamassa-com-bolor-evidente?start=20>>. Acesso em: 31 jan. 2020.

CÓRDOVA, F. P.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

CREMONINI, R. A. **Incidências de manifestações patológicas em unidades escolares na região de Porto Alegre: recomendações para projeto, execução e manutenção**. 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/1420>>. Acesso em: 28 mar. 2020.

DEUTSCH, S. F. **Perícias de engenharia: a apuração dos fatos**. 2. ed. São Paulo: Leud, 2013.

DESORDI, J. L.; STRUCKER, B. Direito a moradia e inclusão social: aspectos positivos e negativos do "programa minha casa minha vida". **Barbaroi - Revista do Departamento de Ciências Humanas**, Santa Cruz do Sul, n. 44, p. 204-219, jul./dez. 2015. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/barbaroi/article/view/7444/4732>>. Acesso em: 03 out. 2019.

EMMONS, P. H. **Concrete repair and maintenance illustrated**. R.S. Means Company Inc, 1993.

ENS, I. B. **Manifestações patológicas na alvenaria estrutural de bloco de concreto: estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014. Disponível em: <<http://bdm.ufmt.br/handle/1/614>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

ESQUADRO. **Problemas com a pintura?** [2014]. Disponível em: <<https://esquaadros.wordpress.com/2014/02/23/14/>>. Acesso: 18 out. 2019.

EXAME. **Cinco anos após início da recessão, nenhum setor voltou ao nível pré-crise**. 2019a. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/economia/cinco-anos-apos-inicio-da-recessao-nenhum-setor-voltou-ao-nivel-pre-crise/>>. Acesso em: 31 ago. 2019.

EXAME. **Mercado imobiliário tem em junho 2º maior volume de lançamentos desde 2014**. 2019b. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/seu-dinheiro/mercado-imobiliario-tem-em-junho-maior-volume-de-lancamentos-desde-2014/>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

FAGURY, S. C. **Concretos e pastas de elevado desempenho: contribuição aos estudos de reparos estruturais e ligações entre concretos novo e velho, com tratamento da zona de interface**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002. Disponível em:

<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/88/88131/tde-17012011-092136/publico/SamirCostaFaguryM.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2019.

FERREIRA, D. M.; GARCIA, G. C. **Patologia de revestimentos históricos de argamassa**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/54944716-Patologia-de-revestimentos-historicos-de-argamassa-o-caso-da-acao-da-agua-na-igreja-de-sao-francisco-da-prainha-rio-de-janeiro.html>>. Acesso em: 11 out. 2019.

FERREIRA, J. B.; LOBÃO, V. W. N. Manifestações Patológicas da Construção Civil. **Cadernos de Graduação**, Aracaju, v. 5, n. 1, p. 71-80, out. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/index.php/cadernoeatas/article/view/5853/2971>>. Acesso em: 05 set. 2019.

FERREIRA, J. S. S. **Patologias em edificações devido ao recalque diferencial em fundações**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/BUBD-AGWH7T>>. Acesso em: 19 out. 2019.

FONTANELLE, M. A. M.; MOURA, Y. M. **Revestimentos cerâmicos em fachadas: estudo das causas das patologias**. Fortaleza, 2004. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/132/anexo/03pespat.pdf>>. Acesso: 24 jan. 2020.

FRANÇA, R. G. R. **Causas, diagnósticos e tratativas de patologias em parede de concreto: estudos de caso**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – UniEvangélica, Anápolis, Goiânia, 2019. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/8679/1/TCC2%202019_1%20Ricardo.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2020.

GALLETTO, A.; ANDRELLO, J. M. **Patologia em fachadas com revestimentos cerâmicos**. Curitiba, 2013. Disponível em: <http://www.casadagua.com/wpcontent/uploads/2014/02/A1_077.pdf>. Acesso em: 24 out. 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONZAGA, E. M. **Estudo de patologias nas pinturas decorrentes da infiltração de águas**. 2011. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9A5J7Y>>. Acesso em: 18 out. 2019.

GUIDE ENGENHARIA. **Manifestações patológicas em edificações: lixiviação**. 2017. Disponível em: <<https://guideengenharia.com.br/lixiviacao-em-edificacoes/>>. Acesso em 02 nov. 2019.

HACHICH, W. *et al.* **Fundação: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: PINI, 1998.

HELENE, P.; TERZIAN, P. **Manual de dosagem e controle de concreto**. São Paulo: PINI, 1992.

HELENE, P. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 1992.

IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia. **Norma de inspeção predial nacional**. 2012. Disponível em: <<http://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2012/12/Norma-de-Inspe%C3%A7%C3%A3o-Predial-IBAPE-Nacional.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PIB varia 0,4% no 2º trimestre de 2019**. 2019. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/25298-pib-varia-0-4-no-2-trimestre-de-2019>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

IBRACLUBE. **Enrugamento ou encolhimento**. São Paulo, [2016]. Disponível em: <<https://ibraclube.wordpress.com/2016/07/05/enrugamento-ou-encolhimento/>>. Acesso: 18 out. 2019.

JUNGINGER, M. Estudo da deterioração precoce de rejunte cimentício de piscinas. **II Simpósio de Argamassas e Soluções Térmicas de Revestimento**, Coimbra, 2016. Disponível em: <<http://www.mxme.com.br/wp-content/uploads/2016/07/2016-Argamassas2016-Max-Junginger-Piscinas-camready.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2020.

JULIANI, M. A. **Análise de manifestações patológicas em condomínio construído com alvenaria estrutural**: estudo de caso. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/157055>>. Acesso em: 05 fev. 2020.

LAPA, J. S. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/patologia-e-rec-de-estrutura/patologia-e-recuperacao-de-estrutura-monografia>>. Acesso em: 30 out. 2019.

LICHTENSTEIN, N. B. Patologia das construções. **Boletim Técnico 06/86**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1986. Disponível em: <http://www.pcc.poli.usp.br/files/text/publications/BT_00006.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2020.

LIMA, B. S. **Principais manifestações patológicas em edificações residenciais multifamiliares**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: <http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2015/TCC_BRUNO%20SANTOS%20DE%20LIMA.pdf>. Acesso em: 22 out. 2019.

LOPES, M. S.; TEIXEIRA, R. D. **Patologia das edificações**: proposta de recuperação do centro municipal de cultura Museu Willy Zumblick da cidade de Tubarão/SC. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017. Disponível em: <<https://riuni.unisul.br/handle/12345/3972>>. Acesso em: 27 jan. 2020.

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. **Sistema de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: avaliação da capacidade de deformação.** 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997. Disponível em:

<<http://www.politech.poli.br/sistema/biblioteca/fotos/Recuperacao%20de%20fissuras%20-%20Alberto%20Casado.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2020.

LOTTERMANN, A. F. **Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2013. Disponível em:

<http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/2013/TCC_Andr%C3%A9%20Fonseca%20Lottermann.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2020.

LUCIO, D. S.; ARAUJO, I. L. P. D.; ALBUQUERQUE BISNETO, S. F. Gestão de controle e qualidade de obras: análise das falhas na execução de habitação popular em João Pessoa, PB. **InterScientia**, João Pessoa, v. 4, n. 2, p. 152-162, dez. 2016. Disponível em:

<<https://periodicos.unipe.br/index.php/interscientia/article/view/521/404>>. Acesso em: 25 set. 2019.

LUDUVICO, T. S. **Análise e recomendações técnicas para a interface janela e parede de vedação.** 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2016. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/301328223_ANALISE_E_RECOMENDACOES_TECNICAS_PARA_A_INTERFACE_JANELA_E_PAREDE_DE_VEDACAO>. Acesso em: 25 mai. 2020.

MAGALHÃES, T. C. M. **Influência da pigmentação e/ou da quantidade de aditivo hidrófugo na patologia de desagregação da argamassa de rejuntamento.** 2008. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em:

<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ISMS7UTN/1/disserta_o_final_mar_o_09.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2020.

MAPA DA OBRA. **Entendendo as trincas e fissuras.** Paraná, 2016. Disponível em:

<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/entendendo-as-trincas-e-fissuras/?doing_wp_cron=1570918327.1441199779510498046875>. Acesso em: 13 out. 2019.

MAPA DA OBRA. **Rejunte: veja o passo a passo da restauração.** São Paulo, 2017.

Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/restauracao-de-rejunte-veja-o-passo-passo/>>. Acesso: 26 jan. 2020.

MARQUES, F. P. F. M. **Tecnologia de aplicação de pinturas e patologias em paredes de alvenaria e elementos de betão.** 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Lisboa, Portugal, 2013. Disponível em:

<<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395145483178/Disserta%C3%83%C2%A7%C3%83%C2%A3o.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2019.

MELO JÚNIOR, C. M. **Influência da chuva dirigida e dos detalhes arquitetônicos na durabilidade de revestimentos de fachada**. 2010. Dissertação (Mestrado em Geotecnia, Mecânica das Estruturas e Construção Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp135210.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2020.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, N. C.; SCHNAID, F. **Patologia das fundações**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

MIMA ENGENHARIA. **Apresentação Recanto dos Sonhos**. 2012. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/MimaEngenharia/apresentao-recanto-dos-sonhos-14050220>>. Acesso em: 24 abr. 2020.

MIOTTO, D. **Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de Pato Branco - PR**. 2010. Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná, Pato Branco, 2010. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34353/MIOTTO%2C%20DANIELA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

MUCI, D. W. D. *et al.* **Sistema de recuperação de fissuras da interface alvenaria de vedação-estrutura de concreto: comparativo entre os processos executivos e análise de custo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: <https://www.eec.ufg.br/up/140/o/SISTEMAS_DE_RECUPERA%C3%87%C3%83O_DE_FISSURAS_DA_INTERFACE_ALVENARIA_DE_VEDA%C3%87%C3%83OESTRUTURA_DE_CONCRETO_COMPARATIVO_ENTRE_OS_PROCESSIONS_EXECUTIVOS_E_ANALISE_DE_CUSTO.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2020.

OFICINA DE TEXTOS. **Patologia x Manifestação Patológica**. São Paulo, 2005. Disponível em: <<https://www.ofitexto.com.br/comunitexto/patologia-x-manifestacao-patologica/>>. Acesso em: 05 out. 2019.

OLIVEIRA, A. M. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. 2012. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9A3GCW>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

PADARATZ, I. J. **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Patologia das Construções**. Santa Catarina, [2010?].

PAGANELLA JÚNIOR, N. A. **Viabilidade de recuperação de patologias: estudo de caso**. 2018. Artigo (Graduação em Engenharia Civil) – UniCesumar, Maringá, Paraná, 2018. Disponível em: <<http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/729>>. Acesso em: 09 abr. 2020.

PEREIRA, C. **Verga e contraverga**. Escola Engenharia, 2019. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/verga-e-contraverga/>>. Acesso em: 6 fev. 2020.

PESSANHA, D. F. **Deteção de patologia em revestimento cerâmicos visando uma nova alternativa de ensaio não destrutivo**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de

Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://uenf.br/posgraduacao/engenharia-civil/wp-content/uploads/sites/3/2018/07/DiogoFlorencioPessanha.pdf>> Acesso em: 24 out. 2019.

PETRUCCI, E. G. R. **Materiais de Construção**. 4. ed. São Paulo: Globo, 1979.

POINTER. **Quais as principais causas de eflorescência?**. Alagoas, 2018b. Disponível em: <<https://pointer.com.br/blog/eflorescencia/>>. Acesso em: 10 out. 2019.

POINTER. **Quais as principais causas do gretamento?**. Alagoas, 2018a. Disponível em: <<https://pointer.com.br/blog/causas-do-gretamento/>>. Acesso em: 23 out. 2019.

POLITO, Giulliano. **Principais sistemas de pintura e suas patologias**. Minas Gerais, 2006a. Disponível em: <<http://www.demc.ufmg.br/tec3/Apostila%20de%20pintura%20-%20Giulliano%20Polito.pdf>>. Acesso: 18 out. 2019

POLITO, Giulliano. **Corrosão em estruturas de concreto armado: causas, mecanismos, prevenção e recuperação**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Avaliação e Perícia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006b. Disponível em: <http://polito.eng.br/upload/CORROSAO_EM ESTRUTURAS DE CONCRETO_20160405.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2019.

PORCIONATO, G. L. O mercado habitacional a partir do programa minha casa minha vida. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental (IPEA)**, v. 2, p. 111-118, jul. 2017. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8155/1/BRU_n17_Mercado.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2019.

PUIM, P. G. A. C. **Controle e reparação de anomalias devidas à presença de sais solúveis em edifícios antigos**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010. Disponível em: <<http://repositorio.lnec.pt:8080/bitstream/123456789/1001311/1/disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

REBELLO, Y. C. P. **Fundações: guia prático de projeto, execução e dimensionamento**. 3. ed. São Paulo: Zigurate Editora, 2008.

REFORMA CORUÑA. **Limpieza de fachadas de edificios: métodos y productos**. Coruña, 2014. Disponível em: <<https://reformacoruna.com/suciedad-fachadas/>>. Acesso em: 10 out. 2019.

REFORMA FÁCIL. **Dicas para evitar e corrigir eflorescência na pintura**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://reformafacil.com.br/produtos/pinturas-e-texturas/dicas-para-evitar-e-corrigir-eflorescencia-na-pintura/>>. Acesso: 18 out. 2019.

REIS, L. S. N. **Sobre a recuperação e reforço das estruturas de concreto armado**. 2001. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/BUDB-8AKG76>>. Acesso em: 01 nov. 2019.

RHOD, A. B. **Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos: análise de frequência de ocorrência em áreas internas de edifícios em uso em Porto Alegre.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/34383/000789547.pdf?sequence=1>. Acesso em: 23 out. 2019.

SABBATINI, F. H.; BARROS, M. M. S. B. **A produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: diretrizes básicas.** São Paulo, 2001.

SAHADE, R. F. **Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em alvenaria de vedação.** 2005. Dissertação de Mestrado (Título de Mestre em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 2005. Disponível em: http://cassiopea.ipt.br/tde_arquivos/teses/%7BB8E42DBC-E66A-49EE-9DC9-0360B48025F4%7D_2005_HAB_Renato_Freua_Sahade.pdf. Acesso em: 06 fev. 2020.

SANTOS, C. F. **Patologia das estruturas de concreto armado.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Disponível em: http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_CAMILA%20FREITAS%20DOS%20SANTOS.pdf. Acesso em: 01 nov. 2019.

SANTOS, P. M. V. **Levantamento, diagnóstico e reabilitação de patologia em edifícios residenciais na região de Viseu.** 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção e Reabilitação) – Instituto Politécnico de Viseu, Viseu, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ipv.pt/handle/10400.19/1238>. Acesso em: 06 fev. 2020.

SANTOS, S. S. **Patologias construtivas em revestimentos de fachada.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em: https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/10280/1/PatologiasemRevestimentos_Santos_2019.pdf. Acesso em: 26 jan. 2020.

SEGAT, G. T. **Manifestações patológicas observadas em revestimento de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS).** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10139/000521616.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2020.

SILVA, A. F. P. **Patologias em Estruturas de Concreto Armado: estudo de caso. 6ª Conferência sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios – PATORREB 2018.** Rio de Janeiro, abr/2018. Disponível em: <http://www.nppg.org.br/patorreb/files/artigos/80613.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2020.

SILVA, I. T. S. **Identificação dos fatores que provocam eflorescência nas construções em Angicos/RN.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos, 2011. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/232/arquivos/Identifica%C3%A7%C>

3%A3o%20dos%20Fatores%20que%20provocam%20Efloresc%C3%AAncia%20nas%20Co
nstru%C3%A7%C3%B5es%20em%20Angicos-RN.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

SILVESTRE, J. D.; FLORES-COLEN, I.; BRITO, J. Estratégia de Manutenção Pró-activa para Juntas de Revestimentos Cerâmicos Aderentes (RCA). **1º Congresso Nacional de Argamassas de Construção**, Lisboa, 2005. Disponível em: <<https://www.apfac.pt/congresso2005/comunicacoes/Paper%2047.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2019.

SOUZA, R. D.; MEKBEKIAN, G. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras**. São Paulo: Pini, 1996.

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

TAKATA, L. T. **Aspectos executivos e a qualidade de estruturas em concreto armado: estudo de caso**. 2009. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4655?show=full>>. Acesso em: 12 abr. 2020.

TAKEDA, O. T. **Investigação de manifestações patológicas em sistemas de revestimentos de fachadas por meio de técnicas de análise termográficas**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10048/1/CT_EC_2015_2_14.pdf> Acesso em: 30 abr. 2020.

TESSERA CONSTRUÇÕES. **Compartilhando idéias e conhecimento**. Bahia, 2018. Disponível em: <<http://www.tesseraconstrucoes.com.br/tesseraexplica>>. Acesso em: 24 out. 2019.

TINTAS ANJO. **Guia Técnico**. Santa Catarina, [2019?]. Disponível em: <<https://www.anjo.com.br/guia-tecnico/imobiliaria-2/problemas-com-alvenaria-10>>. Acesso: 18 out. 2019.

TINTAS & PINTURA. **Tratar Fungos e Bolores** São Paulo, [2016?]. Disponível em: <<https://www.tintasepintura.pt/tratar-fungos-e-bolores/>>. Acesso: 18 out. 2019.

THEISS, A. F. **Avaliação da corrosão do aço em concreto com adição de inibidor migratório de corrosão frente à ação de íons cloreto**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2019. Disponível em: <https://www.udesc.br/arquivos/cct/id_cpmenu/706/2019_03_21_Ana_Fl_via_Theiss_15626012826631_706.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2020.

THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. 1ª. ed. São Paulo: PINI, 2001.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios – Causas, prevenção e recuperação**. 1ª. ed. São Paulo: PINI, 1989.

TORMEN, A. F. *et al.* Manifestações Patológicas em Revestimentos Cerâmicos Esmaltados em Ambientes Internos: Análise da Influência dos Processos Construtivos em Alvenaria Convencional e Estrutural. **Revista Cerâmica Industrial**. Rio Grande do Sul, v. 21, n. 2, p. 26-35, abr. 2016. Disponível em:

<<https://www.ceramicaindustrial.org.br/article/587657617f8c9d6e028b4840/pdf/ci-21-2-587657617f8c9d6e028b4840.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2019.

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil. **Boletim Técnico da ALCONPAT**, Mérida, v. 1, p. 1-15, 2013. Disponível em:

<<http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/06/bt55.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Fundação da Associação Brasileira**. Rio Grande do Sul, 2005. Disponível em:

<<http://www.ufrgs.br/leme/news/fundacao-da-associacao-brasileira-de-patologia>>. Acesso em: 05 out. 2019.

VARGAS, Ricardo. **Gerenciamento de projetos**: estabelecendo diferenciais competitivos. 9. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2018.

VIEIRA, M. A. Patologias Construtivas: Conceito, Origens e Método de Tratamento. **Revista Especialize On-Line**, Goiânia, v. 1, n. 12, p. 1-15, dez. 2016. Disponível em:

<<https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online-busca/?autor=Matheus%20Assis%20Vieira>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

VITÓRIO, A. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia**. Recife, 2003. Disponível em:

<http://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Fundamentos_Patologia_Estruturas_Pericias_Engenharia.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.

VIVADECOR. **Entenda como fazer pingadeira e proteja muros e telhados da umidade**. São Paulo, 2019. Disponível em:

<<https://www.vivadecora.com.br/pro/estudante/pingadeira/>>. Acesso em: 01 fev. 2019.

ZANZARINI, J. C. **Análise das causas e recuperação de fissuras em edificação**

residencial em alvenaria estrutural: estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Campo Mourão, 2016. Disponível em:

<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6879/1/CM_COECI_2016_1_15.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2020.

ZUCHETTI, P. A. B. **Patologias da construção civil**: investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no Vale do Taquari/RS. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2015. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/handle/10737/939>>. Acesso em: 05 out. 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Autorização de Utilização de Imagem



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

Termo de Autorização de Utilização de Imagem em Estudos Acadêmicos

Eu, **ENGENHEIRA CIVIL DUANE DA SILVA JOCHEN**, CREA/SC156295-3, responsável pelo residencial multifamiliar Recanto dos Sonhos, localizado na Rua Jacob Knaben da Silva, 3050, Passa Vinte, Palhoça, SC, CEP 88132-015, juntamente com o **SÍNDICO GUILHERME MEDEIROS**, inscrito no CPF nº [REDACTED] autorizo os acadêmicos **BEATRIZ DA SILVA WAGNER**, inscrita no CPF nº [REDACTED] e **RAPHAEL PEREIRA MENDES**, inscrito no CPF nº [REDACTED] a utilizar as imagens do edifício no Trabalho de Conclusão de Curso, com o tema “ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR LOCALIZADO NA CIDADE DE PALHOÇA/SC: ESTUDO DE CASO”, referente ao Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina, com objetivos acadêmicos e de estudo científico.

Palhoça, 11 de janeiro de 2020

Duane da Silva Jochen - Eng^a. Civil

Guilherme Medeiros- Síndico