

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS GOIÂNIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

WLADIMIR GABRIEL DANTAS DA COSTA CRUZ

**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS DE
RESIDÊNCIAS DE ALTO PADRÃO EM CONDOMÍNIO FECHADO HORIZONTAL
NA CIDADE DE GOIÂNIA: ESTUDO DE CASO**

Goiânia
2023

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor:

Matrícula:

Título do Trabalho:

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____(Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia
Local

05 /07/ 2023
Data


Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

WLADIMIR GABRIEL DANTAS DA COSTA CRUZ

**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS DE
RESIDÊNCIAS DE ALTO PADRÃO EM CONDOMÍNIO FECHADO HORIZONTAL
NA CIDADE DE GOIÂNIA: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação de Engenharia Civil, do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus
Goiânia, como parte dos requisitos necessários para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.
Orientador: Prof. Dr. Valdeir Francisco de Paula
Coorientador: Prof. Me. Glydson Ribeiro Antonelli

Goiânia

2023

C8892e Cruz, Wladimir Gabriel Dantas da Costa.

Estudo das manifestações patológicas em fachadas de residências de alto padrão em condomínio fechado horizontal na cidade de Goiânia: estudo de caso / Wladimir Gabriel Dantas da Costa Cruz. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, 2023.

115 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Valdeir Francisco de Paula.

Coorientador: Prof. Me. Glydson Ribeiro Antonelli.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Bacharelado em Engenharia Civil, Departamento de Áreas Acadêmicas III, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

1. Construção civil - patologias. 2. Fissuras. 3. Fachadas residenciais. 4. Condomínio horizontal - Goiânia. I. Paula, Valdeir Francisco de (orientador). II. Antonelli, Glydson Ribeiro (coorientador). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia. III. Título. CDD 624.1834

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Karol Almeida da Silva CRB1/ 2.740
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS GOIÂNIA

WLADIMIR GABRIEL DANTAS DA COSTA CRUZ

Estudo das Manifestações Patológicas em Fachadas de Residências de Alto Padrão em Condomínio Fechado Horizontal na Cidade de Goiânia: Estudo de Caso

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Goiânia, como parte dos quesitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Membros da banca: Dr. Valdeir Francisco de Paula (orientador), Me Glydson Ribeiro Antonelli (coorientador), Dr. Liana de Lucca Jardim Borges, Esp. Wesley Pimenta de Menezes.

Aprovado em 03 de Julho de 2023.

Documento assinado eletronicamente por:

- Wesley Pimenta de Menezes, CHEFE - CD4 - GYN-DAAIII, em 09/07/2023 23:37:29.
- Liana de Lucca Jardim Borges, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/07/2023 14:29:14.
- Valdeir Francisco de Paula, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/07/2023 12:46:28.
- Glydson Ribeiro Antonelli, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/07/2023 11:45:01.
- Matilde Batista Melo, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC1 - GYN-CCBEC, em 08/07/2023 11:34:26.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 08/07/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 429083

Código de Autenticação: 177751a685



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Rua 75, nº 46, Centro, GOIÂNIA / GO, CEP 74055-110
(62) 3227-2736 (ramal: 2736)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por todas as oportunidades, e por me abençoar grandiosamente todos os dias. Quero agradecer a minha família em especial meus pais, Edvaldo e Patrícia que sempre me apoiaram me dando amor, carinho e me aconselhando em todos os momentos, e nunca me deixaram desistir dos meus sonhos. Agradeço a minha irmã Lethicia por sempre me dar seu carinho incondicionalmente e ser o presente mais lindo já colocado na minha vida e na vida dos meu pais.

Quero agradecer a minha namorada Maria Clara por sempre estar ao meu lado me apoiando, me dando forças e sempre acreditando em mim. Não posso esquecer dos meus avós, tios, tias e primos pelas palavras de apoio e por sempre comemorarem minhas vitórias, agradeço especialmente ao meu tio Geyzon e minha tia Nivalda por fazerem parte da minha trajetória sendo sempre muito importantes e sempre acreditaram no meu potencial.

Ao meu tio Edson e minha tia Edna agradeço pelo enorme carinho que têm comigo e por todos os momentos bons que me proporcionaram com grande alegria, tornando essa caminhada mais leve.

Meus agradecimentos a todos meus colegas que participaram dessa trajetória comigo, especialmente ao Igor, Rodrigo e Alisson que me ajudaram bastante.

Por fim quero agradecer ao meu orientador, Valdeir e ao meu coorientador, Glydson por sempre serem atenciosos e solícitos em todos os momentos em que precisei e pela oportunidade de realizar meu trabalho final, com as suas orientações.

RESUMO

Existem vários estudos relacionados às manifestações patológicas, porém é difícil encontrar estudos relacionados a edificações de alto padrão em condomínios fechados horizontais. Nesse sentido após observações ao visitar esses condomínios foi possível observar há existência de patologias nas fachadas dessas residências. Dessa forma o objetivo do trabalho foi constatar as patologias nas fachadas dessas edificações e analisar suas possíveis causas. Para realização do trabalho foi escolhido um condomínio, onde foi feito uma inspeção visual nas fachadas das edificações, relacionando as características encontradas na literatura com as características encontradas em campo, e assim poder chegar a uma possível patologia e causa. Foi utilizado também o aplicativo do Google Earth Pro para fazer análise cronológica da idade das edificações, por meio das imagens oferecidas de anos anteriores pelo programa. No trabalho foram analisadas 412 edificações, sendo que em quase 70% dessas edificações apresentaram algum tipo de patologia em suas fachadas. Partindo para possíveis patologias e causas, tem-se que 51,5% apresentou manchas de infiltração na pingadeira e platibanda devido a umidade, 22,1% apresentaram fissuras ou trincas por movimentação higroscópica, 14,6% apresentaram eflorescências devido a umidade, e 13,1% apresentaram trincas por deformação excessiva. Ao final pode-se concluir que a porcentagem de edificações com patologias aumentava conforme suas idades, porém também haviam uma porcentagem considerável de edificações recentes que apresentaram algum tipo de patologia. Dessa forma entendeu-se que os possíveis motivos para grande porcentagem tanto em edificações mais antigas quanto em edificações mais recentes, são devido à ausência de mão de obra qualificada para execução dos serviços, falta de acompanhamento técnico diário, não padronização dos serviços executados, uso incorreto dos materiais, entre outros motivos. Em alguns casos edificações mais antigas apresentaram porcentagens menores que as mais recentes. Nesse sentido estabelece-se a hipótese de que houve alguma intervenção por parte desses moradores para que fosse feito a correção, e dessa forma como levantamento foi feito no ano de 2023 não foi possível identificar quais dessas edificações passaram por algum tipo de reforma ou modificações.

Palavras-chave: Patologias, Residência, Alto padrão, Fissuras, trincas, Fachadas.

ABSTRACT

There are several studies related to pathological manifestations, but it is difficult to find studies related to high standard buildings in horizontal closed condominiums. In this sense, after observations when visiting these condominiums, it was possible to observe that there are pathologies on the facades of these residences. Thus, the objective of the work was to verify the pathologies on the facades of these buildings and analyze their possible causes. To carry out the work, a condominium was chosen, where a visual inspection was made on the facades of the buildings, relating the characteristics found in the literature with the characteristics found in the field, and thus being able to arrive at a possible pathology and cause. The Google Earth Pro application was also used to make a chronological analysis of the age of the buildings, through the images offered from previous years by the program. In the work, 412 buildings were analyzed, and almost 70% of these buildings had some type of pathology on their facades. Looking at possible pathologies and causes, it appears that 51.5% had infiltration stains on the drip tray and ledge due to humidity, 22.1% had fissures or cracks due to hygroscopic movement, 14.6% had efflorescence due to humidity, and 13.1% had cracks due to excessive deformation. In the end, it can be concluded that the percentage of buildings with pathologies increased with age, but there was also a considerable percentage of recent buildings that presented some type of pathology. In this way, it was understood that the possible reasons for the large percentage both in older buildings and in more recent buildings are due to the lack of qualified labor to perform the services, lack of daily technical monitoring, non-standardization of the services performed, use incorrect use of the materials, among other reasons. In some cases, older buildings had lower percentages than more recent ones. In this sense, the hypothesis is established that there was some intervention by these residents to make the correction, and thus, as the survey was carried out in the year 2023, it was not possible to identify which of these buildings underwent some type of renovation or modifications.

Keywords: Pathologies, Residence, High standard, Fissures, cracks, Facades.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Lei de Sitter: Evolução de Custos.....	20
Figura 2 — Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso de obras civis.....	24
Figura 3 — Origem das Patologias	24
Figura 4 — Incidência relativa dos diferentes tipos de manifestações patológicas.....	29
Figura 5 — Distribuição relativa da incidência de manifestações patológicas em estruturas de concreto aparente.....	29
Figura 6 — Movimentação que ocorrem numa laje de cobertura insolada, sob ação da elevação da temperatura	31
Figura 7—Trinca típica presente no topo da parede paralela ao comprimento da laje	31
Figura 8 —Trinca típica presente no topo da parede paralela a largura da laje.....	32
Figura 9 — Parede com fissuras inclinadas, em forma de “escama”, evidenciando a dilatação térmica da laje de cobertura)	32
Figura 10 — Fissura com abertura regular no topo da parede, resultante do abaulamento e da dilatação plana da laje de cobertura	33
Figura 11 — Fissura na alvenaria com desenvolvimento bastante irregular.....	33
Figura 12 — Trinca vertical: a resistência à tração dos componentes de alvenaria é superior à resistência à tração da argamassa ou à tensão de aderência argamassa/blocos.....	34
Figura 13 — Trinca vertical: a resistência à tração dos componentes de alvenaria é igual ou inferior à resistência à tração da argamassa.....	34
Figura 14 — Trincas horizontais na alvenaria provenientes da expansão dos tijolos: o painel é solicitado à compressão na direção horizontal.....	35
Figura 15 — Trinca horizontal na base da alvenaria por efeito de umidade do solo.....	36
Figura 16 — Destacamento da argamassa no topo da laje/beiral, causado por expansão higroscópica da argamassa	37
Figura 17 — Fissuração da argamassa de revestimento provocada pelo fluxo de água interceptado no peitoril da janela e que escorreu lateralmente a ele.....	37
Figura 18 — Fissuração típica em viga subarmada solicitada a flexão	39
Figura 19 — Fissura de cisalhamento em viga solicitada à flexão	39
Figura 20 — Ruptura por compressão do concreto de uma viga superarmada solicitada à flexão.....	40
Figura 21 — Fissuração típica de lajes simplesmente apoiadas, submetidas a carga uniformemente distribuída face superior da laje.....	40

Figura 22 — Fissuração típica de lajes simplesmente apoiadas, submetidas a carga uniformemente distribuída face inferior da laje.....	41
Figura 23 — Fissuras verticais no pilar indicando insuficiência de estribos.....	41
Figura 24 — Trincas horizontais a meia altura de painel pré moldado de concreto armado submetido à flexo compressão	42
Figura 25 — Fissuração típica da alvenaria causada por sobrecarga vertical.....	43
Figura 26 — Trincas horizontais na alvenaria provenientes de sobrecarga e/ou flexo compressão	43
Figura 27 — Alvenaria de blocos cerâmicos estruturais solicitada à compressão.....	44
Figura 28 — Relação entre deformação lenta e deformação elástica para concretos de diferentes dosagens	45
Figura 29 — Influência da umidade relativa do ar na deformação lenta do concreto	46
Figura 30 — Influência da idade de colocação em serviço da estrutura na deformação lenta do concreto.....	46
Figura 31 —Trinca em parede de vedação: deformação do suporte maior que a deformação da viga superior	47
Figura 32 — Trincas em parede de vedação: deformação da viga superior maior que a deformação do suporte	48
Figura 33 — Trincas em parede de vedação: deformação do suporte idêntica à deformação da viga superior	48
Figura 34 — Trincas em parede com aberturas, causas pela deformação dos componentes estruturais.....	49
Figura 35 — Fissuras em alvenarias do pavimento térreo decorrentes de flechas em vigas baldrame.....	49
Figura 36 — Fissuras em alvenaria do pavimento térreo decorrentes de flecha na viga de fundação.....	50
Figura 37 — Fissuras em alvenarias apoiadas sobre lajes de concreto armado	50
Figura 38 — Fissuras de flexão em alvenaria apoiada sobre viga de concreto armado	51
Figura 39 — Fissuras de flexão em alvenarias apoiadas sobre vigas de concreto armado e com a presença de aberturas	51
Figura 40 — Trincas na alvenaria provocadas por flexão da região em balanço da viga	52
Figura 41 — Trinca horizontal na base da parede provocada pela deformação excessiva da laje.....	52
Figura 42 — Destacamento de piso cerâmico devido à excessiva deformação da laje.....	53
Figura 43 — Compressão da alvenaria, arqueamento e expulsão do revestimento cerâmico em parede apoiada na extremidade de balanço viga.....	53

Figura 44 — Fundações contínuas solicitadas por carregamentos desbalanceados: o trecho mais carregado apresenta maior recalque, originando-se trincas de cisalhamento no painel	55
Figura 45 — Recalques diferenciados por consolidação distintas do aterro carregado.....	55
Figura 46 — Fundações assentadas sobre seções de corte e aterro, com trincas de cisalhamento nas alvenarias.....	56
Figura 47 — Recalque diferenciado no edifício menor pela interferência no seu bulbo de tensões provocada pela construção do edifício maior.....	56
Figura 48 — Recalque diferenciado por falta de homogeneidade do solo.....	57
Figura 49 — Recalque diferenciado por rebaixamento do lençol freático; foi cortado o terreno à esquerda do edifício.....	57
Figura 50 — Recalques diferenciados entre pilares surgem trincas inclinadas na direção do pilar que sofreu maior recalque.....	58
Figura 51 — Diferentes sistemas de fundação na mesma construção: recalques diferenciados entre os sistemas com a presença de trincas de cisalhamento no corpo da obra	58
Figura 52 — Forte fissuração de alvenarias em obra construída sobre aterro em fase de consolidação.....	59
Figura 53 — Fissura com abertura bastante pronunciada, ocorrendo ainda seccionamento do pilarete grauteado ao lado da porta	59
Figura 54 — Fissura com abertura bastante pronunciada em sobrado com necessidade de reforço das fundações e da própria estrutura.....	60
Figura 55 — Posição do recalque claramente indicada pelas fiadas de tijolos: a fissura principal que se desenvolveu na parede da casa sobre o muro inclina-se em direção ao ponto de maior recalque	60
Figura 56 — Fissura de recalque vertical: as partes seccionadas da construção comportam-se individualmente como corpos rígidos	61
Figura 57 — Fissuras de retração numa viga alta de concreto armado com deficiente armadura de pele.....	62
Figura 58 — Fissura de retração em viga de concreto armado causadas pela elevada relação água/cimento do concreto.....	63
Figura 59 — Fissuras de retração em viga alta.....	63
Figura 60 — Fissura de retração no capeamento da laje pré-fabricada facilita infiltração de água, lixiviação da cal e formação de carbonato de cálcio.....	64
Figura 61 — Destacamentos entre blocos de concreto, argamassa de assentamento, e fissuras de retração na alvenaria	65
Figura 62 — Presença de mofo em parede interna.....	68

Figura 63 — Manchas causadas pelo mofo e bolor	68
Figura 64 — Eflorescência em blocos de concreto	69
Figura 65 — Eflorescência em blocos cerâmicos.....	70
Figura 66 — Deslocamento de argamassa projetada da alvenaria com eflorescência.....	70
Figura 67 — Eflorescência em parede.....	71
Figura 68 — Eflorescência em alvenaria estrutural de tijolo cerâmico com chapisco	71
Figura 69 — Eflorescência no rejunte e no piso.....	72
Figura 70 — Fissura em fachada abaixo da pingadeira	73
Figura 71 — Fissura abaixo da pingadeira.....	74
Figura 72 — Fissuras, deslocamento e manchas na fachada, abaixo da pingadeira	74
Figura 73 — Manchas devido a umidade.....	75
Figura 74 — Manchas na fachada devido a umidade	75
Figura 75 — Manchas e deslocamento da pintura na fachada.....	76
Figura 76 — Manchas e deslocamento no muro.....	76
Figura 77 — Fissura inclinada abaixo da janela.....	77
Figura 78 — Eflorescências no revestimento externo da edificação	77
Figura 79 — Eflorescência na parede lateral da edificação	78
Figura 80 — Trinca na extremidade da platibanda.....	78
Figura 81 — Manchas de infiltração na platibanda.	88
Figura 82 — Fissuras por movimentação higroscópica na fachada frontal da edificação.....	91
Figura 83 — Presença de eflorescência na platibanda.	93
Figura 84 — Trinca por deformação excessiva na fachada frontal da residência.....	96
Figura 85— Presença de manchas e eflorescências, na fachada frontal da edificação	97

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 — Classificação geral quanto ao número de edificações, ao tipo de patologia e suas causas.	82
Gráfico 2 — Porcentagens das patologias referente apenas às edificações que foram afetadas.	83
Gráfico 3 — Presença de Patologia, por idade de construção	84
Gráfico 4 — Presença de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, por idade da construção.	87
Gráfico 5 — Presença de fissuras/trincas por movimentação higroscópica por idade da construção.	90
Gráfico 6 — Presença de eflorescência por idade da construção.	92
Gráfico 7 — Presença de trincas devido deformação excessiva, por idade da construção. .	95
Gráfico 8 — Classificação geral quanto ao número de edificações que apresentaram 2 ou mais patologias.	97
Gráfico 9 — Porcentagem em relação apenas às edificações que apresentaram duas ou mais patologias.	100
Gráfico 10 — Presença de duas ou mais patologias, por idade da construção.	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 — Flechas admissíveis para estruturas que suportam alvenaria	66
Quadro 2 — Levantamento total das edificações suas patologias e causas.....	81
Quadro 3 — Número de edificações finalizadas e que apresentaram alguma patologia	84
Quadro 4 — Número de edificações finalizadas e que apresentaram infiltração nas pingadeiras e platibanda	86
Quadro 5 — Número de edificações finalizadas e que apresentaram fissuras/trincas por movimentação higroscópica.....	89
Quadro 6 — Número de edificações finalizadas e que apresentaram eflorescência	91
Quadro 7 — Número de edificações finalizadas e que apresentaram trincas por deformação excessiva.....	94
Quadro 8 — Edificações que apresentaram duas ou mais patologias e suas possíveis causas	96
Quadro 9 — Número de edificações finalizadas e que apresentaram duas ou mais patologias	101

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AS	Standards Australia
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CCAA	Cement Concrete & Aggregates Australia
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CSTC	Centre Scientifique et Technique de la Construction
FVS	Ficha de Verificação de Serviço
MSJC	Masonry Standards Joint Committee
NBR	Norma Brasileira
PH	Potencial Hidrogeniônico
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	18
1.1.	Problema.....	18
1.2.	Objetivo Geral	19
1.3.	Objetivos Específicos.....	19
1.4.	Justificativa	19
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	22
2.1.	Conceito de Patologia no âmbito da Construção Civil.....	22
2.2.	Origem das patologias.....	23
2.2.1.	Origem no planejamento e projeto	23
2.2.2.	Origem na execução e fiscalização	25
2.2.3.	Mão de obra ineficiente	25
2.2.4.	Origem nos materiais	26
2.2.5.	Origem no uso	27
2.2.6.	Sintomas, e causas.....	28
2.2.7.	Fissuras e trincas	30
2.2.7.1.	Principais causas	30
2.2.8.	Deslocamentos limite	65
2.2.9.	Umidade	66
3.	METODOLOGIA	73
4.	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	81
4.1.	Edificações suas patologias e causas.....	81
4.2.	Idade das edificações suas patologias e causas.....	83
4.3.	Idade das edificações por patologia.....	85
4.3.1.	Infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade	85
4.3.2.	Fissuras / Trincas por movimentação higroscópica	88

4.3.3.	Eflorescências devido a umidade	91
4.3.4.	Trincas por deformação excessiva	93
4.4.	Edificações que apresentaram duas ou mais patologias.....	96
4.4.1.	Idade das edificações que apresentaram duas ou mais patologias	101
5.	ANÁLISE DOS RESULTADOS	105
5.1.	Expressividade das edificações afetadas	105
5.2.	Patologia com maior incidência.....	105
5.3.	Comportamento geral das patologias	106
5.4.	Situações analisadas nos gráficos	107
5.5.	Duas ou mais manifestações patológicas.....	109
6.	CONCLUSÃO	110
6.1.	Conclusão geral	110
6.2.	Quebra de paradigmas na Construção Civil	113
6.3.	Sugestões para trabalhos futuros	113
	REFERÊNCIAS	115

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentada a introdução, identificando as justificativas encontradas para a realização do trabalho, juntamente com os objetivos gerais e específicos.

1.1. Problema

Os fenômenos patológicos no contexto da Construção Civil são estudados há décadas, um exemplo disso são os estudos feitos por Cremonini de 1988 sobre Manifestações patológicas em unidades escolares na região de Porto Alegre (CREMONINI, 1998). E mesmo com o passar dos anos e com o avanço tecnológico ainda é uma temática bastante abordada nas edificações. As patologias podem ser comumente encontradas em edificações populares, nas quais, em grande parte, não existe a elaboração de projetos e podem não ter o acompanhamento técnico adequado necessário.

Como não há acompanhamento técnico apropriado, muitas vezes são feitos cortes de gastos em áreas específicas, como na fundação por exemplo, em que é necessário uma grande atenção e cuidado nos materiais e no modo de execução, pois é uma parte que pode afetar de forma drástica o desempenho da edificação.

Diante das condições citadas acima é possível supor que se, as edificações são construídas sem o mínimo de planejamento, elas estarão propensas a apresentar uma série de manifestações patológicas, que devido à falta de cuidado e o devido acompanhamento técnico se tem situações esperadas e condizentes com as decisões tomadas na construção da obra.

Ao visitar residências de familiares e colegas em condomínios horizontais fechados de alto padrão, pode-se perceber que haviam algumas incidências patológicas em várias fachadas das edificações desses condomínios. Nesse sentido, este trabalho observou com mais atenção as ocorrências dessas patologias e, aparentemente pareciam ser frequentes. Porém, não se sabe ao certo a quantidade de edificações que apresentavam em suas fachadas algum tipo de patologia, mas foi suposto ser um número expressivo ao observar.

Outra questão abordada é a recorrência dessas patologias, pois é esperado que em edificações que são construídas nos locais onde o metro quadrado é um dos

mais caros de Goiânia, não tivessem esse tipo de ocorrência.

Os motivos para que não se espere, muitas ocorrências de manifestações patológicas, não são somente aos valores por metro quadrado devido a localização, mas também porque para realização desse tipo de edificação, tem-se grandes gastos com vários tipos de profissionais, e documentações como projetos e aprovações.

1.2. Objetivo Geral

O trabalho teve como objetivo constatar a presença de patologias visíveis, presentes em fachadas, em edificações de um condomínio fechado horizontal de alto padrão em Goiânia, analisando suas possíveis causas.

1.3. Objetivos Específicos

- a) Fazer um estudo bibliográfico buscando entender sobre as origens, causas e sintomas das principais patologias presentes na construção civil;
- b) Fazer um levantamento em campo buscando identificar quais residências apresentam patologias, e por meio de uma análise visual identificar quais às possíveis patologias e causas;
- c) Identificar, através de imagens de satélite, a época das construções das edificações analisadas;
- d) Quantificar e analisar estatisticamente as ocorrências de patologias identificadas;
- e) Analisar causas das manifestações patológicas identificadas.

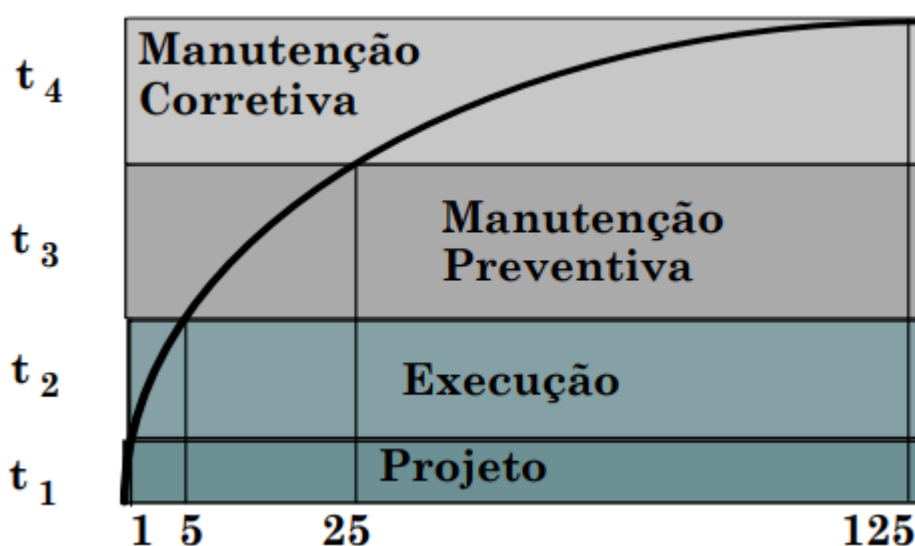
1.4. Justificativa

De acordo com Helene (1992), as patologias podem se agravar com passar do tempo, pequenas patologias podem se tornar grandes problemas ao longo dos anos, por exemplo a evolução de fissuras podem acarretar na corrosão de armaduras de elementos estruturais. Pode ocorrer também, devido deformações excessivas de elementos estruturais, como lajes e vigas, haja fissuras em alvenarias.

É muito importante se atentar às medidas corretivas o mais rápido possível, pois quanto menor o tempo de espera para execução das correções, mais simples será a intervenção e menor será o custo (HELENE,1992).

A lei de Sitter é uma ótima demonstração das afirmações citadas, porque ela mostra que os gastos crescem em uma progressão geométrica de acordo com as fases que ocorrem na construção de uma obra. As fases são divididas em etapas construtivas e de uso, sendo elas: projeto, execução e manutenção preventiva que ocorre antes dos três primeiros anos, já a manutenção corretiva é executada após o aparecimento das patologias, como pode ser visto na figura 1 a seguir (HELENE, 1992).

Figura 1 — Lei de Sitter: Evolução de Custos



Fonte: Sitter, 1984; *apud* Helene, 2004

A progressão geométrica utilizada na Lei de Sitter é de razão cinco, a Figura 1 acima mostra que para medidas adotadas no projeto que vise a melhora do desempenho da construção, como o aumento da durabilidade da estrutura, uma solução é o aumento do cobrimento da armadura, isso implicaria em um custo de ordem 1 (um). Já para medidas tomadas no momento da execução que possam surtir o mesmo efeito das medidas adotadas no projeto esse custo está associado ao número 5 (cinco) (HELENE, 1992).

Quando as medidas são preventivas este custo chega a ser 25 (vinte e cinco) vezes maior quando comparada aos custos da fase de projeto. Por fim, tem-se a fase de manutenção corretiva que chega num custo de 125 (cento e vinte e cinco) vezes maior se comparada ao custo das medidas que poderiam ser tomadas na fase de projeto (HELENE, 1992).

Para construção de residências de alto padrão feitas em condomínios fechados horizontais em Goiânia, existem uma série de exigências, tanto por parte do

condomínio quanto por parte do proprietário. Os condomínios exigem aprovação dos projetos na prefeitura, aprovação do projeto no condomínio de acordo com suas normas e legalização da escritura do lote na prefeitura.

Em residências que o proprietário solicita a execução de um poço artesiano é necessário a legalização na prefeitura para que o condomínio libere a execução do serviço.

O padrão de exigência também é muito grande por parte dos proprietários para que tudo ocorra e esteja da melhor forma possível e, seja executado o mais preciso com mínimos transtornos em virtude dos altos valores gastos em projetos, acompanhamento técnico e materiais.

Antes do início da construção há vários gastos documentais, subsequentemente tem-se gastos com levantamento topográfico para que seja feito o projeto arquitetônico, análises do solo com ensaios para que seja feito o projeto estrutural e de fundação, há também os projetos complementares como hidrossanitário e elétrico. Além desses, há projetos de paginação de piso, projeto de forro, projeto luminotécnico, entre outros.

Pode-se notar, então, que os gastos apenas com projetos, acompanhamentos, licenças e documentos são enormes. Após todos esses processos, quando a edificação se inicia de forma física, ainda existem os gastos com acompanhamento do engenheiro, arquiteto e mestre de obra. Mesmo com todas essas etapas ainda pode ocorrer patologias nesse tipo de edificação.

Com base nisso, visto também o quão oneroso são os custos de acordo com passar do tempo em relação as medidas corretivas das patologias, pode-se evidenciar a importância que o estudo tem. Nesse sentido, o estudo pode agregar para que essas ocorrências sejam mitigadas, por meio do entendimento das origens e causas das patologias nessas edificações.

Um outro motivo para o desenvolvimento do trabalho, é que existem poucos estudos das patologias em residências de alto padrão, o trabalho busca então constatar essas manifestações patológicas e identificar as possíveis causas das patologias que vêm ocorrendo nas fachadas das residências de alto padrão em condomínios fechados em Goiânia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Será apresentado neste capítulo a revisão bibliográfica, apresentando as informações em que o trabalho se baseou.

2.1. Conceito de Patologia no âmbito da Construção Civil

De acordo com Ripper e Souza (1998), patologia das estruturas é o “novo campo da Engenharia das Construções que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestações, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas”.

Já para Cremonini (1988) a patologia das edificações está ligada ao funcionamento do edifício e componentes, que passam a não exercer uma boa performance, dessa forma, através das investigações dos indícios deixados pelas ocorrências patológicas, busca estabelecer as origens, causas e consequências.

As patologias nas edificações, assim como na Medicina, estão relacionadas ao estudo de doenças. Da mesma forma, pode-se atribuir esse estudo nas edificações, visto que também há complicações existentes nas construções em geral. Alguns desses problemas são, por exemplo, fissuras, infiltrações, corrosões, rachaduras, deslocamentos, entre outros. Dito isso, denominou-se patologia das edificações, o estudo referente a estes sintomas (VERÇOZA, 1991).

A patologia é também o segmento da Engenharia que organiza e estuda os sinais, indícios, ocorrências, agentes patológicos e os motivos das degradações na Construção Civil, é então, o estudo de todo o grupo que compõe as informações que dão base ao diagnóstico (HELENE, 1992).

É necessário estabelecer uma diferença entre causa e origem, as origens são simplesmente o momento em que a patologia pode ocorrer durante o processo de construção da edificação, por outro lado as causas são motivos pelos quais podem ocorrer diferentes tipos de patologias, de forma direta ou indireta (AKASAKI; BERTI; JÚNIOR, 2019).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na Norma Brasileira (NBR) 15575, define manifestação patológica como “irregularidade 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” (ABNT,2013).

2.2. Origem das patologias

Como já citado anteriormente, as patologias podem ter origens diferentes, segundo Helene (1992) na construção de uma edificação há cinco grandes estágios, sendo eles: planejamento, projeto, fabricação de materiais, execução e uso.

2.2.1. Origem no planejamento e projeto

Dessas cinco etapas, as patologias que têm maior gravidade são aquelas originadas do planejamento e do projeto, que aliás são mais sérias do que as relacionadas aos materiais e as de execução. Logo, torna-se muito mais eficaz a elaboração de um planejamento e de um projeto, de forma mais detalhada e estudada, mesmo que seja gasto um tempo maior, que improvisar no momento da realização do serviço (HELENE, 1992).

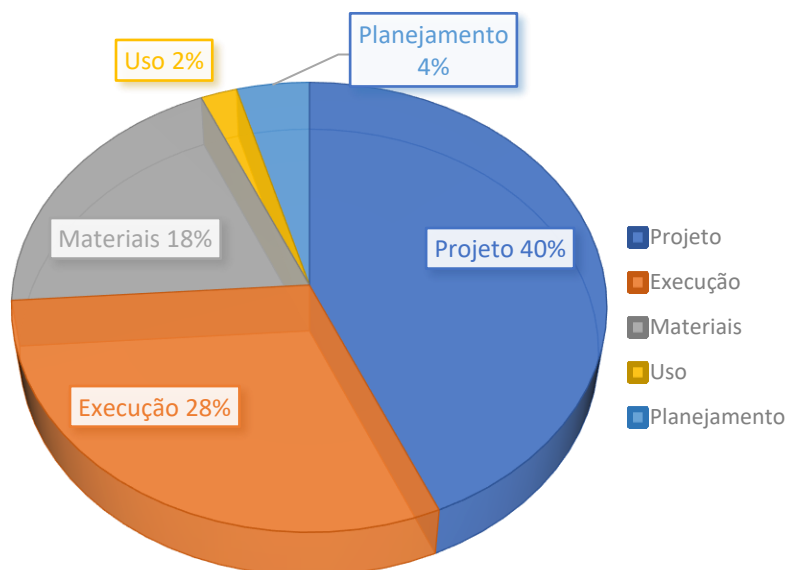
Na Figura 2 há uma separação entre a parte do planejamento e do projeto, porém essas duas áreas estão ligadas de forma intrínseca. Quando é feito um mal planejamento e gerenciamento de projetos, as patologias têm origem na fase de planejamento, porém impactam diretamente na fase de projeto.

Portanto, estão conectadas de forma direta, e como mostrado na Figura 2, 40% das manifestações patológicas foram desenvolvidas na fase de projeto e, na Figura 3 também pode se evidenciar a informação que 42% são originadas na fase de projeto.

Dos problemas provenientes da etapa de projeto podem-se listar a falta de compatibilização dos projetos, a definição equivocada das combinações de cargas atuantes, a especificação de materiais inapropriados e o subdimensionamento das estruturas. Essa última pode ocasionar grandes deformações, pode ocorrer também a utilização de cobrimentos nominais específicos não condizentes com as classes de agressividade do local onde será executada o projeto (SILVA, 2011).

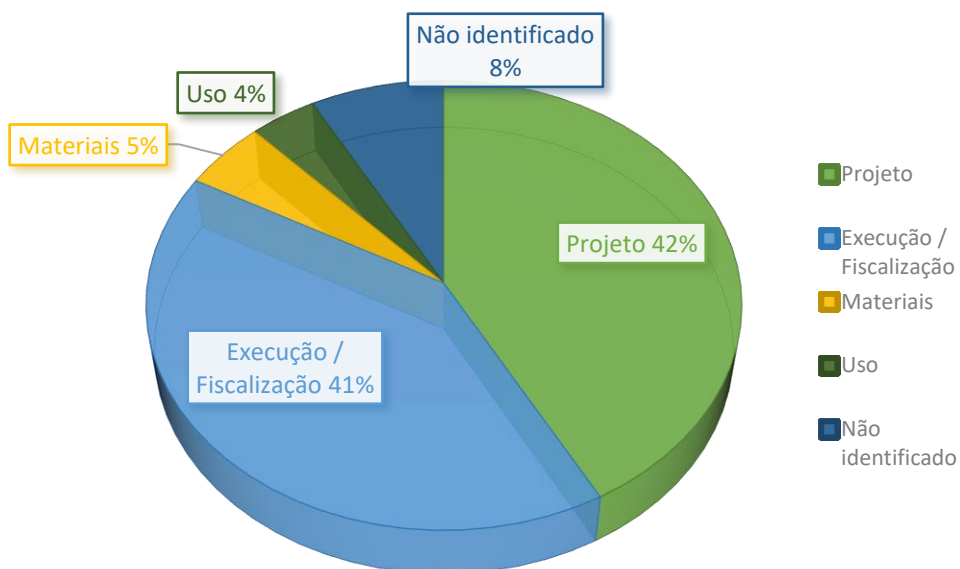
Alguns autores que fizeram estudos e pesquisas na área da Patologia encontraram que as maiores porcentagens das patologias partem de origem de projetos e/ou planejamento, e também na parte da execução/fiscalização, como pode ser visto na Figura 2 e Figura 3 a seguir.

Figura 2 — Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso de obras civis



Fonte: Grunau, 1981 *apud* Helene, 1992 (adaptado)

Figura 3 — Origem das Patologias



Fonte: Antonelli *et al.*, 2002 (adaptado).

2.2.2. Origem na execução e fiscalização

Como visto nas Figuras 2 e 3 citadas acima, a segunda maior origem das manifestações patológicas partem da fase de execução/ fiscalização. Para Cremonini (1988), os responsáveis pela parte de execução devem se atentar ao controle de mão de obra e a qualidade com que está sendo feito o serviço. É necessário, então, que haja, por parte dos engenheiros responsáveis, a fiscalização do serviço. Contudo, é importante ficar em alerta quanto à produtividade, pois uma possível tentativa de aumento não pode impactar de forma negativa na qualidade.

Em relação ao controle de qualidade dos materiais também, cabe aos responsáveis de execução, a conferência de suas especificações, e, caso seja necessário, utilizar materiais não especificados em projeto, é de extrema importância comunicar o projetista (CREMONINI, 1988).

De acordo com Ripper e Souza (1998) na etapa de execução e fiscalização são várias as situações com potencial para gerar manifestações patológicas. Nesse sentido, as poucas condições no ambiente de trabalho diminuem os cuidados e a motivação, a falta de profissionalização dos cargos de menor qualificação, a ausência de fiscalização e o controle de qualidade são fatores que ajudam no desenvolvimento de patologias neste momento da construção.

Muitas vezes ocorre também o descaso dos responsáveis técnicos e, em algumas situações podem existir também sabotagens, o que são fatores, que juntamente aos demais, influenciam no aparecimento de patologias (RIPPER E SOUZA, 1998).

2.2.3. Mão de obra ineficiente

De acordo com a pesquisa feita pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) junto a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) no ano de 2011, 61% das empresas que sofrem com problemas de qualificação de mão de obra tem ciência que esse fator reflete na capacidade de reduzir desperdícios (CNI, 2011).

O estudo revela que 56% das empresas têm como principal dificuldade para qualificação da sua mão de obra a elevada troca de trabalhadores, impossibilitando que a empresa os capacite. A qualificação no canteiro de obras foi a solução adotada por 64% das empresas que tiveram dificuldade de encontrar mão de obra qualificada (CNI, 2011).

Para Schmidt (2011) não é uma tradição no Brasil ofertar cursos para as várias profissões da construção civil, inclusive não são exigidos cursos para contratação das pessoas que trabalham nessa área. Dessa forma mesmo que algumas instituições tenham cursos que profissionalizem, grande parte dos trabalhadores acabam aprendendo na obra, ao executar os serviços.

A oscilação no mercado imobiliário, bem como a rotatividade de pessoas na construção civil brasileira, aliada a falta de tradição na profissionalização do trabalhador da construção civil são fatores apontados por Schmidt (2011) para que não haja grandes números de instituições que ofereça cursos para formação dos trabalhadores da área da construção civil.

O Estadão realizou uma pesquisa feita com 2419 pessoas em 177 municípios do Brasil pelo Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil no ano de 2015, a pesquisa apontou que 54% dos entrevistados já realizaram alguma construção ou reforma e, 46% nunca construiu ou reformou (ESTADÃO, 2015).

Das pessoas que já realizaram algum tipo de construção ou reforma, 85,4 % não procuraram nenhum especialista como Engenheiro ou Arquiteto e Urbanista para execução dos serviços, sendo então apenas 14,6% a porcentagem de pessoas que procuraram algum desses profissionais Brasil (ESTADÃO, 2015).

Os principais motivos apontados pelos entrevistados para realização de obras ou reformas diretamente com mestres de obra ou pedreiros, ao invés de Engenheiros ou Arquitetos e urbanistas foram a situação financeira, uma outra razão para procura de profissionais como mestres de obras ou pedreiros, é a acessibilidade que acontece por meio de indicações, ou até mesmo por não conhecerem outros meios. Cerca de 89,5% dos entrevistados na Região Centro-Oeste não utilizaram Engenheiros ou Arquitetos e Urbanistas Brasil (ESTADÃO, 2015).

2.2.4. Origem nos materiais

As características dos materiais são um dos requisitos mais importantes, visto que um material mal especificado, utilizado indevidamente, ou que não tenha controle de qualidade pode acarretar em várias patologias.

É imprescindível que o controle tecnológico dos materiais e componentes do concreto estejam de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), mais especificamente ABNT NBR 12654 (ABNT, 1992) - Controle Tecnológico de

Materiais e componentes do concreto, levando em consideração que grande parte das construções no Brasil são feitas de concreto.

Algumas situações no uso dos materiais que podem gerar manifestações patológicas são, por exemplo, cimentos com alto teor de Aluminato tricálcico, cimentos que podem ter em sua composição grande quantidade de álcalis podendo reagir com os agregados, pode ocorrer também o uso de agregados com componentes agressivos ao aço, como cloretos e sulfatos (MOLIN, 1988).

A finura do cimento é também um fator a ser considerado e pode ocasionar reações, caso sua finura seja elevada, agregados com transmissão térmica baixa, e cimentos em que a sua reação de hidratação tenha elevador calor (MOLIN, 1988).

Segundo Silva (2011), a composição da água na produção do concreto tem fundamental relevância, considerando que é um dos principais componentes na fabricação do concreto, dessa forma, torna-se necessário analisá-la quimicamente, para ter informações como teor do Potencial Hidrogeniônico (PH). Outro fato a se verificar é se em sua composição há presença de sulfatos, cloretos ou álcalis.

Os aditivos utilizados nos concretos também podem ser causadores de patologias se em sua fórmula estiver presente o cloreto. Logo, é preciso que antes do uso de aditivos seja verificado se há a presença deste elemento químico em sua composição (SILVA, 2011).

2.2.5. Origem no uso

Após a finalização da obra, chega a fase de uso da edificação, que é o momento em que o edifício será utilizado para fins comerciais ou residenciais. Molin (1988) descreve que as edificações são projetadas para determinados fins e usos de acordo com que é levantado no momento de concepção do empreendimento, assim, o projetista trabalhará conforme as necessidades do local.

Diante disso, mesmo que todo o projeto seja dimensionado e executado da maneira correta, se o seu uso fugir das características para o qual foi dimensionado, irão surgir patologias nas edificações, como quando há sobrepeso de uma biblioteca atuante em uma laje que foi dimensionada para suportar dormitórios, sendo assim não foi dimensionada para suportar a carga dos armários e livros (MOLIN, 1988).

De forma até um pouco contraditória, muitas vezes, um dos principais interessados para que a edificação tenha um bom desempenho acaba causando

situações que podem degradar o edifício, às vezes por falta de cuidado, às vezes por ignorância (RIPPER E SOUZA, 1998).

A estrutura da construção deve funcionar como uma ferramenta que sempre é usada constantemente, logo, é necessário que seja feita de forma periódica a manutenção, pois a falta de manutenção pode ocasionar grandes catástrofes levando a ruína da obra (RIPPER E SOUZA, 1998).

Contudo, podem ser evitadas, por exemplo, quando se efetua a adequada limpeza e impermeabilização de uma laje de cobertura, pois a não execução desta prática pode ocasionar infiltrações que potencialmente iram deteriorar a armadura daquela cobertura suceder um possível desabamento (RIPPER E SOUZA, 1998).

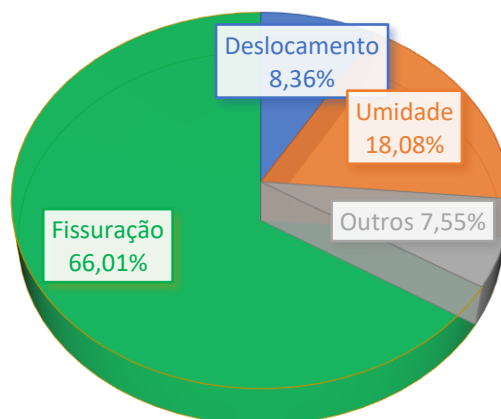
O usuário também deve ser avisado sobre quais as limitações da estrutura, para que não ocorra situações que possam trazer transtornos a ele e a outros moradores, como edifícios em alvenaria estrutural, que deve ser alertado sobre quais são as paredes portantes da edificação para que não seja feito modificações sem a consulta prévia do corpo técnico responsável do edifício (RIPPER E SOUZA, 1998).

2.2.6. Sintomas, e causas

Nas edificações podem ocorrer diversos tipos de sintomas e degradações, entretanto, existem estudos que mostram quais as principais ocorrências patológicas.

Na Figura 4, por exemplo, de acordo com Molin (1988) em uma pesquisa feita no estado do Rio Grande do Sul, em relação as manifestações típicas, o maior número de incidência patológica foi relacionado a fissuração com 66,01%, sendo que a maior parte das fissuras ocorreram em alvenarias, e o segundo maior número de casos de incidência foi devido umidade com 18,08%, que gerou maior parte das infiltrações por meio de fissuras.

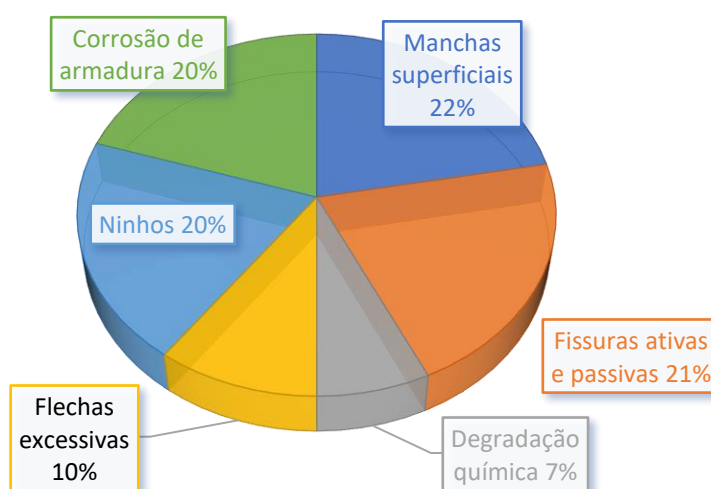
Figura 4 — Incidência relativa dos diferentes tipos de manifestações patológicas



Fonte: Molin, 1988 (adaptado).

Ainda sobre as principais manifestações patológicas os defeitos e lesões mais incidentes em estrutura de concreto armado são as manchas superficiais, fissuras ativas e passivas, corrosão da armadura, ninhos, flechas excessivas e degradação química respectivamente. Porém, vale ressaltar o grau de gravidade dessas lesões, considerando o desempenho estrutural e o custo em relação ao reparo, a corrosão de uma armadura ou uma fissura de flexão se torna muito mais relevante levando em conta os parâmetros citados (HELENE, 1992).

Figura 5 — Distribuição relativa da incidência de manifestações patológicas em estruturas de concreto aparente



Fonte: Helene, 1992 (adaptado)

Como pode-se notar de acordo as Figuras 4 e 5, as fissuras são uma das principais causas das patologias em edificações e, podem ser presenciadas tanto nos

componentes estruturais em concreto, como os pilares, lajes e vigas, quanto nos elementos de vedação como as alvenarias, e pode ocorrer também nos revestimentos externos e internos.

2.2.7. Fissuras e trincas

De acordo com a ABNT NBR 9575 (ABNT,2003), microfissuras são aberturas não superiores a 0,05 milímetros, enquanto fissuras são aberturas com espessuras inferiores ou iguais a 0,5 milímetros. Já as trincas têm aberturas superiores a 0,5 milímetros e inferiores a 1,0 milímetros.

Existem dois tipos de fissuras, as que ainda não se estabilizaram e ainda se movimentam denominadas vivas, e as denominadas “mortas” que já não mais se movimentam (BAUER, 2000).

2.2.7.1. Principais causas

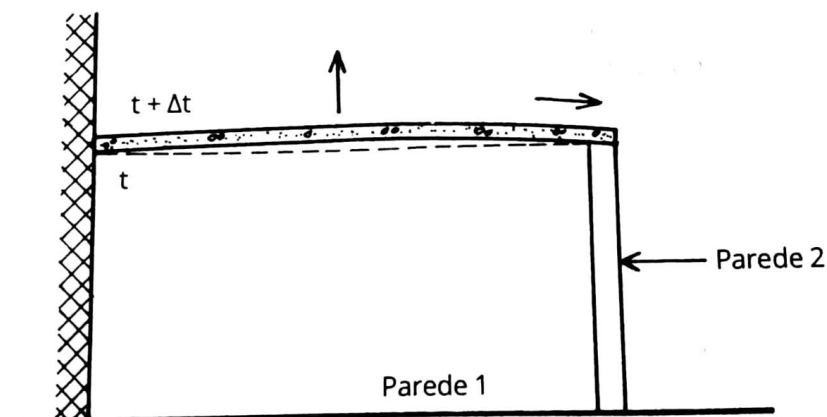
a) Movimentações térmicas:

Através da variação de temperatura os componentes da edificação estão constantemente sujeitos a fenômenos como dilatação e contração. Dessa maneira, devido às restrições das ligações entre os diversos elementos e componentes da estrutura como um todo, isso pode gerar tensões levando ao aparecimento de fissuras nos materiais (THOMAZ, 2020).

É de suma importância entender que não é apenas a intensidade da deformação ocasionada pela mudança térmica que causa as fissuras, mas também a velocidade com que ocorrer a variação térmica, caso aconteça de forma muito rápida os átomos do material podem não conseguir se reorganizarem internamente (THOMAZ, 2020).

“A dilatação plana das lajes e o abaulamento provocado pelo gradiente de temperatura ao longo de suas alturas introduzem tensões de tração e de cisalhamento nas paredes das edificações” (PFEFFERMANN *et al.*, 1967; PFEFFERMANN,1968; SAHLIN 1971; LATTA 1976; CHAND, 1979; *apud* THOMAZ, 2020). Um exemplo do efeito citado é apresentado na Figura 6 a seguir.

Figura 6 — Movimentação que ocorrem numa laje de cobertura insolada, sob ação da elevação da temperatura

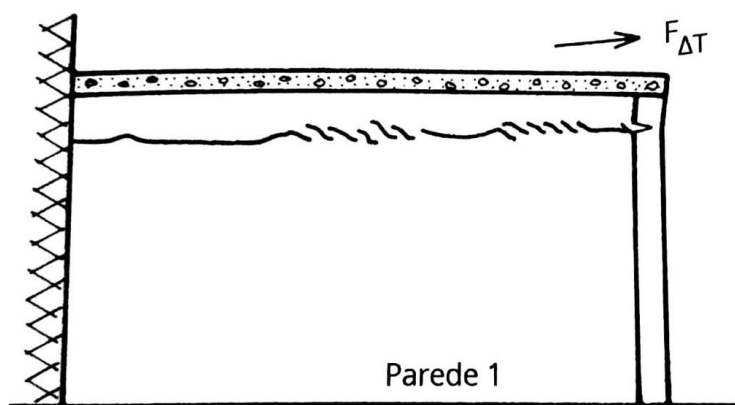


Fonte: Thomaz, 2020

A disposição das fissuras no topo das paredes está representada através das Figuras 7,8,9,10, e 11 apresentadas respectivamente a seguir. Na figura 7 e 8 tem-se uma fissura resultante do esforço de tração devido a movimentação térmica, porém na Figura 8 a parede fissurada está paralela a largura da laje.

Em seguida tem-se a Figura 9 que apresenta uma fissura inclinada devido a dilatação da laje de cobertura. A próxima imagem, representada pela Figura 10 mostra fissura regular devido o abaulamento da laje, já na Figura 11 é indicada uma fissura também no topo na parede, entretanto que se apresenta de forma irregular.

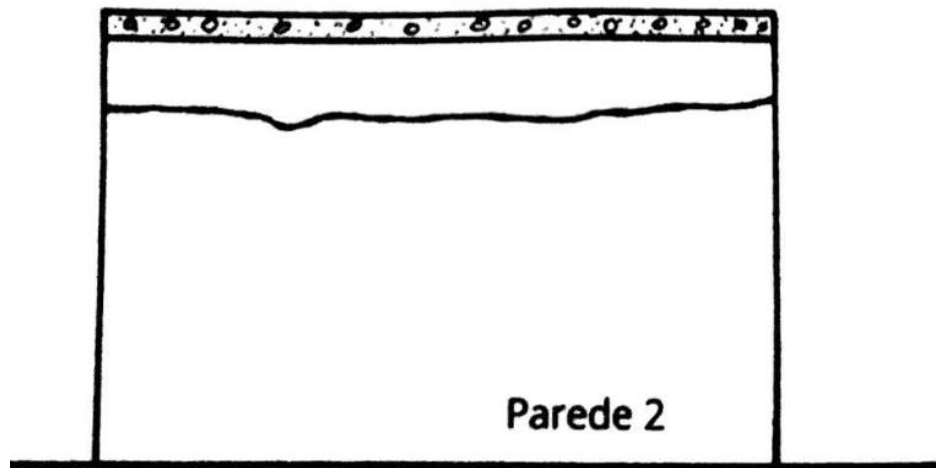
Figura 7—Trinca típica presente no topo da parede paralela ao comprimento da laje



Fonte: Thomaz, 2020

Na Figura 7 pode-se notar que as fissuras que se apresentam perpendicularmente com a resultante da tração mostram a direção de como ocorre a movimentação térmica. Nesse caso o sentido é da esquerda para direita (THOMAZ, 2020).

Figura 8 —Trinca típica presente no topo da parede paralela a largura da laje



Fonte: Thomaz, 2020

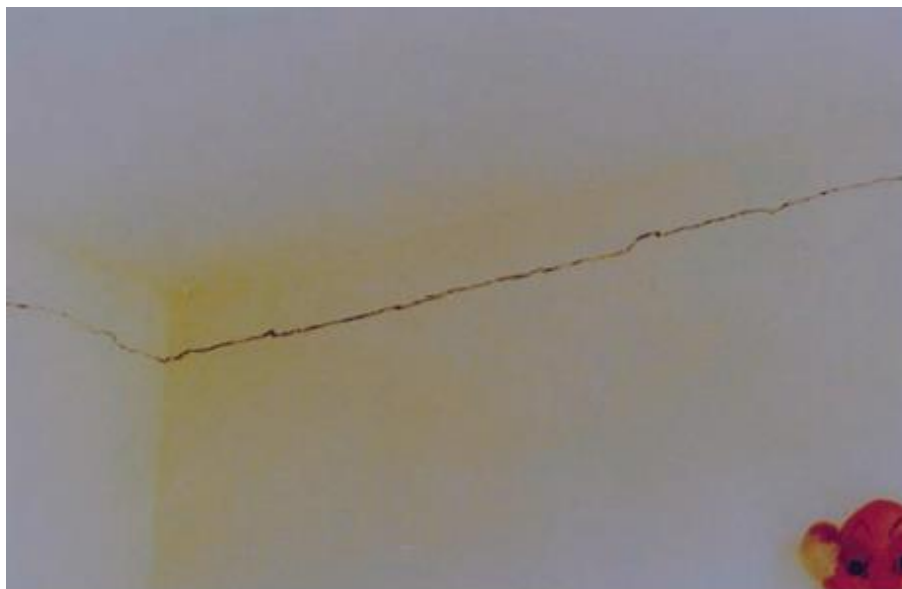
Já na Figura 8 a trinca apresentada devido os esforços de tração se mostra com traçado bastante definido na parte interna da parede (THOMAZ, 2020).

Figura 9 — Parede com fissuras inclinadas, em forma de “escama”, evidenciando a dilatação térmica da laje de cobertura)



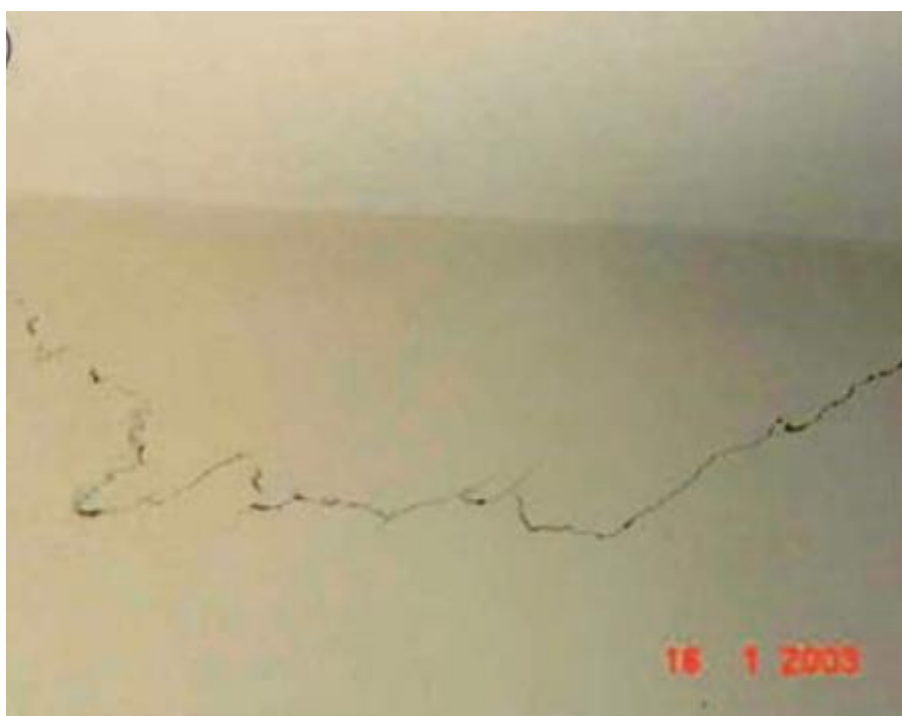
Fonte: Thomaz, 2020

Figura 10 — Fissura com abertura regular no topo da parede, resultante do abaulamento e da dilatação plana da laje de cobertura



Fonte: Thomaz, 2020

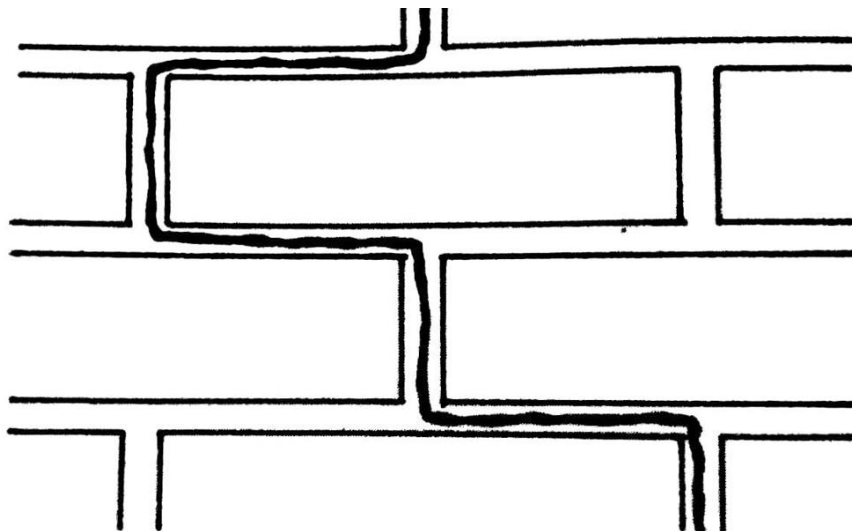
Figura 11 — Fissura na alvenaria com desenvolvimento bastante irregular



Fonte: Thomaz, 2020

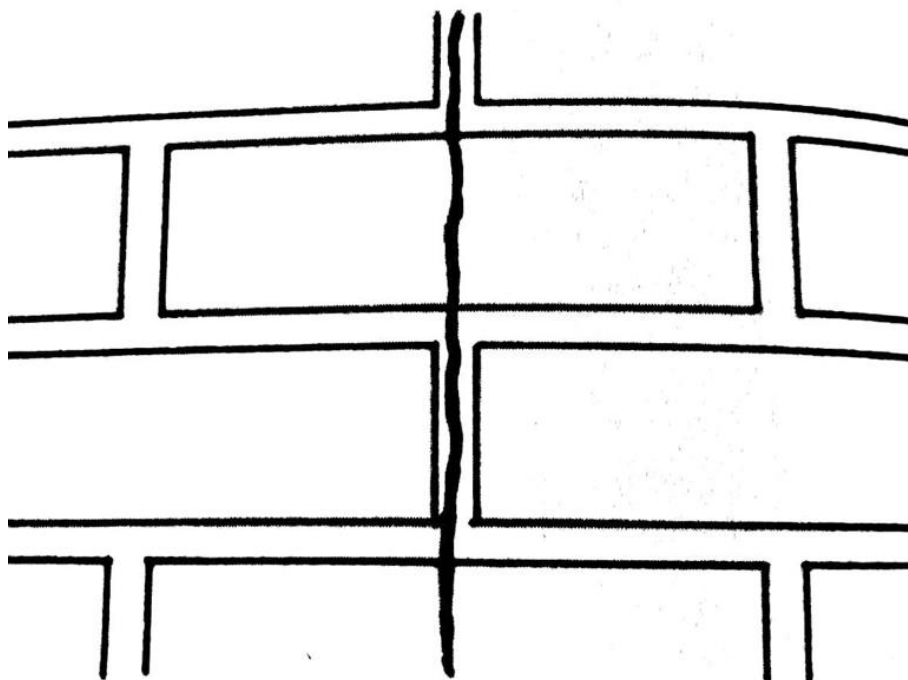
Nos muros também podem ocorrer fissuras devido a movimentações térmicas e, em sua maioria, as fissuras apresentam-se se iniciando da base ao topo do muro, devido a limitação da fundação, sendo configuradas de duas formas acompanhando o contorno da argamassa representada na Figura 12 de assentamento ou passando pelos blocos de alvenaria podendo ser visualizada na Figura 13 (THOMAZ, 2020).

Figura 12 — Trinca vertical: a resistência à tração dos componentes de alvenaria é superior à resistência à tração da argamassa ou à tensão de aderência argamassa/blocos



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 13 — Trinca vertical: a resistência à tração dos componentes de alvenaria é igual ou inferior à resistência à tração da argamassa



Fonte: Thomaz, 2020

b) Movimentação higroscópica:

As fissuras causadas pelas movimentações higroscópicas ocorrem devido a alteração das dimensões dos materiais porosos geradas pela variação de umidade. Quando há um aumento de umidade os materiais tendem a se dilatar, ocorre o oposto

quando se tem a redução no teor de umidade ocasionando numa contração dos materiais. Esses fenômenos, aliados a possíveis restrições que impeçam a movimentação dos componentes, são os geradores das fissuras (THOMAZ,2020).

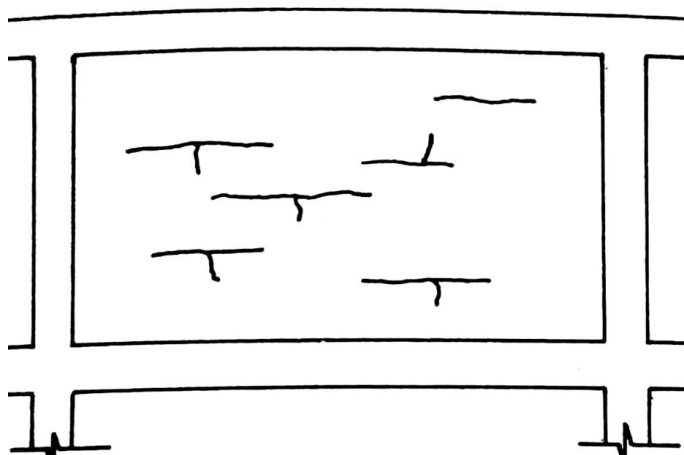
Para Thomaz (2020), a umidade pode chegar aos materiais por diferentes tipos de meios, exemplificando, alguns materiais saem da linha de produção com quantidade de água superior a necessária, para que ocorra as reações de hidratação, porém essa quantidade acima do necessário permanece no livre, e quando ocorre a sua evaporação em seguida tem-se o fenômeno de contração.

Verifica-se, também, que a água adicionada na obra, na execução de algumas atividades, como assentamento do revestimento, tem-se a prática de molhar a alvenaria para que ela não consuma de forma rápida toda água presente na argamassa. Entretanto, quando essa água ultrapassa o teor máximo de umidade higroscópica de equilíbrio, ela faz com que o material se expanda e após a evaporação da água se contraia (THOMAZ, 2020).

Ainda segundo Thomaz (2020), uma outra possibilidade do contato dos materiais com a umidade é através da umidade presente no ar e em situações naturais, como chuvas. O contato com os solos também pode gerar problemas através do fenômeno de capilaridade levando a água presente nos solos aos materiais e componentes.

Disposição das fissuras e trincas ocasionadas pela movimentação higroscópica podem ser vistas nas Figuras 14,15,16 e 17. A Figura 14 mostra fissuras ocasionadas devido a expansão dos tijolos na direção horizontal.

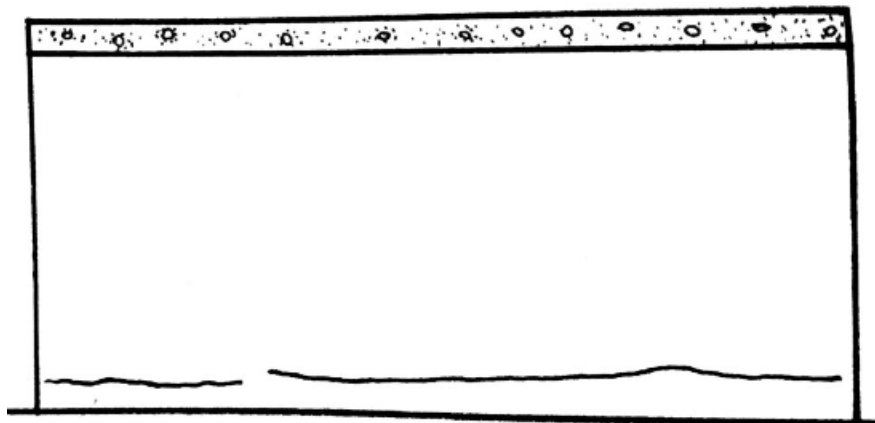
Figura 14 — Trincas horizontais na alvenaria provenientes da expansão dos tijolos: o painel é solicitado à compressão na direção horizontal



Fonte: Stubbs e Putterill 1972, *apud* Thomaz, 2020

As trincas horizontais na base da parede ocorrem devido a diferença de movimentação higroscópica entre as primeiras fiadas de tijolos e as demais como pode ser visto na Figura 15. As fiadas da base tem mais contato com a umidade enquanto as demais estão sujeitas a insolação constantemente, fazendo com que haja evaporação da água, as trincas na base são frequentemente acompanhadas de eflorescência, ajudando no diagnóstico (THOMAZ,2020).

Figura 15 — Trica horizontal na base da alvenaria por efeito de umidade do solo



Fonte: Thomaz, 2020

Nos beirais podem ocorrer também a fissuração e destacamento da argamassa devido a expansão causada pela movimentação higroscópica, como exemplificada na Figura 16, pode ocorrer também fissuras na argamassa próximo ao peitoril onde a água o intercepta e escoar lateralmente, apresentada na Figura 17 (THOMAZ, 2020).

Figura 16 — Destacamento da argamassa no topo da laje/beiral, causado por expansão higroscópica da argamassa



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 17 — Fissuração da argamassa de revestimento provocada pelo fluxo de água interceptado no peitoril da janela e que escorreu lateralmente a ele



Fonte: Thomaz, 2020

c) Sobrecargas:

Ripper e Souza (1992) explicam que, mesmo que um projeto estrutural esteja

calculado de forma totalmente correta atendendo as normas de desempenho e segurança, podem ocorrer sobrecargas excessivas ocasionadas pelo mal uso.

Assim também, como afirma Thomaz (2020), não são esporádicas as vezes em que um componente não estrutural está submetido a sobrecargas, tanto pela deformação da estrutura que era responsável por resistir, quanto pelo mal uso da edificação. Acrescenta ainda que, na elaboração do projeto estrutural, existem sobrecargas que podem ser previstas, porém existem aquelas que não são antecipadas nos projetos. Essas sobrecargas previstas, ou não, podem ocasionar fissuras nos componentes do concreto sem a necessidade de preocupação se a estrutura ainda permanece estável.

Em alguns tipos de elemento estruturais Thomaz (2020) explica que a fissuração faz com que a solicitação externa seja absorvida, por meio das distribuições de tensões ao longo de toda a peça que sofreu fissuração e em seus componentes próximos. Essa linha de pensamento não vale para todas as situações, visto que nem sempre será possível a redistribuição de tensões, devido as características adotadas para o dimensionamento do componente, ou pela amplitude da tensão que será dissipada, e até mesmo pela configuração do tipo de sistema estrutural utilizado.

Complementa ainda que nos casos mais comuns em estruturas de concreto armado é previsto a fissuração nos locais onde ocorrem o esforço de tração no concreto, de modo a diminuir estas fissuras, conseqüentemente trazer um conforto estético maior, e também, em detrimento, a durabilidade e deformabilidade ao longo do tempo na estrutura (THOMAZ, 2020).

Valores exigidos pela ABNT NBR 6118 (ABNT, 2014) relacionados a abertura da fissura e a proteção da armadura:

- Para concreto armado, considerando Classe de agressividade I: Abertura característica da fissura na superfície de concreto $\leq 0,4$ mm.
- Para concreto armado, considerando Classe de agressividade II e III: Abertura característica da fissura na superfície de concreto $\leq 0,3$ mm.
- Para concreto armado, considerando Classe de agressividade IV: Abertura característica da fissura na superfície de concreto $\leq 0,2$ mm.

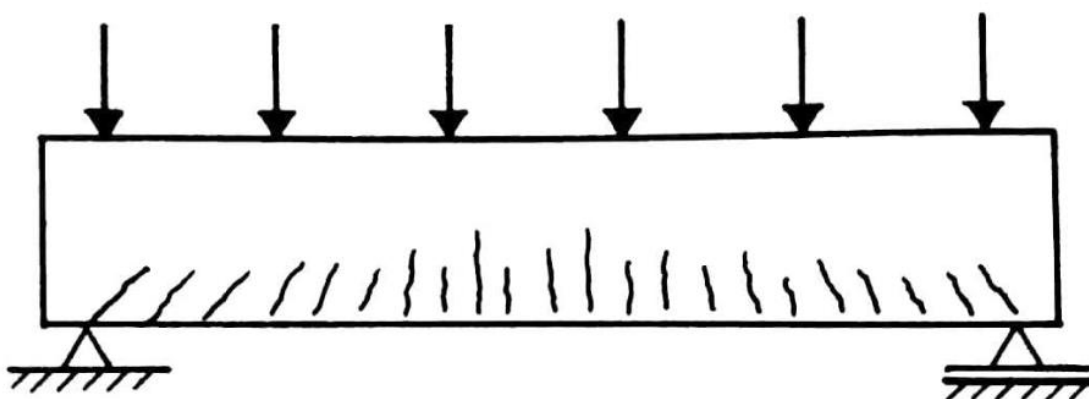
As fissuras causadas nas vigas flexionadas verificam-se perpendicularmente ao caminho dos principais esforços de tração, apresentam angulação aproximada de 45°, em relação a horizontal, e são aproximadamente retas no terço médio no sentido

do vão da viga como mostrado na Figura 18 (THOMAZ, 2020).

As fissuras têm maior abertura na parte inferior da viga, pois é onde vai ocorrer, com maior intensidade, o efeito de tração, em vigas consideradas altas a angulação aproxima-se de 60° . De forma geral, o número de fissuras, seu comprimento e profundidade da fissura vai depender de fatores como características geométricas do elemento estrutural, das características físicas e mecânicas dos materiais que constituem a peça e do momento de solicitação da carga (THOMAZ, 2020).

Configuração das fissuras em componentes de concreto armado:

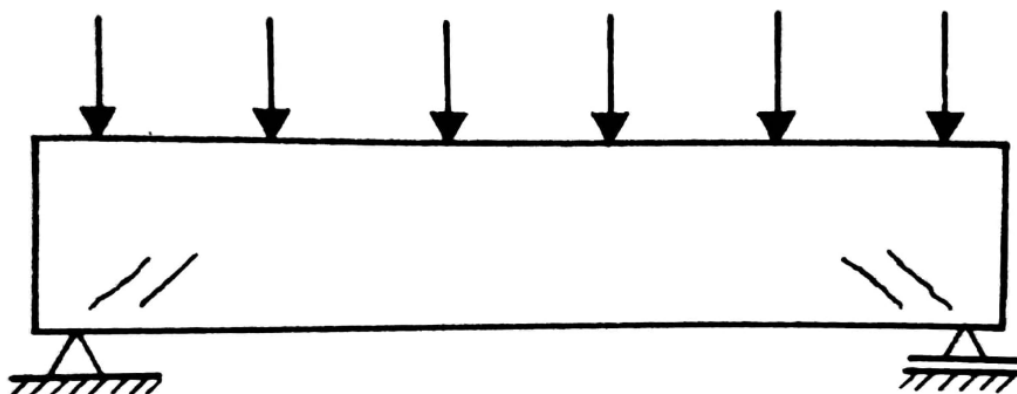
Figura 18 — Fissuração típica em viga subarmada solicitada a flexão



Fonte: Thomaz, 2020

No caso de vigas com armaduras insuficientes ao esforço de cisalhamento, inicialmente apresenta fissuras apenas próximo aos apoios de forma inclinada como mostra a figura 19 (THOMAZ, 2020).

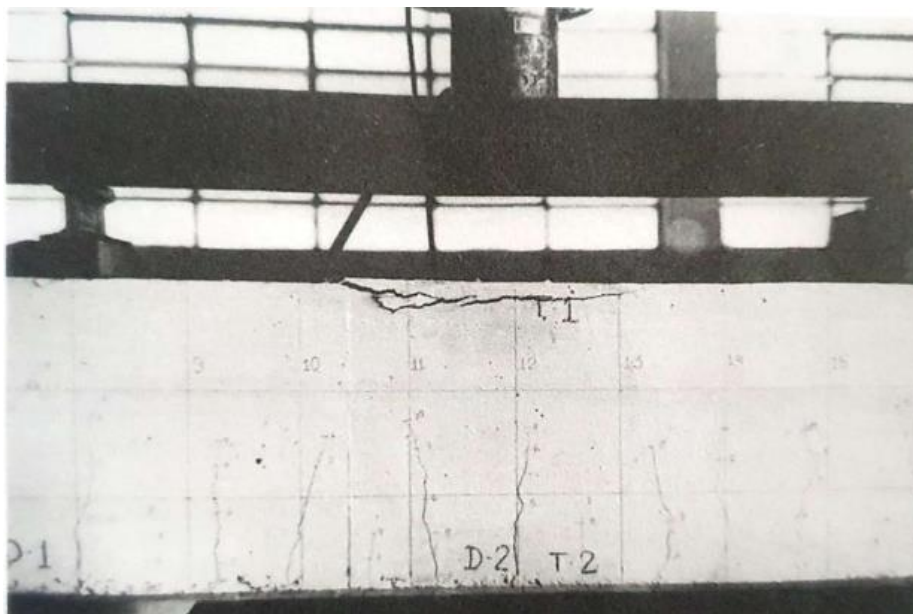
Figura 19 — Fissura de cisalhamento em viga solicitada à flexão



Fonte: Thomaz, 2020

Em vigas superarmadas moldadas com concreto de baixa resistência pode ocorrer trincas na região superior da viga mostrado na Figura 20 onde se ter maior esforço de compressão, caracterizando esmagamento do concreto (THOMAZ, 2020).

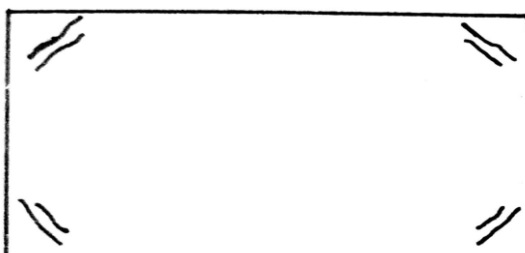
Figura 20 — Ruptura por compressão do concreto de uma viga superarmada solicitada à flexão



Fonte: Thomaz, 2020

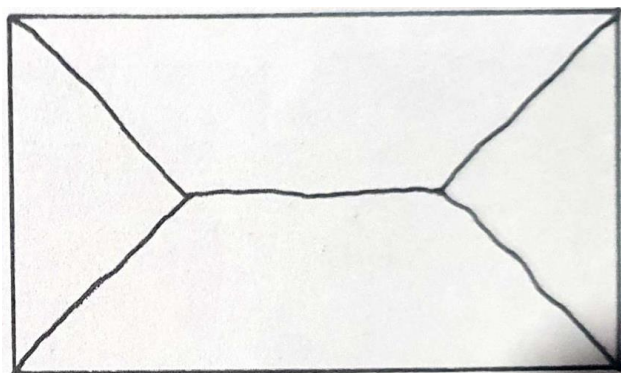
Nas lajes as principais características que irão influenciar, nas configurações das fissuras, segundo Thomaz (2020), são as condições de apoio da laje, se ela está engastada, apoio ou bordo livre, dependendo, também, de suas dimensões e da intensidade das solicitações. A disposição das fissuras em lajes maciças com grandes vãos localiza-se de frente aos cantos das lajes de forma inclinada, como se formasse um triângulo isósceles com os cantos, essa configuração são características de lajes apoiadas, e que são armadas em cruz, com carregamentos distribuídos de maneira uniforme, as características dessas fissuras estão apresentadas nas Figuras 21 e 22.

Figura 21 — Fissuração típica de lajes simplesmente apoiadas, submetidas a carga uniformemente distribuída face superior da laje



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 22 — Fissuração típica de lajes simplesmente apoiadas, submetidas a carga uniformemente distribuída face inferior da laje

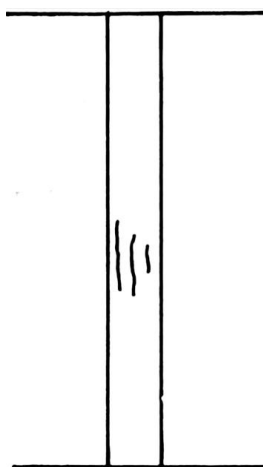


Fonte: Thomaz, 2020

A maioria dos casos de fissura em pilares ocorrem devido as superfícies de cisalhamento geradas pela diferença de deformação do agregado graúdo e da argamassa intersticial, como a argamassa apresenta maiores deformações forma-se, então, as superfícies de cisalhamento, que estão paralelas à direção do esforço de compressão. As fissuras se manifestam de forma vertical, apontando que houve um subdimensionamento na parte dos estribos podendo ser visualizada na Figura 23 (THOMAZ, 2020).

Já as fissuras que se apresentam horizontalmente, ou levemente inclinadas, podem ser devido ao esforço de flexo compressão podendo ser identificadas na Figura 24, ou pode mostrar algo mais preocupante que é a flambagem. As flexo compressões podem ser ocasionadas por desaprumo ou desalinhamentos na parte da execução da montagem da estrutura (THOMAZ, 2020).

Figura 23 — Fissuras verticais no pilar indicando insuficiência de estribos



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 24 — Trincas horizontais a meia altura de painel pré moldado de concreto armado submetido à flexo compressão



Fonte: Thomaz, 2020

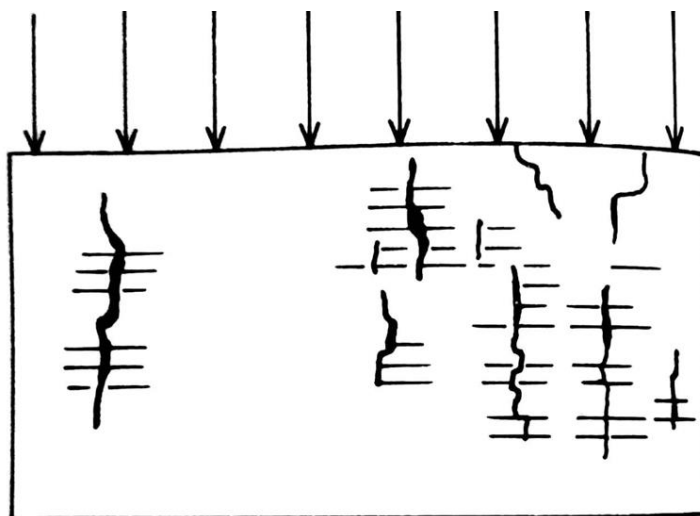
d) Sobrecarga sobre as alvenarias:

Existe uma série de fatores que influenciam na fissuração das paredes submetidas a esforços de compressão, além das características geométricas das alvenarias influenciam também suas resistências mecânicas, tanto da alvenaria quanto da argamassa utilizada para o assentamento dos tijolos o módulo de deformação longitudinal e transversal dos mesmos, como da capacidade de aderência, a capacidade de reter a água, e o grau de porosidade dos componentes dos tijolos. E relação a argamassa tem-se fatores como sua espessura, regularidade e retração e, por fim, tem-se a esbeltez da parede (THOMAZ, 2020).

As configurações mais comuns das fissuras das paredes submetidas a compressão são devido à deformação que acontece nas argamassas de forma

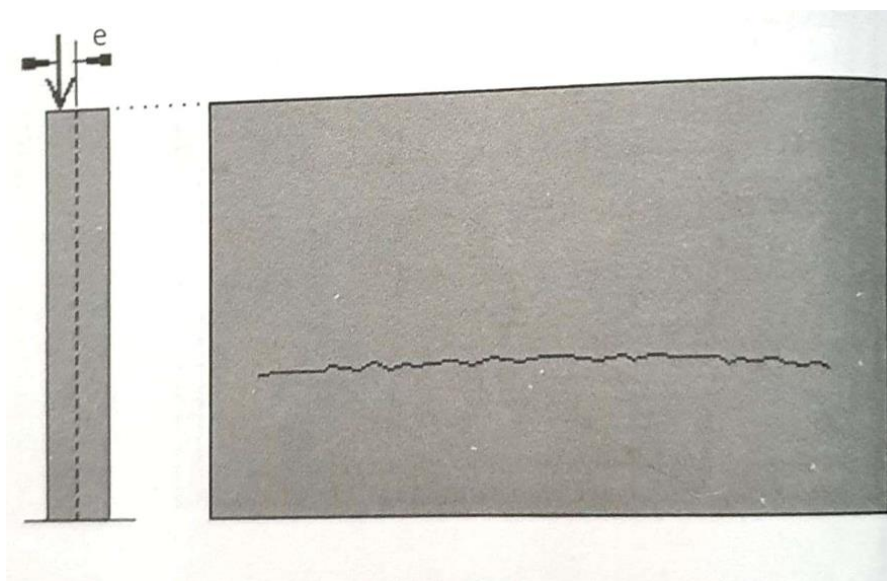
transversal, ou devido à flexão dos componentes dos tijolos causando fissuras verticais apresentada na Figura 25. Existe também uma outra disposição das fissuras, que acontece quando se rompe os componentes da alvenaria ou da argamassa, essa outra configuração pode ocorrer também quando é imposto esforços de flexo compressão, ocasionando nesses últimos dois casos fissuras horizontais como mostra as Figuras 26 e 27 (Instituto Eduardo Tarroja, 1971 *apud*, Thomaz, 2020).

Figura 25 — Fissuração típica da alvenaria causada por sobrecarga vertical



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 26 — Trincas horizontais na alvenaria provenientes de sobrecarga e/ou flexo compressão



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 27 — Alvenaria de blocos cerâmicos estruturais solicitada à compressão



Fonte: Thomaz, 2020

Analisando a figura 27 verifica-se que houve uma deformação transversal da argamassa de assentamento, ocasionando a ruptura e expulsão dos blocos (THOMAZ,2020).

e) Deformabilidade excessiva de estruturas de concreto armado:

O avanço tecnológico, na fabricação do aço e do cimento trouxeram características como maior poder de elasticidade no aço e melhor desempenho nos concretos. Essas melhorias aliadas ao aperfeiçoamento dos métodos de cálculo, deram condições para que as seções dos elementos estruturais fossem reduzidas. Por consequência à análise da deformabilidade das estruturas passou a ser imprescindível, visto que os novos atributos dos materiais que compõem o concreto armado permitiram que a estrutura se tornasse mais flexível (THOMAZ,2020).

As deformações que têm maior ocorrência são as flechas ocasionadas pelos componentes fletidos, muitas vezes as deformações lentas do concreto que ocorrem nas lajes e nas vigas não apresentam perigo a estrutura. Apesar disso, seu limite de deformação, na maioria das vezes, é maior que o limite de deformação dos demais materiais (THOMAZ,2020).

No caso da alvenaria, por exemplo, quando a deformação do concreto ultrapassa o limite de deformação da alvenaria ocorrem as fissuras e trincas como pode ser visto nas Figuras 31 a 41, da mesma forma pode ocorrer também os destacamentos dos revestimentos internos devido estes não acompanharem a

deformação dos elementos estruturais como mostrado nas Figuras 42 e 43 (THOMAZ, 2020).

Cardoso e Oliveira (2018), afirmam que o efeito da deformação lenta não é considerado por parte das empresas que fornecem concreto. Sendo assim, o concreto é dosado sem levar em conta este efeito, isso implica que as estruturas por vezes geram esforços que não são suportados pelas alvenarias.

As deformações do concreto podem ser estabelecidas de acordo com a ABNT NBR 6118 (ABNT, 2014), como sendo a somatória da deformação imediata junto à deformação por fluência e deformação por retração. A deformação por fluência é dividida em duas partes seguindo a norma, uma rápida e outra lenta, “a deformação rápida é irreversível e ocorre nas primeiras 24 horas após a aplicação da carga que a originou” (ABNT, 2014). Enquanto a deformação lenta é formada pela deformação lenta reversível e irreversível (ABNT, 2014).

Muitas instituições já fizeram pesquisas sobre a deformação lenta do concreto, levando em conta, várias condições, sendo elas: deformação elástica para concretos de diferentes dosagens, influência da umidade relativa do ar, influência da idade de colocação em serviço da estrutura como apontam os estudos do Building Research (BRS, 1970 *apud* THOMAZ, 2020).

Figura 28 — Relação entre deformação lenta e deformação elástica para concretos de diferentes dosagens

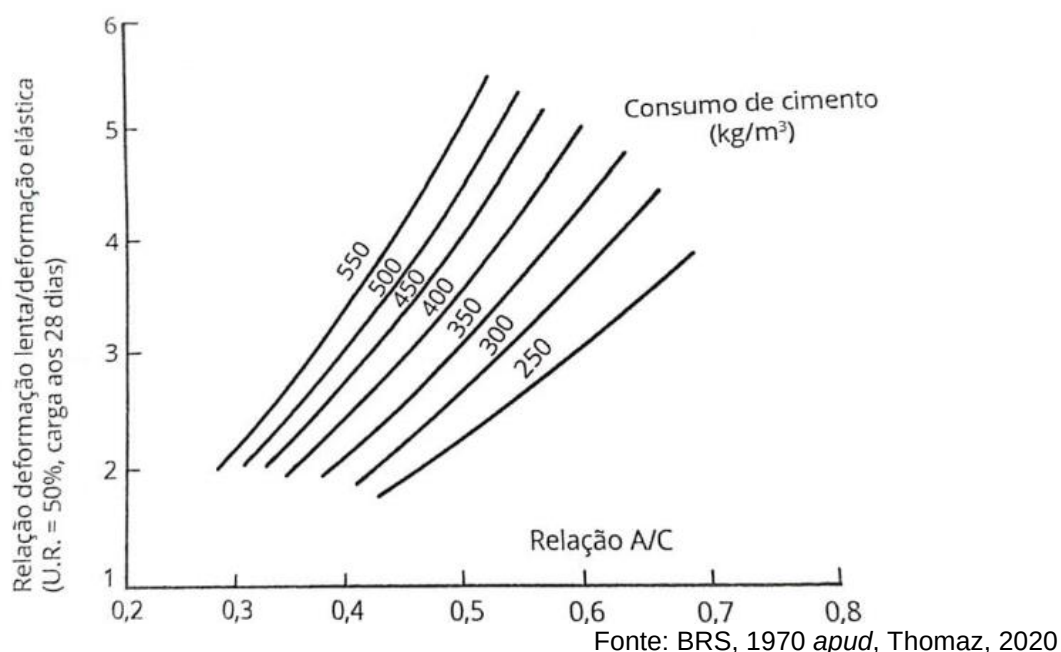
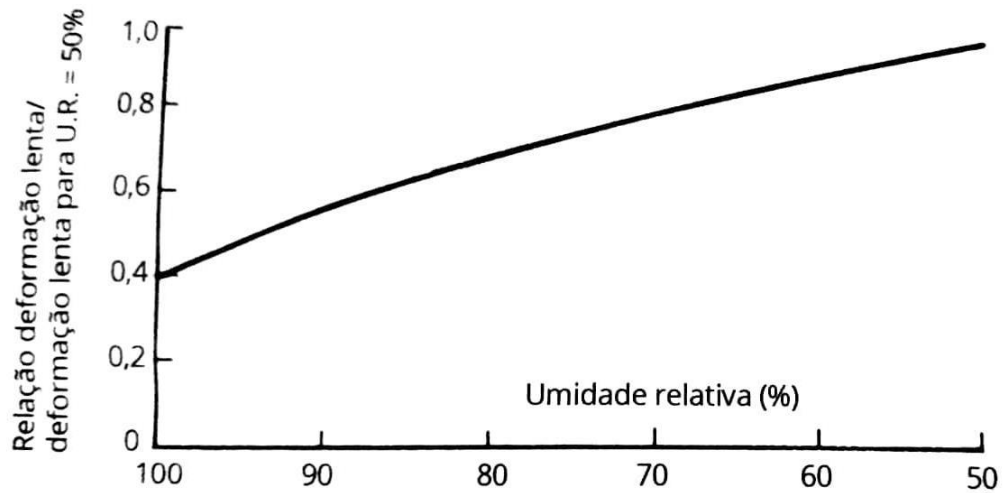
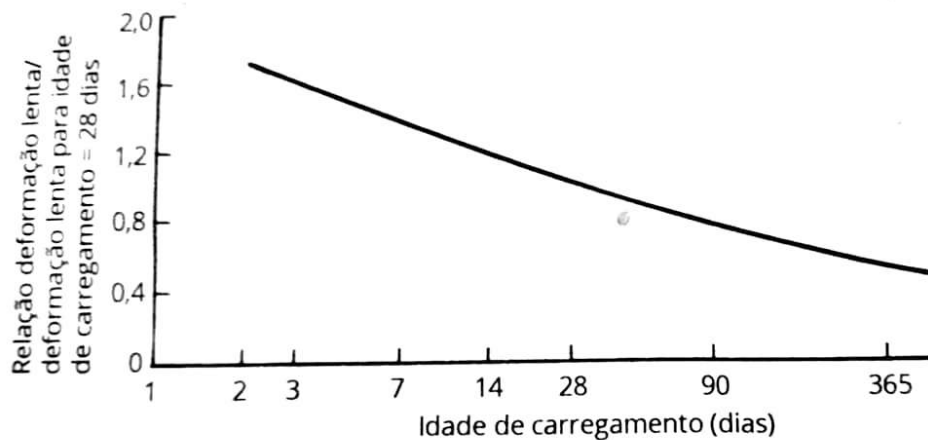


Figura 29 — Influência da umidade relativa do ar na deformação lenta do concreto



Fonte: BRS, 1970 *apud*, Thomaz, 2020

Figura 30 — Influência da idade de colocação em serviço da estrutura na deformação lenta do concreto



Fonte: BRS, 1970 *apud*, THOMAZ, 2020

É importante saber que a variação da flecha, no decorrer do tempo, está relacionada à retração do concreto e deformação lenta. Esta última, por sua vez, pode ser ocasionada devido fatores como: natureza grau de intensidade das cargas aplicadas, existência ou ausência de armadura na área de compressão da peça, fatores climáticos como temperatura e umidade, relação água cimento que irá influenciar na retração da peça, e deformações entre massa de cimento e os agregados (THOMAZ, 2020).

Estudos Realizado por Pfeiffermann (1969 *apud*, Thomaz, 2020) e Pfeiffermann e Patigny (1975 *apud*, Thomaz, 2020) já tinham obtido fissuras em alvenaria sobre

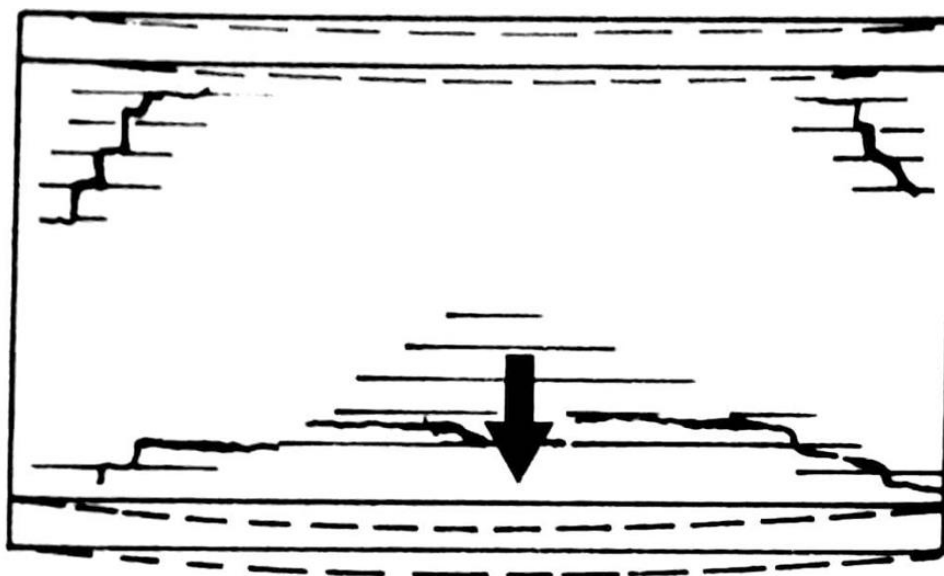
vigas que tiveram flecha de 6,54 milímetros, sendo então 1/1150, visto que as dimensões analisadas da parede eram de 7,5 metros de comprimento e 2,5 metros de altura, os pesquisadores chegaram ainda notar fissura em alvenarias com flechas da ordem de 1/1500.

“As prescrições belgas, bastantes severas, recomendam que a flecha relativa instantânea de lajes sobre as quais se apoiam paredes não ultrapasse 1/2500” (THOMAZ, 2020).

Fica bastante clara a diferença entre os estudos citados acima e os valores encontrados pela ABNT NBR 6118 (ABNT,2014), na tabela 13.3 da norma, a permissão das deformações na norma brasileira são bem maiores que as citadas pelos outros autores.

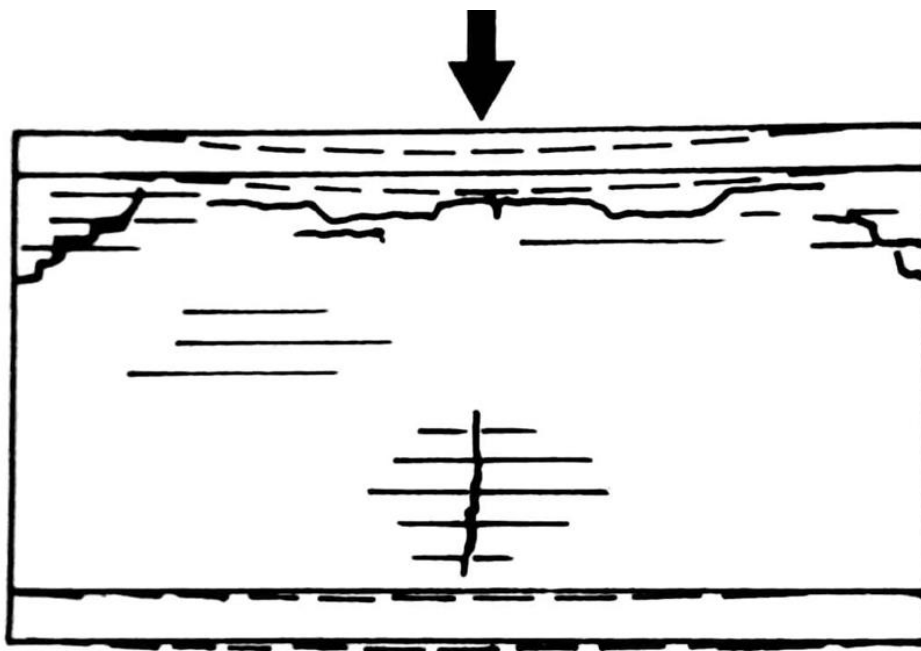
Principais configuração das fissuras devido a deformação excessiva do concreto armado:

Figura 31 —Trinca em parede de vedação: deformação do suporte maior que a deformação da viga superior



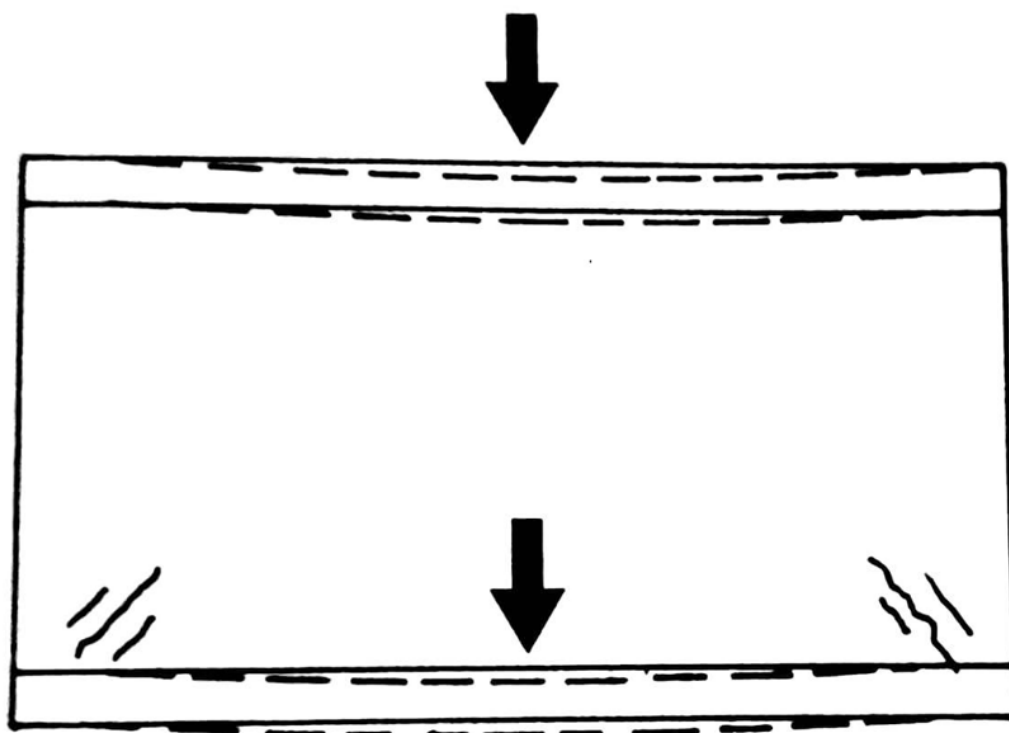
Fonte: Thomaz, 2020

Figura 32 — Trincas em parede de vedação: deformação da viga superior maior que a deformação do suporte



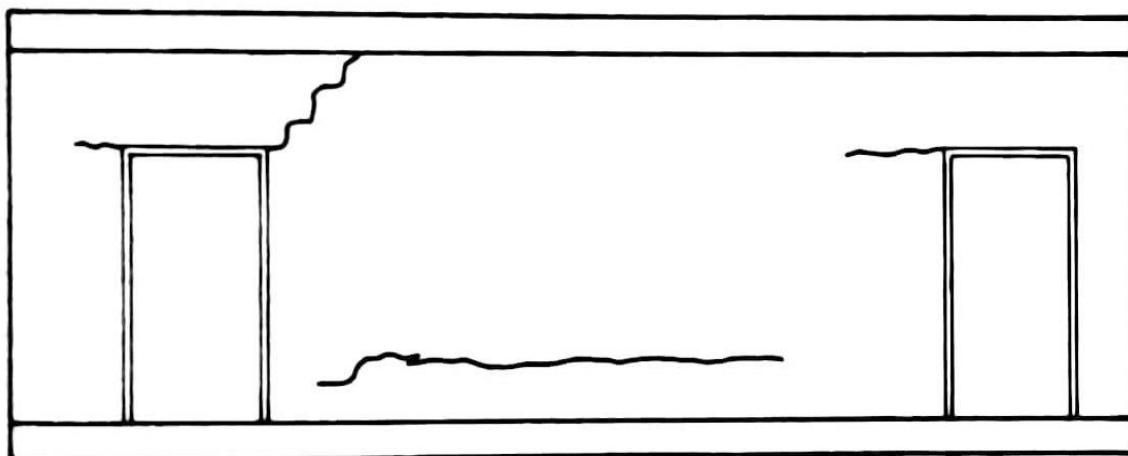
Fonte: Thomaz, 2020

Figura 33 — Trincas em parede de vedação: deformação do suporte idêntica à deformação da viga superior



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 34 — Trincas em parede com aberturas, causas pela deformação dos componentes estruturais



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 35 — Fissuras em alvenarias do pavimento térreo decorrentes de flechas em vigas baldrame



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 36 — Fissuras em alvenaria do pavimento térreo decorrentes de flecha na viga de fundação



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 37 — Fissuras em alvenarias apoiadas sobre lajes de concreto armado



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 38 — Fissuras de flexão em alvenaria apoiada sobre viga de concreto armado



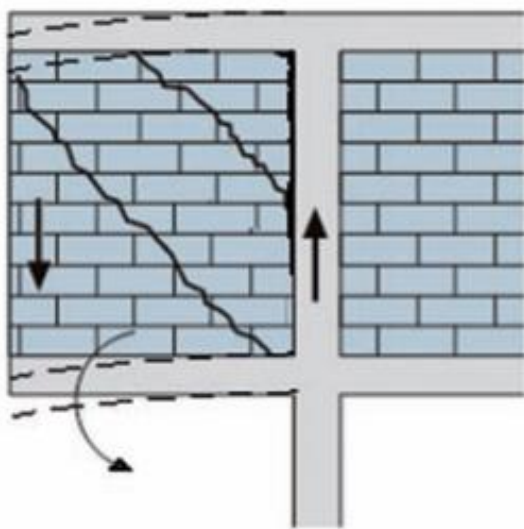
Fonte: Thomaz, 2020

Figura 39 — Fissuras de flexão em alvenarias apoiadas sobre vigas de concreto armado e com a presença de aberturas



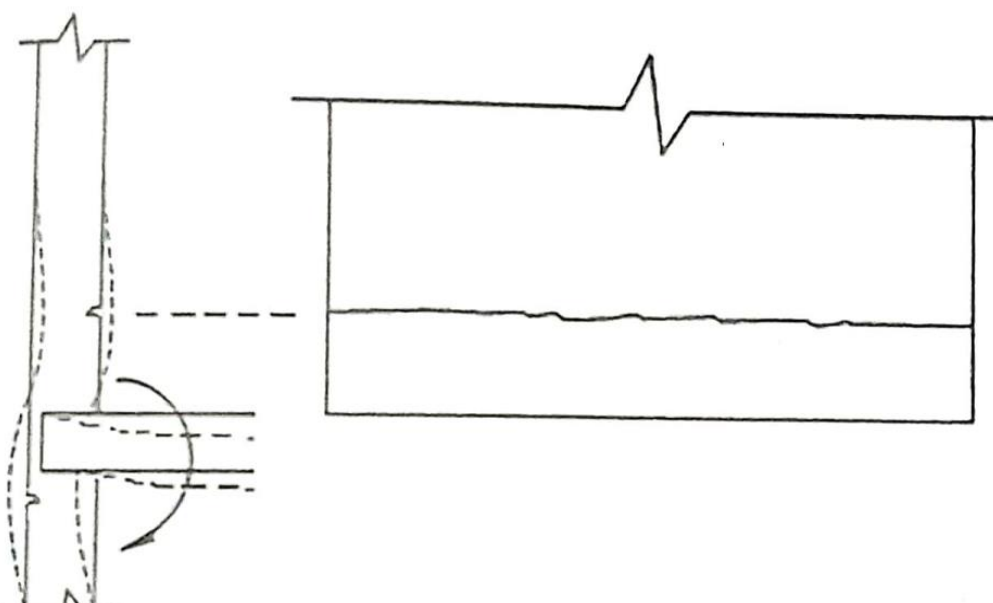
Fonte: Thomaz, 2020

Figura 40 — Trincas na alvenaria provocadas por flexão da região em balanço da viga



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 41 — Trinca horizontal na base da parede provocada pela deformação excessiva da laje



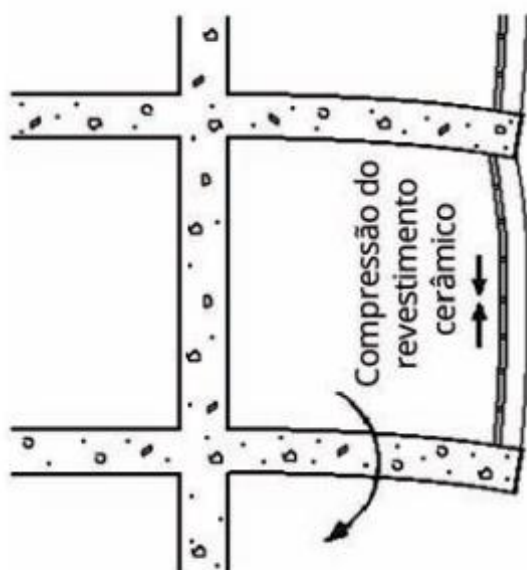
Fonte: Thomaz, 2020

Figura 42 — Destacamento de piso cerâmico devido à excessiva deformação da laje



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 43 — Compressão da alvenaria, arqueamento e expulsão do revestimento cerâmico em parede apoiada na extremidade de balanço viga



Fonte: Thomaz, 2020

f) Recalques de fundação:

Com passar dos anos, as edificações foram ficando cada vez mais robustas e imponentes, porém houve um tempo em que as edificações tinham cargas entre 2000 toneladas força (tf) a 3000tf, nesse sentido o critério utilizado para o dimensionamento das fundações era pela ruptura do solo. Atualmente as edificações conseguem atingir

20000 tf a 30000 tf, ou seja, dez vezes maior do que se atingia anteriormente, visto isso observou-se necessária uma mudança na forma que se calcula as fundações (THOMAZ, 2020).

Mello e Teixeira (1963) definem capacidade de carga como sendo a tensão exercida em um solo através de uma placa carregada, sendo capaz de romper o solo solicitado. Quando se consegue chegar nessa tensão ocorrem recalques constantes da placa, sem que aconteça acréscimo de tensão aplicada.

As deformações e capacidade de carga dos solos dependem de alguns fatores, como: “tipo de estado de solo, disposição do lençol freático, intensidade da carga, dimensões e formato da placa carregada, interferência de fundações vizinhas” (MELLO; TEIXEIRA, 1971, *apud* THOMAZ, 2020).

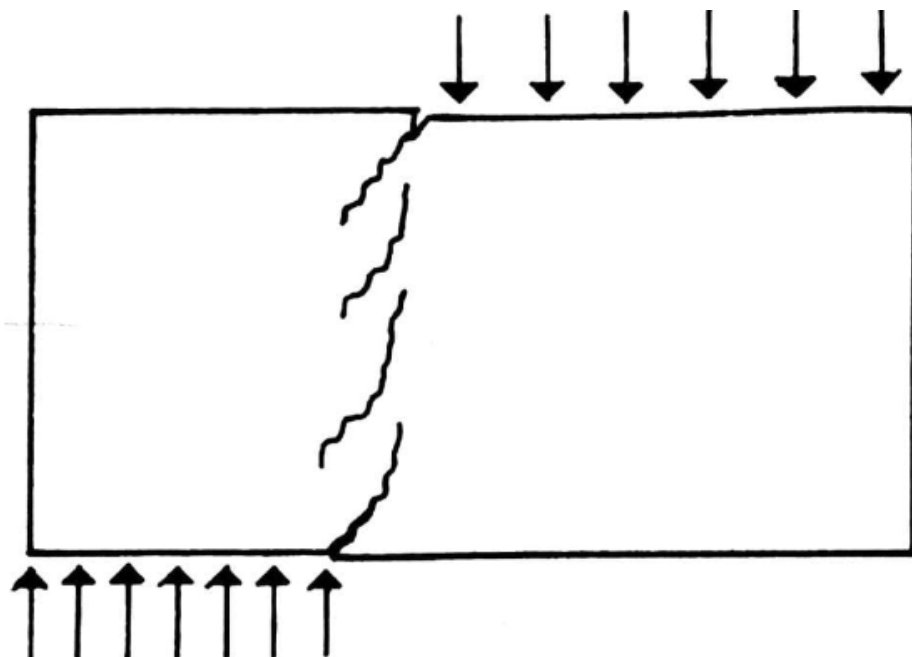
As Figuras 44 a 52 mostram diferentes tipos de ocasiões nas quais podem ocorrer recalques, são elas respectivamente, fundações solicitadas por cargas desbalanceadas, terrenos com configurações de aterros distintas, fundações em que estão localizadas em situações de corte e aterro, situações onde o bulbo de pressão de fundações de porte maior que interferem nas fundações de edifícios menores, ausência de homogeneidade do solo, rebaixamento do lençol freático, movimentação entre pilares, o uso de diferentes tipos de fundação na mesma construção, e construção de obras em aterros que ainda não se consolidaram (THOMAZ, 2020).

Nas Figuras 53 e 54 mostram fissuras bastante evidentes devido os recalques e, na Figura 56 ocorre recalque na junção de duas paredes formando uma fissura vertical devido as alvenarias não estarem devidamente amarradas, dessa forma, as paredes trabalham de forma separada como corpos rígidos (THOMAZ, 2020).

As fissuras e trincas ocorridas por recalque podem ser confundidas por fissuras ocasionadas pela flexão de peças estruturais, porém podem se distinguir pelos seguintes fatores: nas de recalque as aberturas são maiores e inclinadas em direção ao lado que ocorreu o recalque isto pode ser visualizado na Figura 55, outra particularidade é causar esmagamentos pontuais que têm sentidos de escama, indicando tensões de cisalhamento (THOMAZ, 2020).

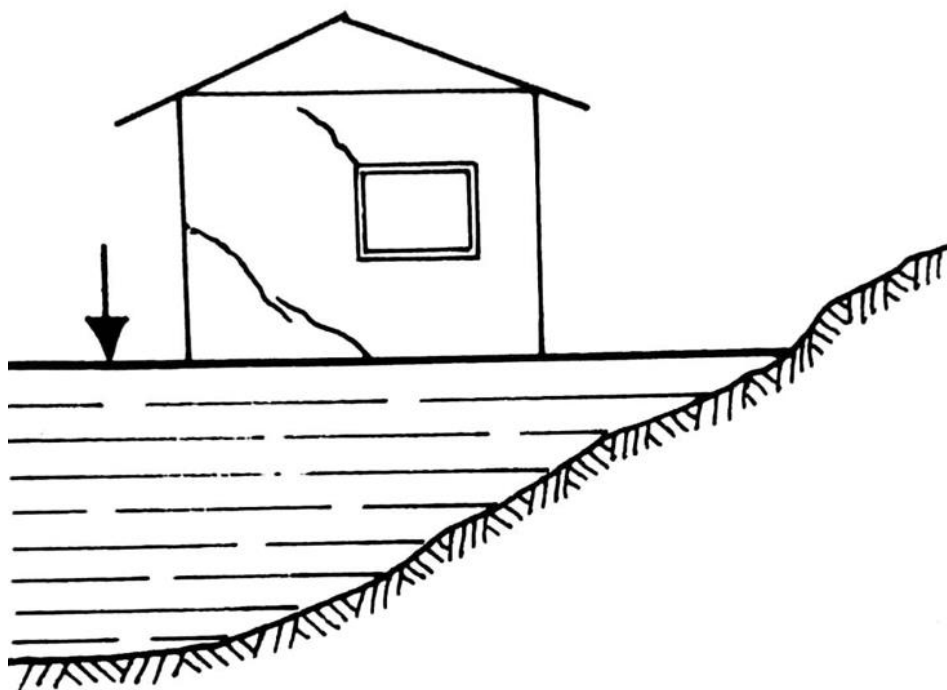
Configurações típica das fissuras e trincas:

Figura 44 — Fundações contínuas solicitadas por carregamentos desbalanceados: o trecho mais carregado apresenta maior recalque, originando-se trincas de cisalhamento no painel



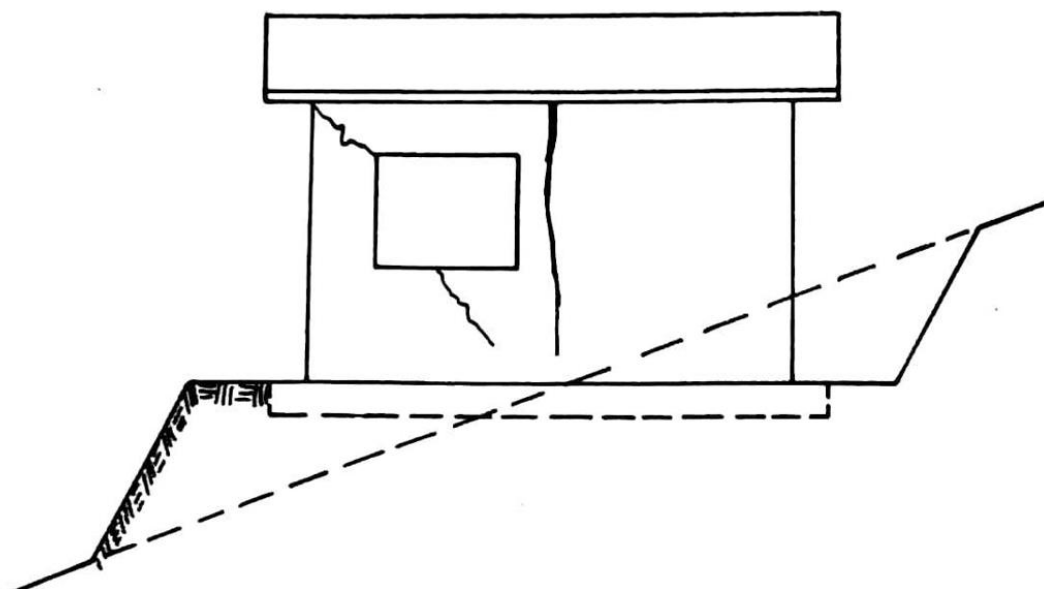
Fonte: Thomaz, 2020

Figura 45 — Recalques diferenciados por consolidação distintas do aterro carregado



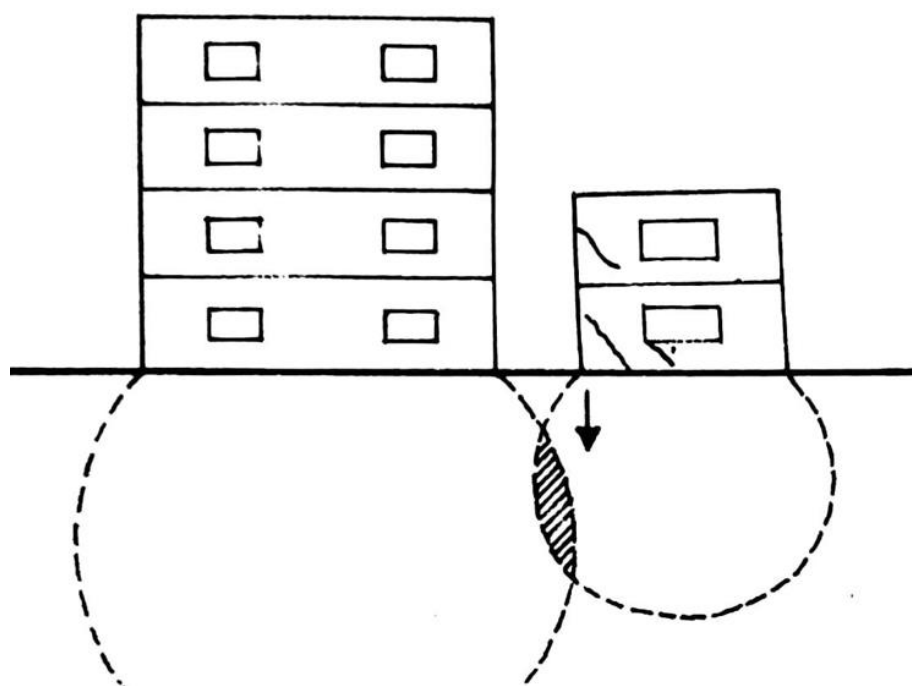
Fonte: Thomaz, 2020

Figura 46 — Fundações assentadas sobre seções de corte e aterro, com trincas de cisalhamento nas alvenarias



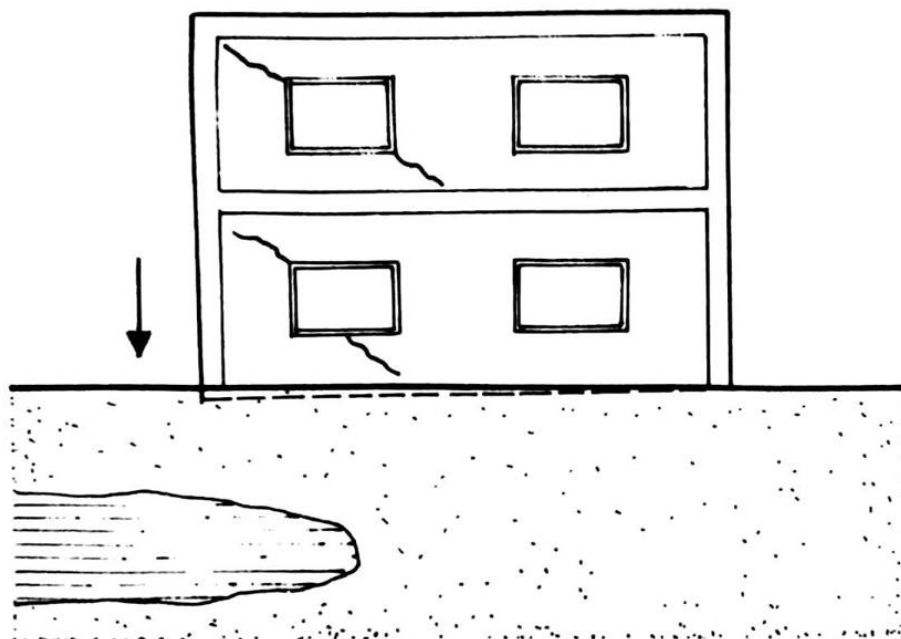
Fonte: Thomaz, 2020

Figura 47 — Recalque diferenciado no edifício menor pela interferência no seu bulbo de tensões provocada pela construção do edifício maior



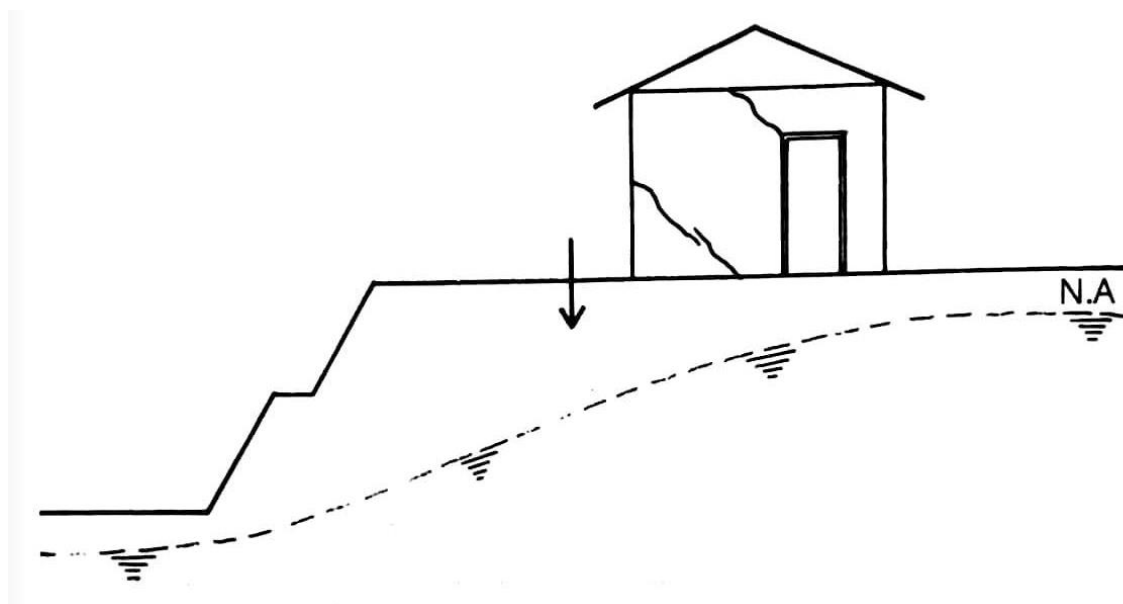
Fonte: Thomaz, 2020

Figura 48 — Recalque diferenciado por falta de homogeneidade do solo



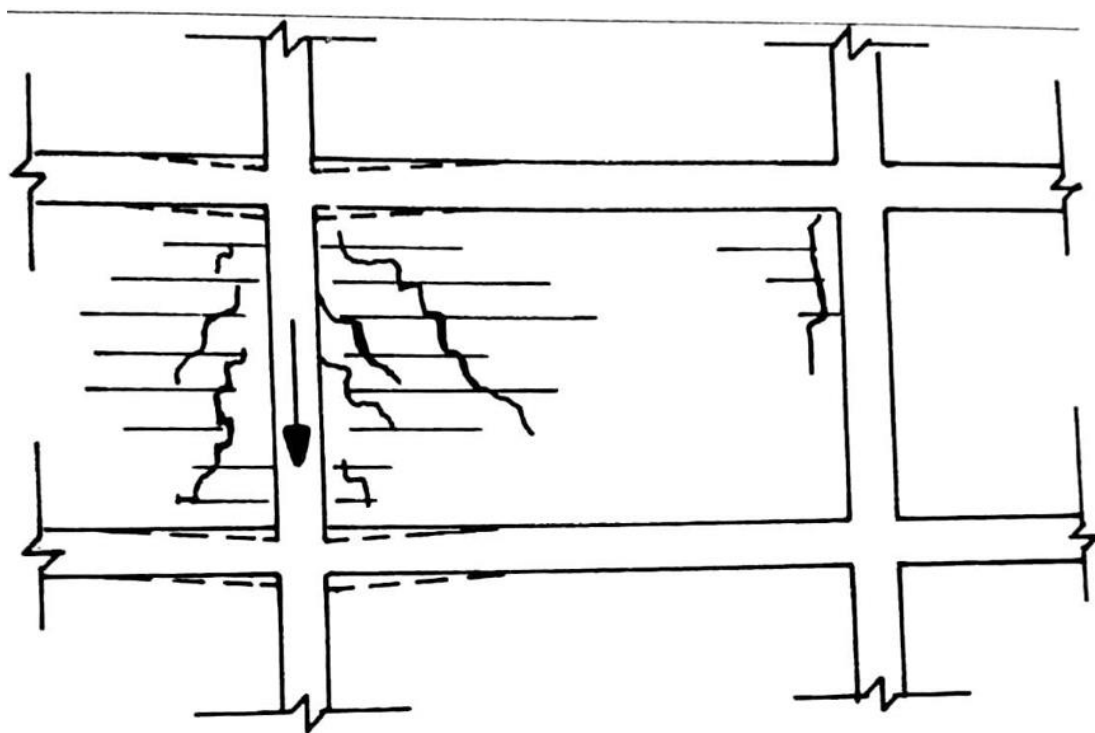
Fonte: Thomaz, 2020

Figura 49 — Recalque diferenciado por rebaixamento do lençol freático; foi cortado o terreno à esquerda do edifício



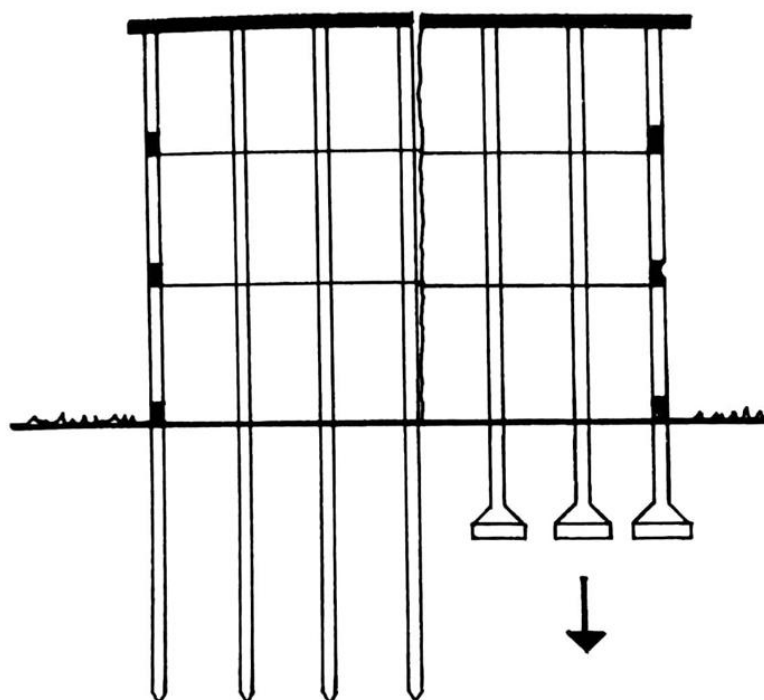
Fonte: Thomaz, 2020

Figura 50 — Recalques diferenciados entre pilares surgem trincas inclinadas na direção do pilar que sofreu maior recalque



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 51 — Diferentes sistemas de fundação na mesma construção: recalques diferenciados entre os sistemas com a presença de trincas de cisalhamento no corpo da obra



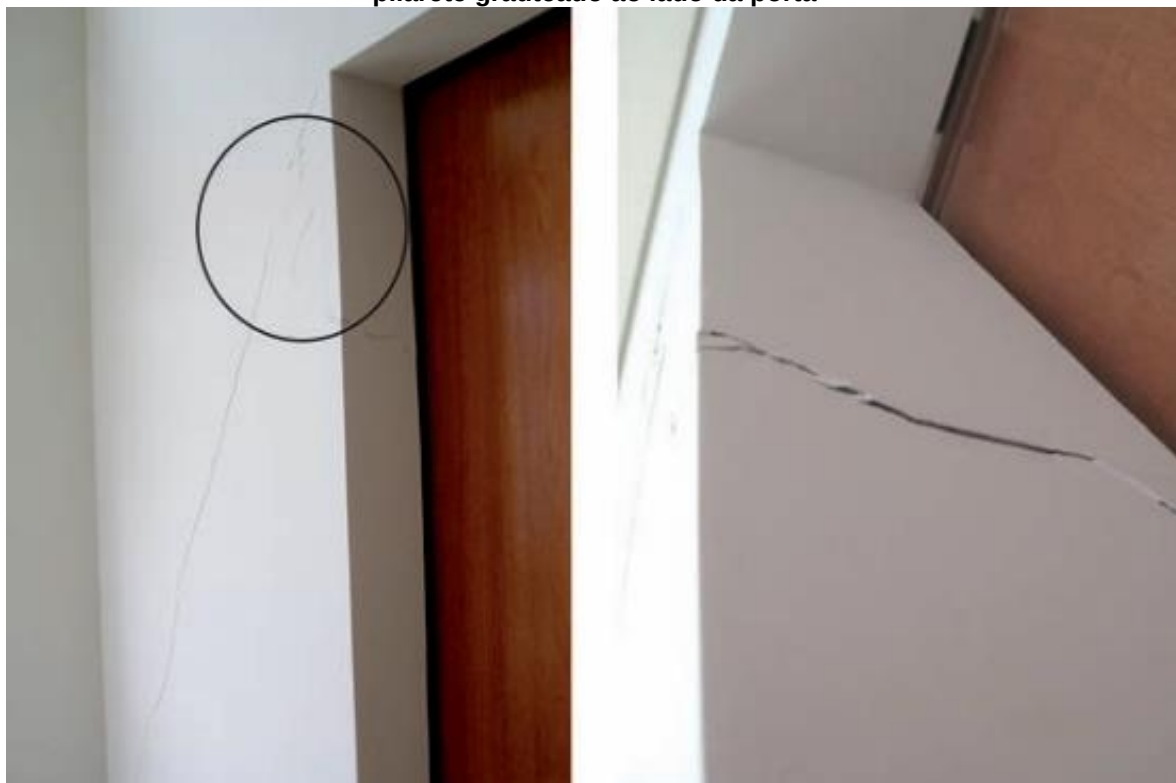
Fonte: Thomaz, 2020

Figura 52 — Forte fissuração de alvenarias em obra construída sobre aterro em fase de consolidação



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 53 — Fissura com abertura bastante pronunciada, ocorrendo ainda seccionamento do pilarete grauteado ao lado da porta



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 54 — Fissura com abertura bastante pronunciada em sobrado com necessidade de reforço das fundações e da própria estrutura



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 55 — Posição do recalque claramente indicada pelas fiadas de tijolos: a fissura principal que se desenvolveu na parede da casa sobre o muro inclina-se em direção ao ponto de maior recalque



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 56 — Fissura de recalque vertical: as partes seccionadas da construção comportam-se individualmente como corpos rígidos



Fonte: Thomaz, 2020.

g) Retração do concreto:

Concreto mais durável, resistente, com mínimos índices de porosidade já são uma realidade graças ao grande progresso da tecnologia na área da construção civil, sendo chamado de concreto de alta resistência. Todas essas melhorias citadas acima são possíveis devido a estrutura compacta do concreto aliada a diminuta quantidade de poros na pasta do concreto, baixo teor na composição água e cimento, sendo possível devido a adição de aditivos redutores de água, e também devido ao uso de minerais como as superpozolanas (SENISSE, 2015).

Ainda para Senisse (2015), quando se utiliza concretos com baixa relação água/cimento pode ocorrer fissuras nas primeiras idades do concreto, não apenas devido ao gradiente térmico causado pela reação de hidratação do cimento que acontece de forma exotérmica com a liberação de calor, mas também podem ocorrer devido a retração autógena e retração por secagem devido deslocamento hídrico.

As fissuras podem ocorrer quando as estruturas concretadas têm restrições, sendo assim quando o concreto se expande e em seguida se retrai ocorrem as fissuras devido à falta de espaço para sua movimentação, ocasionando as microfissuras que podem se transformar em macro fissuras quando as menores vão

se conectando, gerando grandes problemas para as estruturas (SENISSE, 2015).

A reação de hidratação que acontece no cimento é a “transformação de compostos anidros mais solúveis em compostos hidratados praticamente insolúveis, ocorrendo na hidratação a formação de uma camada de gel em torno dos grãos dos compostos anidros” (THOMAZ, 2020).

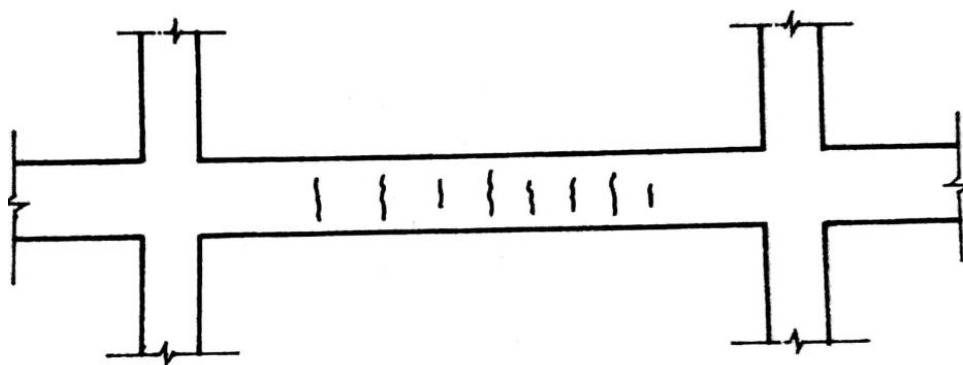
No estado endurecido do concreto, ou na etapa de endurecimento, podem ocorrer três tipos de retração diferentes. Tem-se, por exemplo, a retração química ou autógena que consiste na redução de volume, ocasionada pela reação química entre a água e o cimento, que, devido a forças de coesão interiores, tem-se um encolhimento em comparação ao volume inicial (THOMAZ, 2020).

Pode acontecer, também, a retração por secagem, que ocorre quando a água em excesso do concreto ou da argamassa conserva-se livre no interior e posteriormente evapora. Sendo assim, surgem forças capilares causando compressões isotrópicas na pasta de cimento, no sentido de fora pra dentro, ocasionando decréscimo de volume (THOMAZ, 2020).

Por fim, a retração por carbonatação quando ocorre a reação de hidratação do cimento é liberada cal hidratada, dessa maneira, ela reage com gás carbônico presente no meio, originando carbonato de cálcio e água livre, quando ocorre a evaporação da água livre tem-se a retração por carbonatação na Figura 60 é possível visualizar este tipo de fissura (THOMAZ, 2020).

As fissuras de retração podem ocorrer também devido a dosagem do concreto e a forma como foi adensado, sendo que quanto mais adensado menor a retração, e também devido o processo de cura do concreto (THOMAZ, 2020). Na Figura 57 tem-se um exemplo de fissura de retração em uma viga alta.

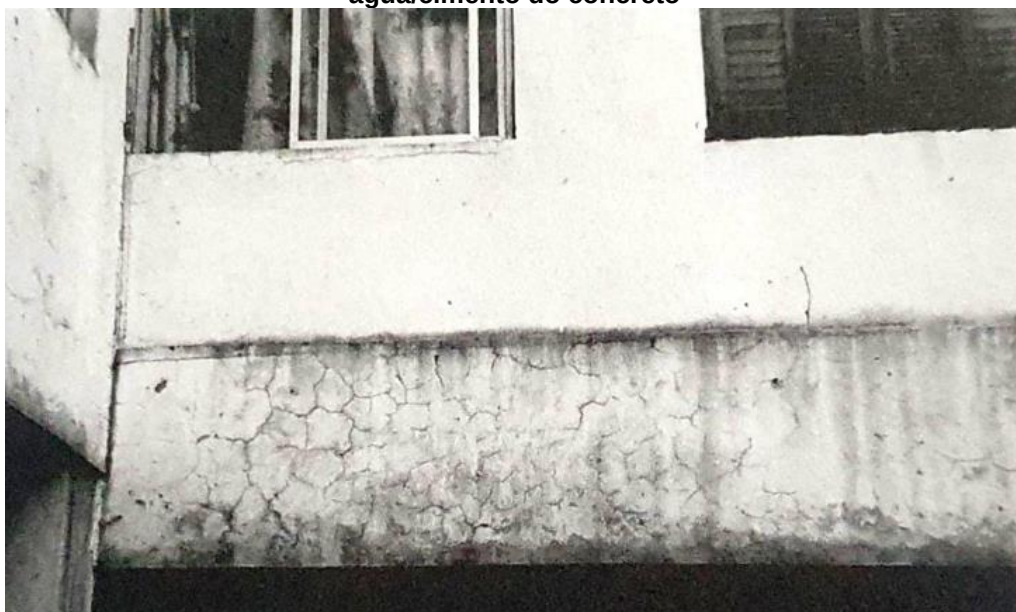
Figura 57 — Fissuras de retração numa viga alta de concreto armado com deficiente armadura de pele



Fonte: Thomaz, 2020

Quando se tem uma elevada quantidade de água em relação ao cimento pode ocorrer também fissuras como é apresentado na Figura 58, são chamadas de fissuras mapeadas devido a forma como está disposta, quando há grande quantidade de cimento ocorrem também fissuras após a desforma como do elemento estrutural como indicado na Figura 59 (THOMAZ, 2020).

Figura 58 — Fissura de retração em viga de concreto armado causadas pela elevada relação água/cimento do concreto



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 59 — Fissuras de retração em viga alta



Fonte: Thomaz, 2020

Figura 60 — Fissura de retração no capeamento da laje pré-fabricada facilita infiltração de água, lixiviação da cal e formação de carbonato de cálcio



Fonte: Thomaz, 2020

Na figura 60 além de haver a formação de fissuras ocasionadas pela retração do capeamento da laje, ocorre também infiltrações que contribuem para formação do carbonato de cálcio, causando também corrosão nas tubulações de incêndio (THOMAZ,2020).

As fissuras nas alvenarias podem ocorrer devido a retração da argamassa de assentamento, ou devido a retração que ocorre após a secagem dos blocos da alvenaria, essas fissuras podem dar brechas para que haja infiltrações, formando machas devido a umidade, e bolor como mostra a Figura 61 (THOMAZ, 2020).

Figura 61 — Destacamentos entre blocos de concreto, argamassa de assentamento, e fissuras de retração na alvenaria



Fonte: Thomaz, 2020

2.2.8. Deslocamentos limite

A NBR 6118 (ABNT,2014) estabelece em sua tabela 13.3 valores de deslocamentos limites para elementos estruturais, levando em conta comportamento adequado da estrutura em serviço, sendo essas informações presentes na tabela extremamente importantes para a análise de patologias e para que seja feita comparações entre as deformações em elementos estruturais e de vedação.

A tabela 13.3 da NBR 6118 (ABNT,2014) mostra que, para elementos estruturais, o deslocamento limite para deslocamentos visíveis deve ser de até $L/250$, sendo “L” o comprimento do vão do elemento estrutural. Já os limites para estruturas que suportam elementos não estruturais, como paredes, caixilhos e revestimento, esse limite é de “ $L/500$ ”.

Após a execução da alvenaria na estrutura existem vários estudos que caracterizam diferentes limites para deformações das estruturas, por exemplo: o

Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC,1980 *apud* Nascimento, 2004) prevê limites até L/1000 para alvenarias com abertura, e L/500 para alvenarias sem abertura, enquanto para o *Masonry Standards Joint Committee* (MSJC, 2013) tem como limite L/600.

Estudos feitos pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), por Medeiros e Franco (1999) indicam limites entre L/1000, a L/2600. Por outro lado, tem-se as normativas da *Cement Concrete & Aggregates Australia*, e *Standards Australia* (CCAA; AS, 2011) a deformação permitida é de L/1000.

O Quadro 1 abaixo mostra os limites das deformações de acordo com cada instituição e estudo:

Quadro 1 — Flechas admissíveis para estruturas que suportam alvenaria

Flechas admissíveis para estruturas que suportam alvenaria.					
CSTC (1980)		MSJC (2013)	Medeiros e Franco USP (1999)	NBR 6118:2014	CCAA;AS (2011)
Com Abertura	Sem abertura				
L/1000	L/500	L/600	L/1000 a L/2600	L/500	L/1000

Fonte: Autor, 2022

Dentre os valores limites citados acima a NBR 6118 (ABNT, 2014) é a mais recente entre elas e mesmo assim tem valores mais permissivos do que quase todos os outros limites se igualando apenas ao valor da CSTC quando limite é de L/500, em paredes sem aberturas.

2.2.9. Umidade

Para Botsai *et al.*, (2010), as infiltrações causadas nas edificações sejam elas nos telhados, sejam nas janelas ou nas paredes, têm como causa o diferencial de pressão entre a parte interna da edificação e a parte externa, e que a ausência dessa variação diminui consideravelmente as chances de as infiltrações ocorrerem.

De acordo com Yazigi (2009), a absorção da água em seu estado líquido acontece através da absorção capilar e absorção da infiltração ou de fluxo superficial. A absorção capilar acontece em locais expostos das edificações, como em fachadas nos locais onde não há presença de impermeabilizantes, podendo ocorrer também em partes da edificação onde estão em constante contato com o solo úmido. Desse modo. por meio dos canais capilares ocorrem a absorção de a água pela tensão superficial.

A água que é absorvida pelos materiais, que não são liberadas pela ação do

vento, irá se encaminhar para parte de cima do material, sendo esse fenômeno chamado de umidade ascendente. Já a absorção de água por fluxo superficial ocorre mediante o contato da estrutura com ausência de impermeabilização vertical com solo úmido, pelos poros do material, e é potencializada caso esteja sujeita a uma pressão, pode-se evidenciar essa situação em um piso com desnível sujeito a um fluxo de água (YAZIGI, 2009).

A ação de microrganismos do grupo dos fungos pode ser presenciada por meio das manchas nas edificações, são responsáveis pelo mofo e emboloramento das superfícies, podem se desenvolver por meio de infiltrações, em fachadas, na parte interna também pode ocorrer como banheiro e cozinha, as Figuras 62 e 63 mostram o aspecto das paredes que desenvolvem as manchas devido aos fungos e ao bolor (YAZIGI, 2009).

Nas áreas externas, o mofo consegue se desenvolver por meio das infiltrações por capilaridade através das fissuras das estruturas, presentes nas alvenarias e nas lajes de cobertura sem a devida impermeabilização e proteção térmica (YAZIGI, 2009).

Já nas áreas internas molháveis, como banheiro, as infiltrações ocorrem na presença de falhas no rejuntamento dos revestimentos, na impermeabilização das paredes e acontecem com maior intensidade nas áreas inferiores da parede onde o contato com água é maior (YAZIGI, 2009).

Pra Yazigi (2009), não é somente as infiltrações que podem causar o desenvolvimento do bolor, mas também a condensação do vapor de água, junto à falta de ventilação numa edificação e os vapores internos da edificação, que surgem na preparação de alimentos, no banho e até mesmo devido a respiração.

Esses fatores podem gerar condições necessárias para a condensação superficial, que se depositam sobre os tetos, paredes e pisos propiciando condições para o desenvolvimento do bolor (YAZIGI, 2009).

Abaixo tem-se algumas figuras ilustrando as manchas causadas pelo mofo e bolor:

Figura 62 — Presença de mofo em parede interna



Fonte: Hussein, 2013

Figura 63 — Manchas causadas pelo mofo e bolor



Fonte:

<disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=36&Cod=1582>>.

De acordo com Bauer (2000), a eflorescência ocorre devido a deposição dos sais na superfície das alvenarias decorrente da migração dos sais solúveis, para as alvenarias e seus componentes, como os revestimentos. Os principais sais são os dos metais alcalinos, como sódio e potássio e alcalinos terrosos, como cálcio e magnésio. A eflorescência interfere na aparência da estrutura que se originou, e pode deteriorar a estrutura quando existem compostos expansivos.

As eflorescências ocorrem, de maneira geral, quando os sais solúveis se deslocam através da água utilizada na construção ou por meio da água provida de algum tipo de infiltração, quando esses sais entram em contato com o ar acabam se solidificando e ficando com aspecto esbranquiçado como mostram as Figuras 65 a 69 (NEVES,2022).

De acordo com Gonçalves (2007), para que ocorra a eflorescência é necessário que haja decomposição dos sais. Diante disso, é preciso de três fatores, primeiramente é necessário água e sais solúveis, segunda condição é que esses componentes precisam estar localizados nos poros dos materiais de construção e, por último, é necessário que as condições ambientais sejam satisfatórias para que ocorra a decomposição. O autor explica ainda que o fluxo de líquido precisa ser maior que a quantidade que irá evaporar, dessa forma, o líquido consegue chegar superfície do material, onde ocorrera a evaporação na parte externa.

Figura 64 — Eflorescência em blocos de concreto



Fonte: <disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/eflorescencia>>

Figura 65 — Eflorescência em blocos cerâmicos



Fonte: <disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/eflorescencia>>

Figura 66 — Deslocamento de argamassa projetada da alvenaria com eflorescência



Fonte: <disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/eflorescencia>>

Figura 67 — Eflorescência em parede



Fonte: <disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/eflorescencia>>

Figura 68 — Eflorescência em alvenaria estrutural de tijolo cerâmico com chapisco



Fonte: <disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/eflorescencia>>

Figura 69 — Eflorescência no rejunte e no piso



Fonte: <disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/eflorescencia>>

3. METODOLOGIA

A realização da primeira etapa do trabalho foi fazer um levantamento prévio para que fosse identificado quais as principais patologias seriam encontradas na área de estudo e, assim aborda-las na revisão bibliográfica. Visto que na construção civil existe uma gama de patologias com diferentes tipos de causas.

O estudo em campo baseou-se em uma visita feita em três condomínios de alto padrão, em que pôde ser observado visualmente nas fachadas várias incidências patológicas, como fissuras e aquelas relacionadas à umidade, como infiltrações, manchas e eflorescência. Nos três condomínios visitados, foi possível perceber quase que de forma unânime a ocorrência de patologias nas partes externas das edificações.

Alguns exemplos das patologias encontradas em campo são demonstrados através das figuras a seguir, nas Figuras 70 e 71 pode ser visto fissuras nas fachadas abaixo das pingadeiras e na Figura 72 é possível observar também o deslocamento da argamassa de revestimento.

Figura 70 — Fissura em fachada abaixo da pingadeira



Fonte: Autor, 2022

Figura 71 — Fissura abaixo da pingadeira



Fonte: Autor, 2022

Figura 72 — Fissuras, deslocamento e manchas na fachada, abaixo da pingadeira



Fonte: Autor, 2022

Nas Figura 73,74 e é possível perceber manchas de umidade originadas por fungos e bolor, e nas Figura 75 e 76 pode-se encontrar também o deslocamento da pintura devido a umidade.

Figura 73 — Manchas devido a umidade



Fonte: Autor, 2022

Figura 74 — Manchas na fachada devido a umidade



Fonte: Autor, 2022

Figura 75 — Manchas e deslocamento da pintura na fachada



Fonte: Autor, 2022

Figura 76 — Manchas e deslocamento no muro



Fonte: Autor, 2022

Na Figura 77 a seguir tem-se uma fissura inclinada abaixo do peitoril da janela.

Figura 77 — Fissura inclinada abaixo da janela



Fonte: Autor, 2022

Dentre as eflorescências encontradas no estudo preliminar foi destacada algumas como apresentadas nas Figuras 78 e 79.

Figura 78 — Eflorescências no revestimento externo da edificação



Fonte: Autor, 2022

Figura 79 — Eflorescência na parede lateral da edificação



Fonte: Autor, 2022

Na Figura 80 observa-se uma trinca na extremidade inferior da platibanda, que possivelmente originou-se devido deslocamento excessivo

Figura 80 — Trinca na extremidade da platibanda



Fonte: Autor, 2022

Após o estudo bibliográfico abordando os diversos tipos de patologias relacionadas a fissura e umidade, foi escolhido um condomínio para realização do estudo de caso. Foi efetuado uma análise visual para indicar as possíveis patologias e causas encontradas, nas fachadas das edificações presentes no condomínio, e nesse sentido fazer o levantamento das principais incidências patológicas neste universo amostral, fazendo também uma análise histórica das idades destas edificações, através do programa Google Earth Pro.

A realização deste estudo de caso foi dividida em três partes, a primeira parte consistiu no levantamento em campo buscando identificar de forma visual quais as possíveis patologias e causas presentes nas fachadas das residências do condomínio. Dessa forma foi mapeado quais residências apresentaram as possíveis patologias encontradas.

Para fazer o mapeamento foi utilizado o programa Google Earth Pro, a execução do processo de mapeamento foi feita da seguinte maneira, foi estabelecida uma legenda para cada patologia encontrada, e essas patologias foram identificadas por cores.

Ao caminhar pelas ruas do condomínio utilizando o celular, usando o aplicativo Google Earth pro, foram feitas as marcações dentro do programa que disponibiliza a opção de marcação por cores, sobrepondo as fotos de satélite que o programa oferece.

A classificação das possíveis patologias e causas teve como critério análise visual buscando observar as principais características das patologias externas expostas nas fachadas frontais e laterais dessas residências. Dessa forma, relacionar as características encontradas nas literaturas, com as encontradas em campo, e assim convergir à uma possível patologia e causa de acordo com os traços encontrados.

A segunda etapa do estudo de caso foi analisar historicamente dentro de um período de 12 anos as edificações deste condomínio. Para realização desta análise também se utilizou o programa Google Earth Pro que disponibiliza as imagens de satélite de anos anteriores.

Essa análise permite entender qual a quantidade de edificações presentes em determinados períodos de tempo, e que hoje foi possível perceber a presença de patologias. Essa análise possibilita relacionar às patologias encontradas nas

residências com o a idade da construção.

A terceira etapa foi fazer o refinamento destes dados elaborando gráficos e quadros que possibilitou algumas conclusões diante das análises e levantamentos feitos anteriormente.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo é apresentado os resultados obtidos após o levantamento em campo, bem como os resultados obtidos com a análise das imagens de satélite.

4.1. Edificações suas patologias e causas

O condomínio horizontal estudado foi lançado no ano de 2006, a empresa que realizou a construção do condomínio tem como foco condomínios horizontais residenciais para casas de alto padrão.

Após fazer o levantamento geral das patologias encontradas nas residências do condomínio foi possível obter os seguintes dados sobre suas possíveis causas presentes no Quadro 2 e no Gráfico 1 a seguir.

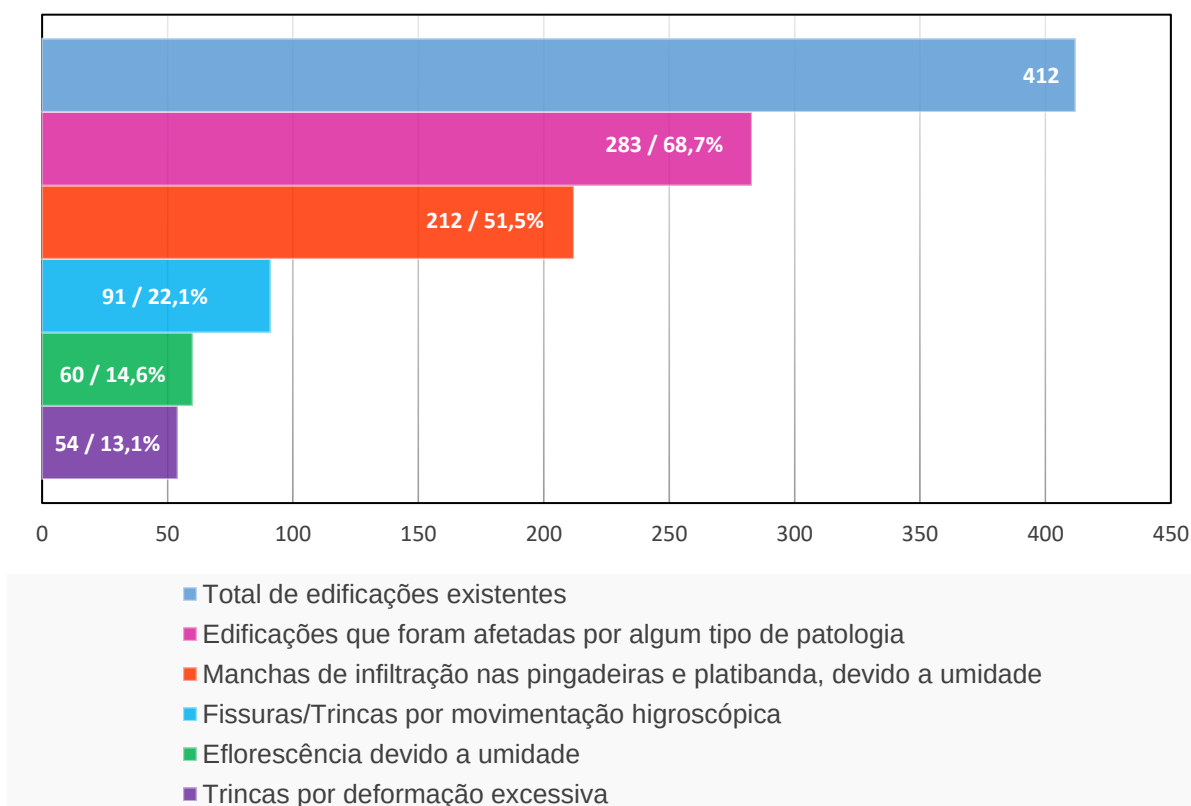
Quadro 2 — Levantamento total das edificações suas patologias e causas

Total de Edificações		412
Edificações afetadas por algum tipo de patologia		283
Edificações suas patologias e possíveis causas	Manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda, devido a umidade	212
	Fissuras/Trincas por movimentação higroscópica	91
	Eflorescências	60
	Trincas por deformação excessiva	54

Fonte: Autor, 2023

Por meio do levantamento feito constatou-se que haviam 412 edificações e que 283 residências apresentaram algum tipo de patologia. Dessas 283 edificações, 212 apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, 91 delas apresentaram fissuras ou trincas por movimentação higroscópica, em 60 pode-se perceber a presença de eflorescências devido a umidade, e em 54 observou-se trincas por deformação excessiva.

Gráfico 1 — Classificação geral quanto ao número de edificações, ao tipo de patologia e suas causas



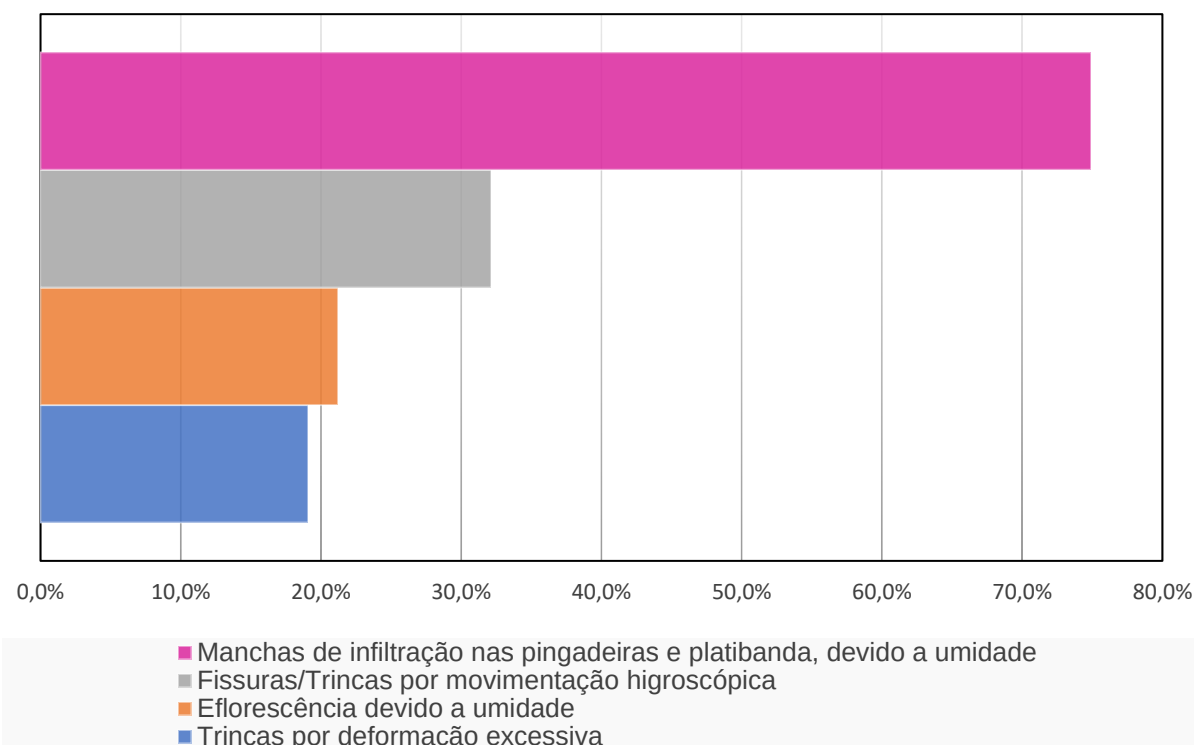
Fonte: Autor, 2023.

No Gráfico 1, pode ser visto que quase 70% das edificações apresentaram algum tipo de patologia, sendo que mais de 50% apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, mais de 22% demonstraram a presença de fissuras ou trincas por movimentação higroscópica, em cerca de quase 15% foi evidenciado eflorescências devido a umidade e, por fim pouco mais de 13% apresentou trincas por deformação excessiva.

No Quadro 2 e no Gráfico 1 pode-se destacar o número de edificações que apresentaram algum tipo de patologia, de 412 edificações, 283 apresentaram algum tipo de patologia, uma quantidade bastante expressiva, representando quase 70% do total das edificações.

Quando se analisa apenas as edificações afetadas pode-se ter os seguintes resultados presentes no Gráfico 2 a seguir.

Gráfico 2 — Porcentagens das patologias referente apenas às edificações que foram afetadas



Fonte: Autor, 2023.

O Gráfico 2 acima, mostra que das 283 edificações afetadas por algum tipo de patologia quase 75% dessas residências apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, mais de 30% tiveram fissuras ou trincas por movimentação higroscópica, em pouco mais de 21% foi possível evidenciar a presença de eflorescência devido a umidade, e mais de 19% apresentou trincas por deformação excessiva.

Das informações presentes no Gráfico 2 pode-se destacar que a patologia que mais afetou as edificações foram as manchas de infiltrações nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, apresentando um valor de incidência de quase 75%.

4.2. Idade das edificações e presença de patologia

Após fazer uma análise das idades das edificações foi possível chegar nos seguintes resultados, presentes na Quadro 3 e no Gráfico 3 a seguir.

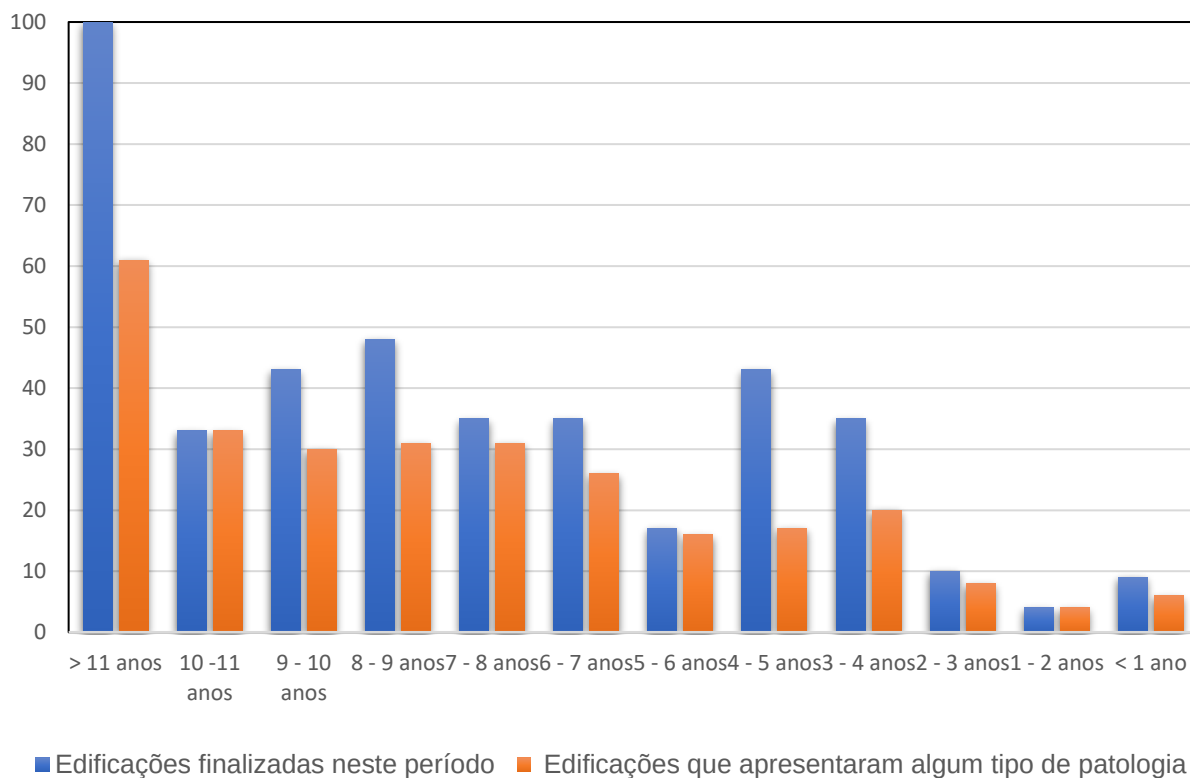
Quadro 3 — Número de edificações finalizadas e que apresentaram alguma patologia

Intervalo tempo	Edificações finalizadas neste período	Edificações que apresentaram algum tipo de patologia	Porcentagem de Edificações que apresentaram algum tipo de patologia (%)
> 11 anos	100	61	61,0%
10 -11 anos	33	33	100,0%
9 - 10 anos	43	30	69,8%
8 - 9 anos	48	31	64,6%
7 - 8 anos	35	31	88,6%
6 - 7 anos	35	26	74,3%
5 - 6 anos	17	16	94,1%
4 - 5 anos	43	17	39,5%
3 - 4 anos	35	20	57,1%
2 - 3 anos	10	8	80,0%
1 - 2 anos	4	4	100,0%
< 1 ano	9	6	66,7%

Fonte: Autor, 2023.

No Quadro 3 observa-se, a quantidade de edificações finalizadas em um determinado período de tempo, e as edificações que no primeiro semestre do ano de 2023 foi possível evidenciar a presença de alguma patologia.

Gráfico 3 — Presença de Patologia, por idade de construção



Fonte: Autor, 2023

No Gráfico 3 citado anteriormente, é demonstrado que mais de 60% das edificações com mais de 11 anos de idade apresentaram algum tipo de patologia, já nas edificações que têm idade entre 10 e 11 anos 100% apresentaram algum tipo de patologia, cerca de quase 70% das edificações entre 9 e 10 anos de idade apresentaram também algum tipo de patologia.

Nas edificações com idades entre 8 e 9 anos e, entre 7 e 8 anos os resultados foram respectivamente de quase 65% e de mais de 88%, já nas edificações com idades entre 6 e 7 anos, os resultados obtidos foram de 74,3%.

Por outro lado, nas construções entre 5 e 6 anos de idade o resultado foi superior a 90%, e nas residências entre 4 e 5 anos de idade os índices apresentados foram de 39,5%, nas casas entre 3 e 4 anos de idade foi de mais de 55%. Nas edificações um pouco mais recentes os seguintes resultados foram, 80% nas edificações com idades entre 2 e 3 anos, 100% entre 1 e 2 anos de idade e por fim 66,7% em residências idades inferiores a 1 ano.

Quando se analisa o Quadro 3 e o Gráfico 3, pode-se destacar algumas informações, a primeira é que em todos os períodos a uma porcentagem bastante expressiva de edificações que apresentaram algum tipo de patologia. Em todos os intervalos as porcentagens estão acima de 39%, sendo que em apenas um intervalo, mais especificamente o de edificações com idades entre 4 e 5 anos é de 39,5%, os demais intervalos são superiores a 57%.

O segundo apontamento feito é que existem dois períodos no qual o índice de ocorrência de patologia foi de 100% em edificações, o primeiro período é de idades entre 10 e 11 anos e edificações entre 1 e 2 anos.

4.3. Idade das edificações por patologia

Nessa etapa também serão mostradas as idades das edificações, porém separadas por patologia.

4.3.1. Infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade

Ao analisar a idade das edificações por patologia foi obtido os seguintes resultados, referentes a infiltração nas pingadeiras e platibanda, presentes no Quadro 4 e no Gráfico 4 a seguir.

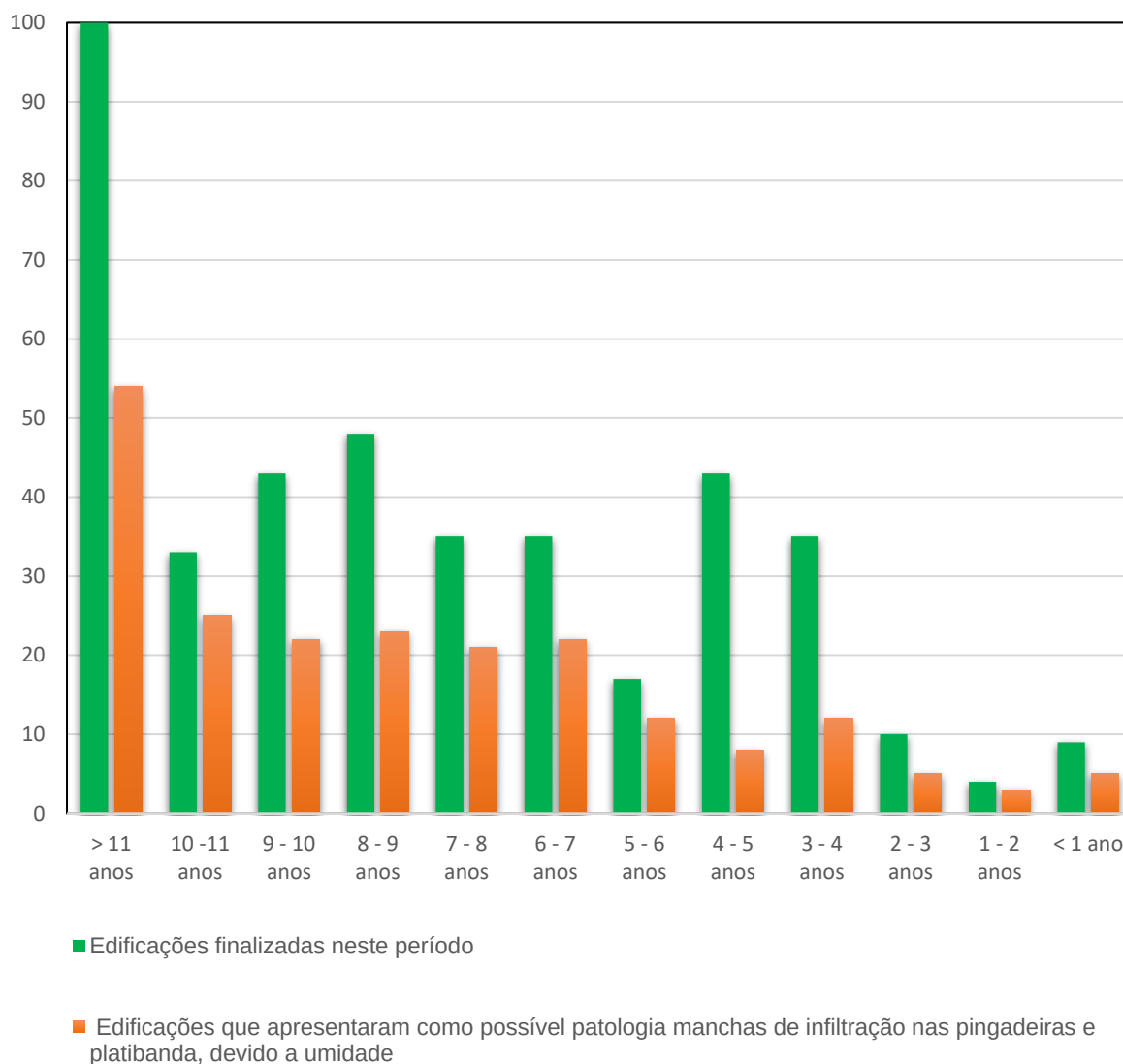
Quadro 4 — Número de edificações finalizadas e que apresentaram infiltração nas pingadeiras e platibanda

Intervalo tempo	Edificações finalizadas neste período	Edificações que apresentaram como possível patologia manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade	Porcentagem de edificações que apresentaram como possível patologia manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda, devido a umidade (%)
> 11 anos	100	54	54,0%
10 -11 anos	33	25	75,8%
9 - 10 anos	43	22	51,2%
8 - 9 anos	48	23	47,9%
7 - 8 anos	35	21	60,0%
6 - 7 anos	35	22	62,9%
5 - 6 anos	17	12	70,6%
4 - 5 anos	43	8	18,6%
3 - 4 anos	35	12	34,3%
2 - 3 anos	10	5	50,0%
1 - 2 anos	4	3	75,0%
< 1 ano	9	5	55,6%

Fonte: Autor, 2023

No Quadro 4 acima é descrito a quantidade de edificações finalizadas em um determinado período de tempo e, as edificações que no primeiro semestre do ano de 2023 apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade como possível causa.

Gráfico 4 — Presença de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, por idade da construção



Fonte: Autor, 2023

O Gráfico 4 acima, mostra que 54% das edificações com mais de 11 anos apresentaram manchas de infiltrações na platibanda e nas pingadeiras devido a umidade, já em residências com idades entre 10 e 11 anos a porcentagem é superior a 75%.

Nas construções entre 9 a 10 anos de idade o resultado foi de 51,2%, e cerca de quase 48% foram os dados obtidos nas residências com idade entre 8 a 9 anos, por outro lado nas edificações com idades entre 7 e 8 anos, e 6 e 7 anos, os resultados

foram respectivamente de 60% e 62,9%.

As edificações com idades inferiores a 7 anos, tem-se que as construções entre 5 a 6 anos apresentou uma taxa superior a 70%, nas edificações com idades entre 4 e 5 anos, e 3 e 4 anos, os resultados foram respectivamente 18,6% e 34,3%. Seguindo para as edificações mais recentes tem-se que 50% das edificações entre 2 e 3 anos apresentou infiltrações nas pingadeiras e platibanda, e nas edificações com idades entre 1 e 2 anos o resultado foi de 75%, em residências com idade inferior a 1 ano o resultado encontrado foi superior a 55%.

Ao analisar o Quadro 4 e o Gráfico 4 citados anteriormente, algumas informações são evidenciadas, que em praticamente todos os intervalos existem porcentagens bastante expressivas quanto ao número de ocorrências de manchas de infiltrações na platibanda e nas pingadeiras devido a umidade. Entretanto é importante destacar dois casos.

No intervalo de edificações com idades entre 10 e 11 anos a porcentagem foi de 75,8% e nas edificações com idades entre 1 e 2 anos o resultado foi de exatamente 75%.

Esses dois dados mostram um contraste bastante importante, no qual tem-se edificações com idades entre 10 e 11 anos e edificações com idades entre 1 e 2 anos, e mesmo que nesses dois intervalos o número de edificações existentes seja diferente, a porcentagem de ocorrência são quase as mesmas.

Na figura 81 pode-se ver um exemplo das manchas encontradas.

Figura 81 — Manchas de infiltração na platibanda



Fonte: Autor, 2023

4.3.2. Fissuras / Trincas por movimentação higroscópica

As fissuras ou trincas por movimentação higroscópicas foi a segunda patologia que mais apresentou incidências, e os dados coletados estão presentes no Quadro 5 e no Gráfico 5 a seguir.

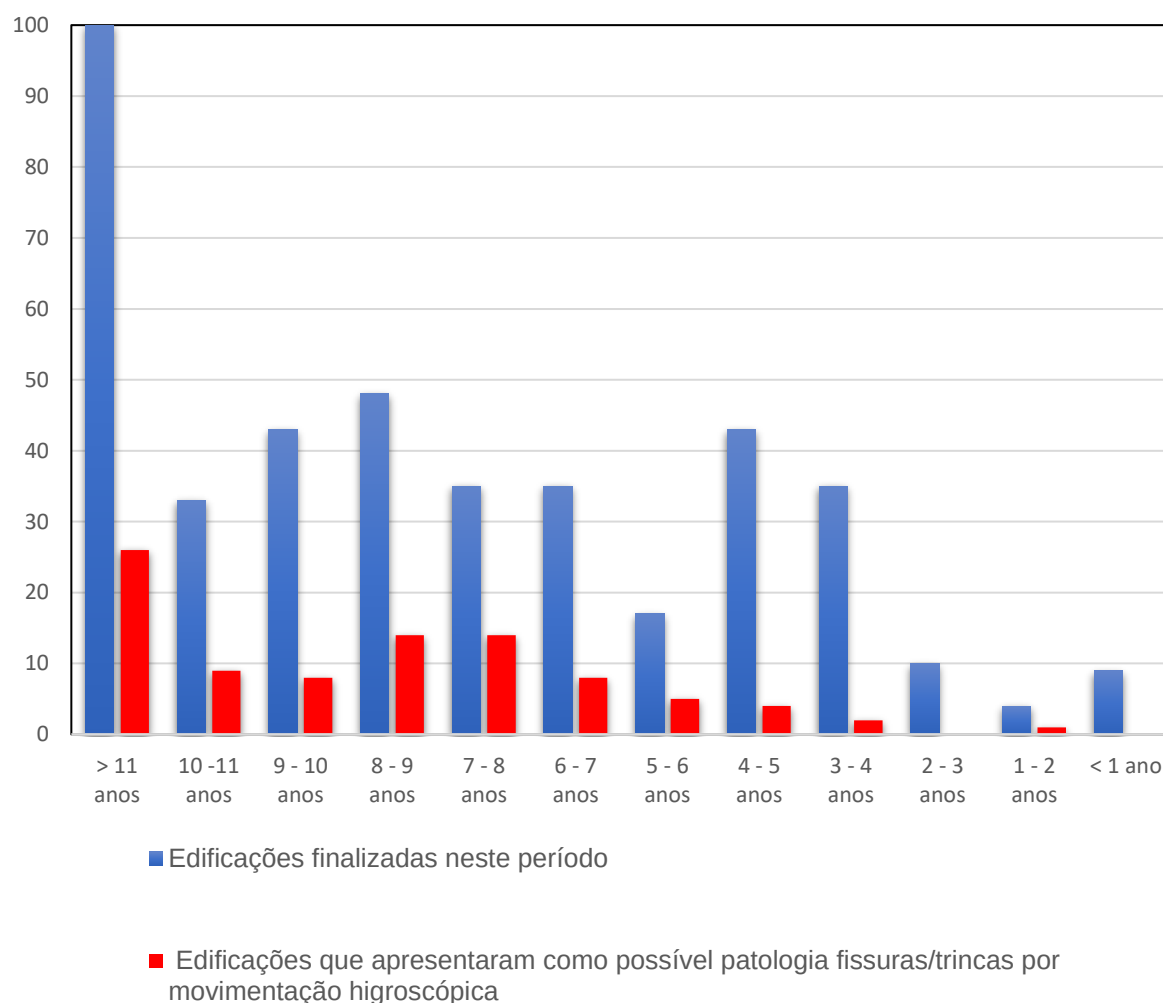
Quadro 5 — Número de edificações finalizadas e que apresentaram fissuras/trincas por movimentação higroscópica

Intervalo tempo	Edificações finalizadas neste período	Edificações que apresentaram como possível patologia fissuras/trincas por movimentação higroscópica	Porcentagem de edificações que apresentaram como possível patologia fissuras/trincas por movimentação higroscópica (%)
> 11 anos	100	26	26,0%
10 -11 anos	33	9	27,3%
9 - 10 anos	43	8	18,6%
8 - 9 anos	48	14	29,2%
7 - 8 anos	35	14	40,0%
6 - 7 anos	35	8	22,9%
5 - 6 anos	17	5	29,4%
4 - 5 anos	43	4	9,3%
3 - 4 anos	35	2	5,7%
2 - 3 anos	10	0	0,0%
1 - 2 anos	4	1	25,0%
< 1 ano	9	0	0,0%

Fonte: Autor, 2023

No Quadro 5 acima, pode-se analisar a quantidade de edificações finalizadas em um determinado período de tempo, e as edificações que no primeiro semestre do ano de 2023 apresentaram fissuras ou trincas por movimentação higroscópica como possível causas.

Gráfico 5 — Presença de fissuras/trincas por movimentação higroscópica por idade da construção



Fonte: Autor, 2023

No Gráfico 5 citado anteriormente, é possível identificar que 26% das casas com mais de 11 anos de idade apresentou a patologia citada, nos intervalos entre 10 e 11 anos de idade, o resultado foi superior a 27% e, no intervalo seguinte de 9 a 10 anos de idade foi de quase 19%.

Seguindo a ordem cronológica, nas casas com idades entre 8 e 9 anos tem-se que 29,2% apresentou fissuras/trincas por movimentação higroscópica, no intervalo seguinte no qual mostra as edificações com idades entre 7 e 8 anos tem-se o maior índice que é de 40%.

Nas residências com idades entre 6 e 7 anos, e 5 e 6 anos os resultados foram respectivamente de 22,9% e 29,4%, já nas construções com idade entre 4 e 5 anos a porcentagem foi de quase 10%, com idades entre 3 e 4 anos o índice foi superior a 5,5%.

As edificações mais recentes entre 2 e 3 anos de idade não se tem nenhuma incidência da patologia pesquisada, em residências com idade de 1 a 2 anos os dados foram de 25%, e edificações com idade inferior a 1 ano não foi encontrada nenhuma incidência de movimentação higroscópica.

Ao analisar o Quadro 5 e o Gráfico 5 evidencia-se que as edificações com idades entre 7 e 8 anos tiveram 40% de incidência de fissuras ou trincas por movimentação higroscópica, apresentando a maior porcentagem dentre as outras.

Na figura 82 a seguir exemplifica um caso das fissuras por expansão higroscópica.

Figura 82 — Fissuras por movimentação higroscópica na fachada frontal da edificação



Fonte: Autor, 2023

4.3.3. Eflorescências devido a umidade

As eflorescências foram a terceira manifestação patológica mais incidente, os resultados obtidos da pesquisa em campo mostram os dados presentes no Quadro 6 e no Gráfico 6 a seguir.

Quadro 6 — Número de edificações finalizadas e que apresentaram eflorescência (continua)

Intervalo tempo	Edificações finalizadas neste período	Edificações que apresentaram como possível patologia eflorescência devido a umidade	Porcentagem de edificações que apresentaram como possível patologia eflorescência
> 11 anos	100	7	7,0%
10 -11 anos	33	6	18,2%

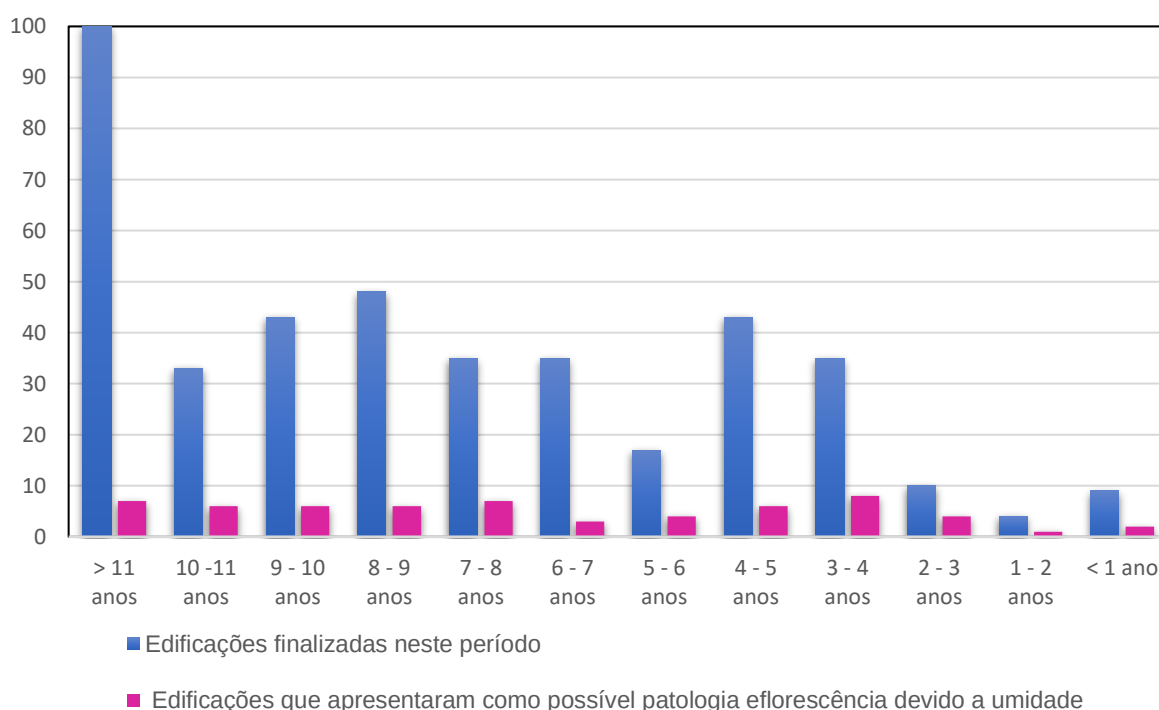
Quadro 6 — Número de edificações finalizadas e que apresentaram eflorescência (conclusão)

Intervalo tempo	Edificações finalizadas neste período	Edificações que apresentaram como possível patologia eflorescência devido a umidade	Porcentagem de edificações que apresentaram como possível patologia eflorescência
9 - 10 anos	43	6	14,0%
8 - 9 anos	48	6	12,5%
7 - 8 anos	35	7	20,0%
6 - 7 anos	35	3	8,6%
5 - 6 anos	17	4	23,5%
4 - 5 anos	43	6	14,0%
3 - 4 anos	35	8	22,9%
2 - 3 anos	10	4	40,0%
1 - 2 anos	4	1	25,0%
< 1 ano	9	2	22,2%

Fonte: Autor, 2023

No Quadro 6 pode-se visualizar a quantidade de edificações finalizadas em um determinado período de tempo, e as edificações que no primeiro semestre do ano de 2023, apresentaram eflorescência devido à umidade como possível causa.

Gráfico 6 — Presença de eflorescência por idade da construção



Fonte: Autor, 2023

As informações do Gráfico 6 mostram que 7% das edificações com mais de 11 anos de idade apresentaram eflorescências devido a umidade, já nas edificações com

idades entre 10 e 11 anos a taxa foi um pouco superior a 18%. Nas construções com idades entre 9 e 10 anos, e 8 e 9 anos os resultados foram respectivamente 14% e 12,5%, por outro lado nas residências com idades entre 7 e 8 anos os dados obtidos foram de 20%.

Os resultados extraídos em campo das edificações com idades entre 6 e 7 anos foi de quase 9%, quando se tratou das construções entre 5 e 6 anos de idade os resultados foram superiores a 23%, partido para as residências com idades entre 4 e 5 anos o resultado foi de 14%.

Seguindo para as edificações com idades menores que 5 anos, quase 23% das casas com idades entre 3 e 4 anos apresentou eflorescências, e que 40% das casas com idades entre 2 e 3 anos teve a presença da patologia estudada. Nas edificações mais recentes com idades entre 1 e 2 anos o resultado foi de 25% e construções com idades inferiores a 1 ano os dados obtidos foram de 22,2%.

Ao analisar o Quadro 6 e o Gráfico 6 pode-se destacar algumas situações bastante importante nas edificações com idades entre 2 e 3 anos, onde a porcentagem encontrada foi de 40%, enquanto nas edificações com idades superiores a 11 anos a porcentagem foi de apenas 7%.

Na figura 83 a seguir pode-se visualizar eflorescências na fachada frontal.

Figura 83 — Presença de eflorescência na platibanda



Fonte: Autor, 2023

4.3.4. Trincas por deformação excessiva

As trincas por deformação excessiva foram a quarta manifestação patológica

mais incidente, os dados extraídos da pesquisa em campo mostram as seguintes informações presentes no Quadro 7 e no Gráfico 7 a seguir.

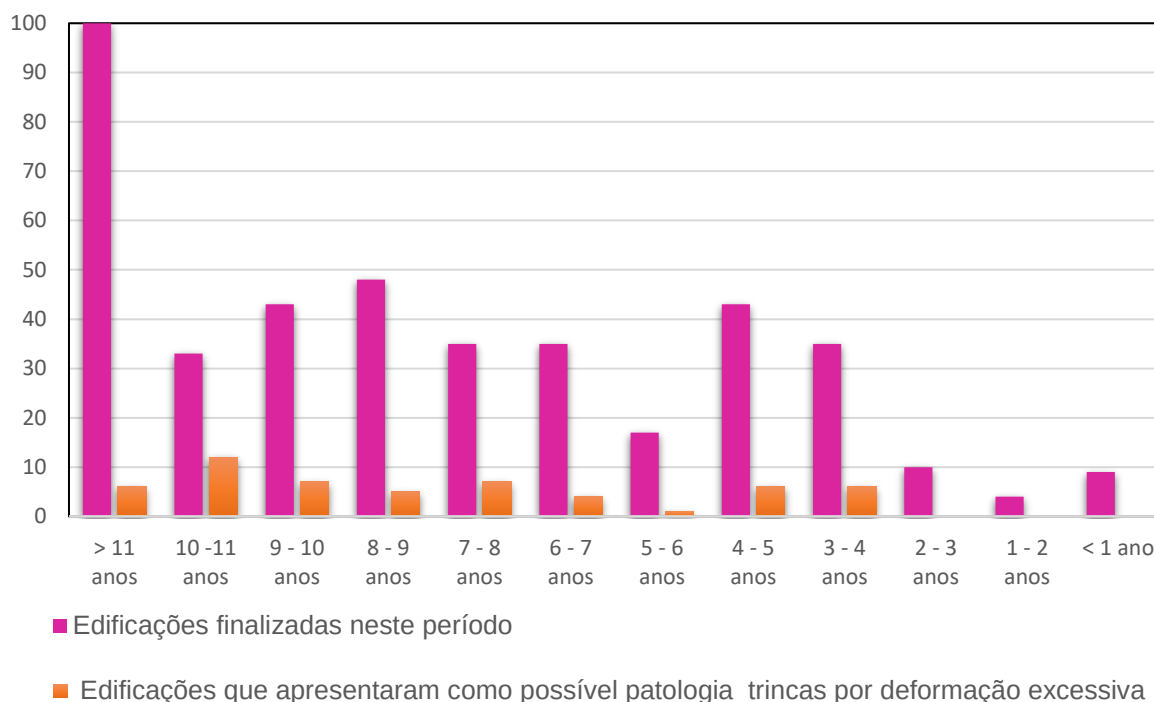
Quadro 7 — Número de edificações finalizadas e que apresentaram trincas por deformação excessiva

Intervalo tempo	Edificações finalizadas neste período	Edificações que apresentaram como possível patologia, trincas por deformação excessiva	Porcentagem de edificações que apresentaram como possível patologia trincas por deformação excessiva (%)
> 11 anos	100	6	6,0%
10 - 11 anos	33	12	36,4%
9 - 10 anos	43	7	16,3%
8 - 9 anos	48	5	10,4%
7 - 8 anos	35	7	20,0%
6 - 7 anos	35	4	11,4%
5 - 6 anos	17	1	5,9%
4 - 5 anos	43	6	14,0%
3 - 4 anos	35	6	17,1%
2 - 3 anos	10	0	0,0%
1 - 2 anos	4	0	0,0%
< 1 ano	9	0	0,0%

Fonte: Autor, 2023

No Quadro 7 podemos ver a quantidade de edificações finalizadas em um determinado período de tempo, e as edificações que no primeiro semestre do ano de 2023 apresentaram trincas por deformação excessiva como possível causa.

Gráfico 7 — Presença de trincas devido deformação excessiva, por idade da construção



Fonte: Autor, 2023

No Gráfico 7 tem-se que 6% das residências com mais de 11 anos de idade apresentaram trincas por deformação excessiva, nas edificações com idades entre 10 e 11 anos o resultado foi superior a 36%, em construções com idades entre 9 e 10 anos, e 8 e 9 anos os dados obtidos da pesquisa foram respectivamente 16,3% e 10,4%. Seguindo a ordem cronológica tem-se as edificações com idades entre 7 e 8 anos que apresentaram no resultado da pesquisa 20%, nos períodos seguintes tem-se que 11,4% das edificações com idades entre 6 e 7 anos tiveram a presença de trincas relacionadas a deformação excessiva, já nas residências com idades entre 5 e 6 anos o resultado é de quase 6%.

Por outro lado, as construções de 4 a 5 anos de idade tiveram 14% como resultado, em edificações com idades entre 3 e 4 anos o resultado foi pouco mais de 17%. Nas edificações com idades entre 2 e 3 anos, 1 e 2 anos, e inferiores a 1 ano não foi possível identificar nenhuma presença de trincas por deformação excessiva.

Analisando o Quadro 7 e o Gráfico 7 destaca-se que as edificações com idades entre 10 e 11 anos tiveram maior taxa, sendo valor de 36,4% de incidência de trincas por deformação excessiva. Pode-se destacar também outra informação, as edificações com idades superiores a 11 anos apresentaram apenas 6% de incidência.

Na figura 84 podemos visualizar uma trinca devido a deformação excessiva, no qual parece se apresentar logo cima da viga.

Figura 84 — Trinca por deformação excessiva na fachada frontal da residência



Fonte: Autor, 2023

4.4. Edificações que apresentaram duas ou mais patologias

Ao fazer o estudo em campo, foi possível perceber que havia um número considerável de edificações que apresentaram mais de um tipo de patologia, esses dados estão presentes no Quadro 8, no Gráfico 8 e Gráfico 9 a seguir.

Quadro 8 — Edificações que apresentaram duas ou mais patologias e suas possíveis causas

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E CAUSAS	Manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, trincas por deformação excessiva e Eflorescência devido a umidade	2
	Manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, Fissura/Trinca por movimentação higroscópica e Eflorescência devido a umidade	2
	Manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, Fissura/Trinca por movimentação higroscópica e Trincas por deformação excessiva	3
	Trincas por deformação excessiva e Eflorescência devido a umidade	5
	Manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, e Eflorescência devido a umidade	9
	Fissura/Trinca por movimentação higroscópica, e Eflorescência devido a umidade	13
	Manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, e Trincas por deformação excessiva	23
	Manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, e Fissura/Trinca por movimentação higroscópica	70
	Edificações que apresentaram duas ou mais patologias	127
Total de edificações existentes		412

Fonte: Autor, 2023

O Quadro 8 mostra que das 412 edificações existentes no condomínio, 127 delas apresentaram duas ou mais patologias, sendo que das 127 residências, 70

tiveram a presença de manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, e fissuras ou trincas por movimentação higroscópica.

Em seguida tem-se que 23 construções apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade e, trincas por deformação excessiva, 13 edificações apresentaram fissuras ou trincas por movimentação higroscópica e eflorescências devido a umidade.

Ainda tiveram 9 residências que apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, e eflorescências devido a umidade, 5 construções tiveram a presença de trincas por deformação excessiva e eflorescências devido a umidade, 3 edificações apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, fissuras ou trincas por movimentação higroscópica e trincas por deformação excessiva.

Ao final tem-se as últimas 4 edificações que apresentaram duas ou mais patologias, sendo que 2 residências apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, fissuras ou trincas por movimentação higroscópica e eflorescência devido a umidade, e as últimas 2 edificações apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, trincas por deformação excessiva e eflorescência devido a umidade.

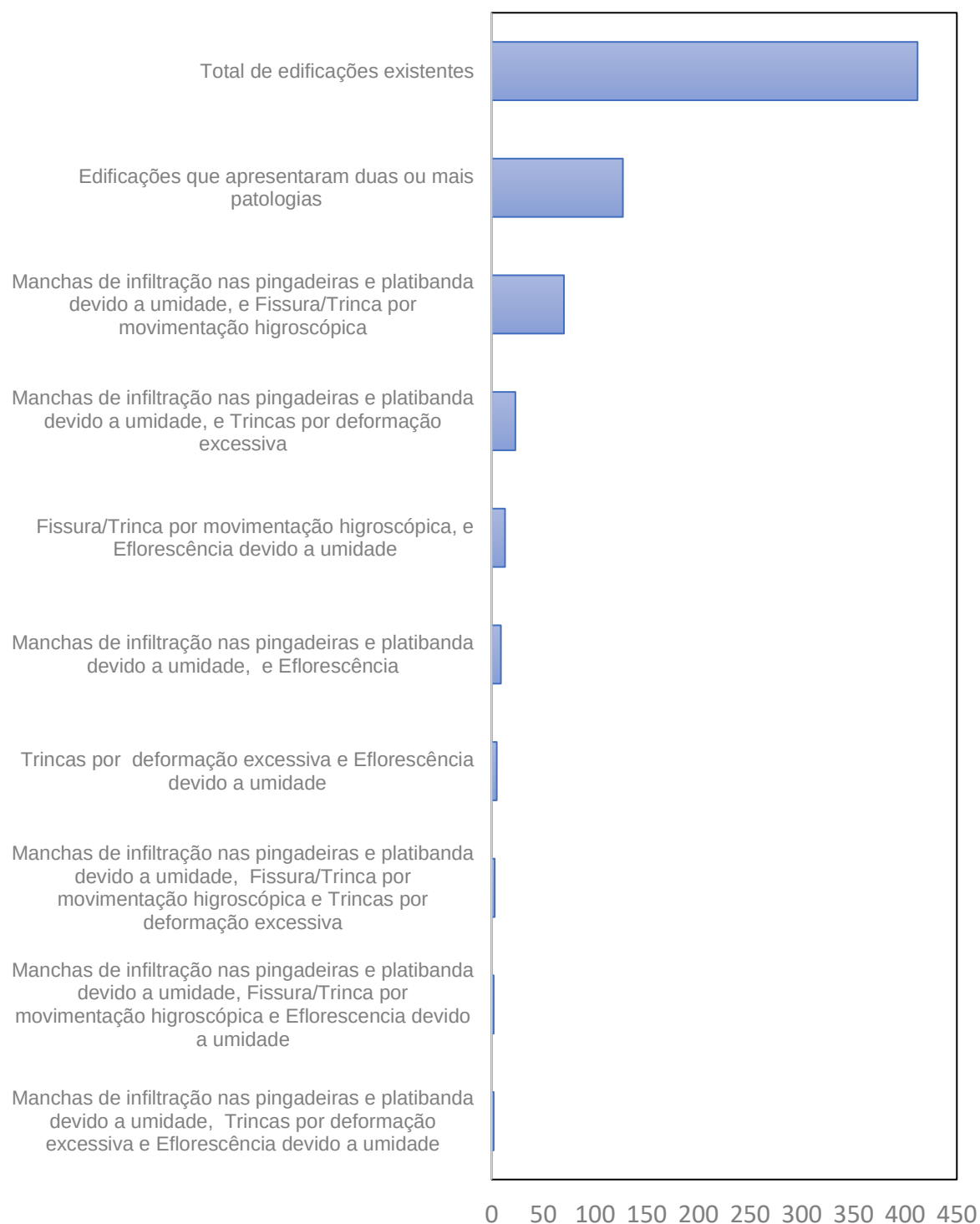
Na Figura 85 pode-se visualizar um exemplo de edificação que apresentou mais de uma patologia manifestações patológicas em sua fachada.

Figura 85— Presença de manchas e eflorescências, na fachada frontal da edificação



Fonte: Autor, 2023

Gráfico 8 — Classificação geral quanto ao número de edificações que apresentaram 2 ou mais patologias



Fonte: Autor, 2023

No Gráfico 8 tem-se que quase 31% das 412 edificações apresentaram duas ou mais patologias. Sendo que 17% apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, e fissuras ou trincas por movimentação

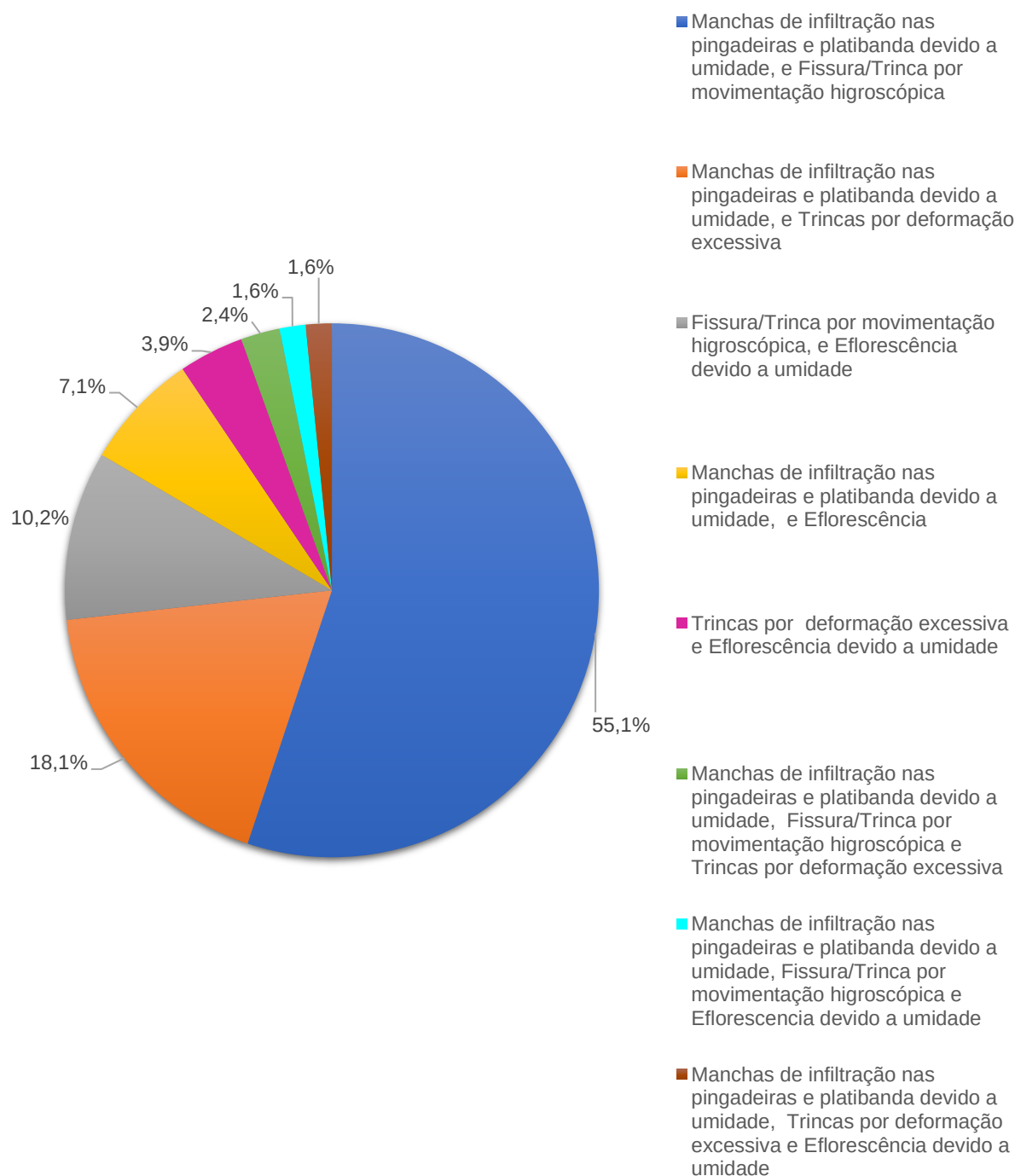
higroscópica, 5,6% apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, e trincas por deformação excessiva, pouco mais de 3% pode-se observar a presença de fissuras ou trincas por movimentação higroscópica e eflorescências devido a umidade.

Ainda foi possível observar que pouco mais de 2% apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade e, eflorescências devido a umidade, já 1,2% apresentaram trincas por deformação excessiva e eflorescências devido a umidade. Quase 1% apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, fissuras ou trincas por movimentação higroscópica e trincas por deformação excessiva, 0,5% apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, fissuras ou trincas por movimentação higroscópica e eflorescência devido a umidade.

Por fim 0,5% apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, trincas por deformação excessiva e eflorescência devido a umidade.

Após a análise do Quadro 8 e do Gráfico 8 apresentados anteriormente, pode-se destacar que quase 31% das edificações apresentaram duas ou mais patologias visíveis. Desse grupo, as patologias que se destacaram sendo evidenciadas de forma simultâneas foram as manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade e, as fissuras ou trincas por movimentação higroscópica, representando 17% do total de edificações existentes.

Gráfico 9 — Porcentagem em relação apenas às edificações que apresentaram duas ou mais patologias



Fonte: Autor, 2023

O Gráfico 9 exemplifica que das 127 edificações que apresentaram duas ou mais patologias (55,1%) foi devido a manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, e fissuras ou trincas por movimentação higroscópica, 18,1% foi relacionado a manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a

umidade, e trincas por deformação excessiva, 10,2% tiveram fissuras ou trincas por movimentação higroscópica e eflorescências devido a umidade, 7,1% apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, e eflorescência devido a umidade.

Ocorreu ainda que quase 4% apresentaram trincas por deformação excessiva e eflorescências devido a umidade, pouco mais de 2% apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, fissuras ou trincas por movimentação higroscópica e trincas por deformação excessiva.

Quase 2% tiveram a presença de manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, fissuras ou trincas por movimentação higroscópica e eflorescências devido a umidade, por fim 1,6% apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, trincas por deformação excessiva e eflorescências devido a umidade.

No Gráfico 9 destaca-se que, das edificações que tiveram a presença de duas ou mais patologias pouco mais de 55% apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, e fissuras ou trincas por movimentação higroscópica. Em segundo lugar tem-se as manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, juntamente com as trincas por deformação excessiva representando 18,1% desse grupo de edificações.

4.4.1. Idade das edificações que apresentaram duas ou mais patologias

Nesse tópico será apresentado as edificações finalizadas em um determinado período de tempo, e as edificações que no primeiro semestre do ano de 2023 foi possível evidenciar a presença de duas ou mais patologias. Estes dados estão representados no Quadro 9 e Gráfico 10 a seguir.

**Quadro 9 — Número de edificações finalizadas e que apresentaram duas ou mais patologias
(continua)**

Intervalo tempo	Edificações finalizadas neste período	Edificações que apresentaram duas ou mais patologias neste período de tempo	Porcentagem de edificações que apresentaram duas ou mais patologias neste período de tempo (%)
> 11 anos	100	31	31,0%
10 -11 anos	33	17	51,5%
9 - 10 anos	43	13	30,2%
8 - 9 anos	48	17	35,4%

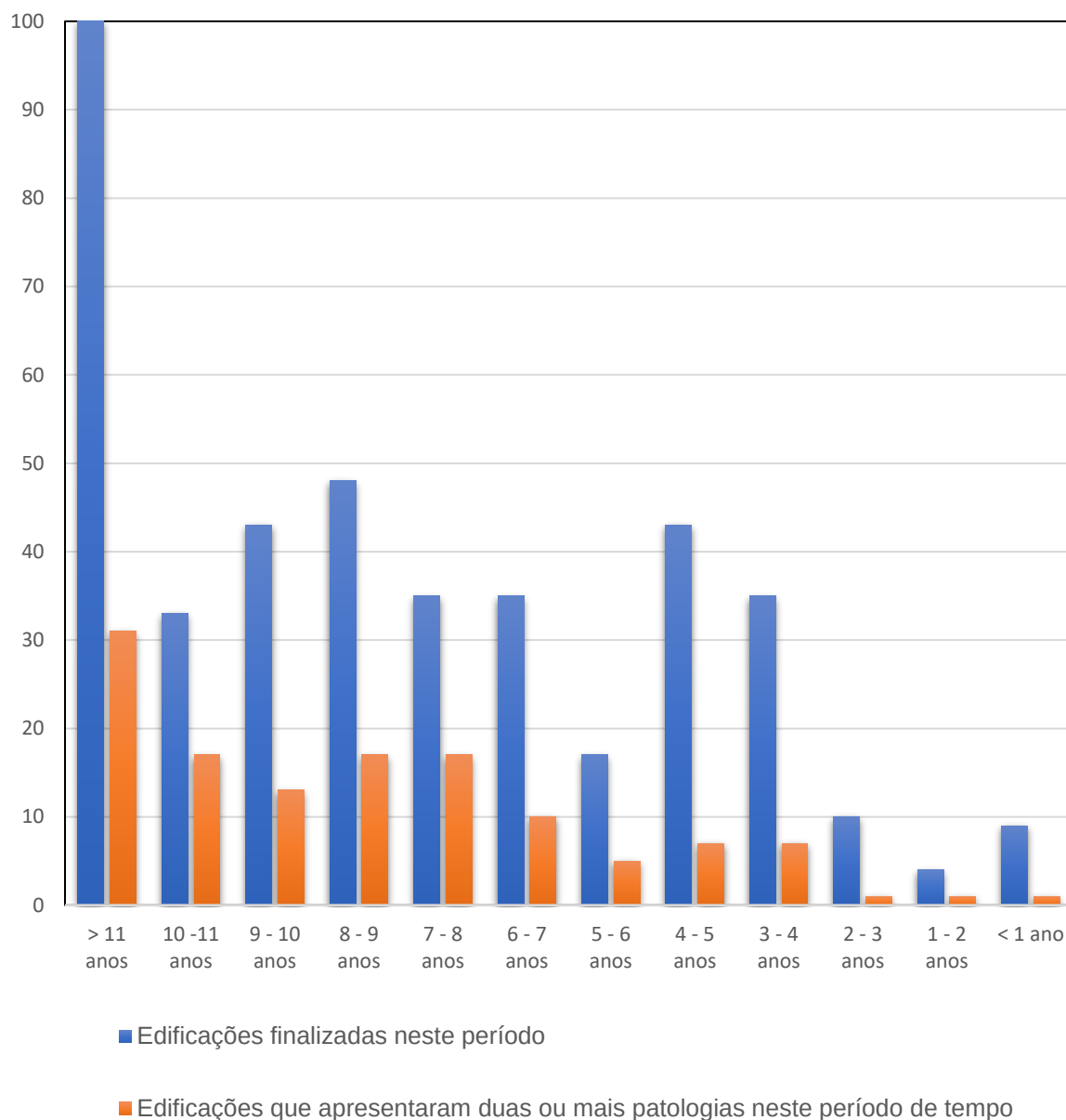
**Quadro 9 — Número de edificações finalizadas e que apresentaram duas ou mais patologias
(conclusão)**

Intervalo tempo	Edificações finalizadas neste período	Edificações que apresentaram duas ou mais patologias neste período de tempo	Porcentagem de edificações que apresentaram duas ou mais patologias neste período de tempo (%)
7 - 8 anos	35	17	48,6%
6 - 7 anos	35	10	28,6%
5 - 6 anos	17	5	29,4%
4 - 5 anos	43	7	16,3%
3 - 4 anos	35	7	20,0%
2 - 3 anos	10	1	10,0%
1 - 2 anos	4	1	25,0%
< 1 ano	9	1	11,1%

Fonte: Autor, 2023

No Quadro 9 acima, pode-se analisar a quantidade de edificações finalizadas em um determinado período de tempo, e as edificações que no primeiro semestre do ano de 2023 apresentaram duas ou mais patologias.

Gráfico 10 — Presença de duas ou mais patologias, por idade da construção



Fonte: Autor, 2023

No Gráfico 10 pode-se observar que 31% das edificações com mais de 11 anos foi possível perceber no levantamento feito no ano de 2023 que apresentaram duas ou mais patologias, já nas edificações com idades entre 10 e 11 anos a taxa foi superior a 51%, em seguida tem-se que 30,2% das residências com idades entre 9 e 10 anos apresentaram duas ou mais patologias.

Nas construções com idades entre 8 e 9 anos e 7 e 8 anos, os resultados foram respectivamente de 35,4% e 48,6%, por outro lado, nas edificações com idades entre

6 e 7 anos os dados obtidos foram de 28,6%, seguindo a ordem tem-se que as residências com idades entre 5 e 6 anos os resultados foram de 29,4%.

Partindo agora para as construções com idades entre 4 e 5 anos tem-se que o resultado foi de pouco mais de 16%, nas construções com idades entre 3 e 4 anos a taxa foi de 20%, nas edificações com idades entre 2 e 3 anos os resultados foram de 10%, 25% foi o resultado das edificações com idades entre 1 e 2 anos, e por último tem-se as edificações com idade inferior a 1 ano apresentou resultado de 11,1%.

Analisando o Gráfico 10 pode-se destacar período das edificações com idades entre 10 e 11 anos, no qual apresentaram a maior porcentagem dentro os outros períodos analisados tendo como taxa de incidência 51,5%.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo as análises obtidas ao longo do trabalho são discutidas, bem como hipóteses levantadas que poderão dar melhor entendimento sobre alguns resultados. Desse modo, as opiniões tratadas neste capítulo buscam ampliar a visão sobre os resultados já obtidos.

5.1. Expressividade das edificações afetadas

Quando o trabalho foi iniciado, tinha-se a hipótese de que poderia haver um número relevante de edificações que apresentassem algum tipo de patologia visível nas fachadas das edificações de alto padrão, especificamente no condomínio fechado em que o trabalho foi realizado. Essa hipótese surgiu após várias observações feitas *in loco*.

Após a análise dos dados encontrados, a hipótese levantada no início foi confirmada, mostrando que aproximadamente 69% das edificações apresentaram algum tipo de patologia visível.

5.2. Patologia com maior incidência

Ao analisar os dados encontrados constatou-se que a patologia que teve maior incidência foram as manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, apresentando taxa de incidência de 51,5% em relação ao total de edificações existentes no condomínio e, ao analisar apenas as edificações que apresentaram patologias a porcentagem é de 74,9%.

Com essa informação é possível estabelecer algumas possibilidades, uma delas é sobre o modo como estão sendo executadas as pingadeiras. Caso não seja feita a vedação dos espaços entre as pingadeiras de forma correta, pode ocorrer a infiltração por esses espaços vazios, no qual a umidade poderá percorrer toda platibanda podendo ocasionar então as manchas.

Uma outra opção seria sobre a integridade dessas pingadeiras, apresentando mal estado podem prejudicar o desempenho da sua função. Ainda pode-se levantar uma terceira situação, que é sobre a impermeabilização dessas platibandas, caso não haja essa impermeabilização também é uma situação que pode ocasionar infiltrações.

5.3. Comportamento geral das patologias

Após análise de todos os gráficos que mostram as edificações e suas idades, pode-se perceber que na maioria dos casos, o número de casos de patologias que puderam ser identificadas aumenta de forma considerável com passar dos anos.

É importante ressaltar de forma geral, que as edificações estudadas estão apresentando patologias que podem ser visivelmente identificadas de forma bastante precoce. Um exemplo disso é que 100% das edificações com idades entre 1 e 2 anos apresentaram algum tipo de patologia.

Nas edificações com idades entre 10 e 11 anos 100% das edificações também apresentaram algum tipo de patologia que pode ser visivelmente identificada. Já se esperava realmente que a porcentagem fosse maior, devido a idade dessas edificações e, por se tratar de fachadas no qual é uma área que está exposta 24 horas por dia todos os dias.

Porém mesmo assim é uma porcentagem bastante alta quando se leva em consideração os padrões das edificações. Nessa perspectiva, pode-se ligar então um sinal de alerta, para o modo como estão sendo executadas as edificações.

Dando como possíveis motivos para essas ocorrências, a falta de qualificação da mão de obra, a forma errônea da utilização dos materiais, a falta de padronização nos processos de execução, a veracidade do acompanhamento técnico e, da qualidade profissional do responsável técnico, entre outras hipóteses que podem ser apontadas nesse caso.

Nas edificações com idades entre 1 e 2 anos a taxa de ocorrência também foi de 100%, porém a quantidade de edificações existentes nesse período foi bastante pequena, mas isso não justifica a ocorrência, na verdade potencializa as hipóteses apontadas no parágrafo anterior.

Em edificações com idades maiores, já era esperado que a incidência fosse maior, por outro lado em edificações mais recentes, esperava-se que não fosse haver grandes porcentagens referentes a algum tipo de patologia. Nesse sentido as considerações feitas para as edificações com idades entre 10 e 11 anos, são também aplicadas aqui.

5.4. Situações analisadas nos gráficos

Após analisar todos os gráficos relacionados às idades das edificações pôde-se constatar como já citado no tópico 5.3 que grande parte das incidências aumentavam conforme o tempo, porém foi possível perceber outra situação em comum nos gráficos.

No Gráfico 4 (pág. 87), exemplifica as edificações que apresentaram manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda devido a umidade, mostrando às idades das construções, há dois intervalos que apresentam porcentagens bastante parecidas, que porem se contrastam devido a diferença de idade, essas porcentagens são 75,8% nas edificações com idades entre 10 e 11 anos, e 75% nas edificações com idades entre 1 e 2 anos.

Essa situação reafirma as hipóteses sobre má qualidade com que estão sendo desenvolvidas as edificações, desde a fase de projeto, má qualidade dos materiais e execução da obra.

Nesse sentido pode-se levantar alguns questionamentos, como por exemplo sobre a origem dessa manifestação patológica. Ela pode ter surgido na execução do serviço como já citado anteriormente no tópico 5.2, no momento do assentamento das pingadeiras, ou na execução da impermeabilização das platibandas, pode ter se originado também por alguma falha no projeto de impermeabilização, ou pela falta desse projeto.

Uma outra possibilidade da origem dessas patologias pode estar no uso dos materiais, seja a utilização, qualidade ou armazenamento destes materiais utilizados para execução das pingadeiras, além de que a dosagem incorreta dos materiais pode ser outro fator. Ainda é possível que haja também negligência por parte dos responsáveis técnicos da edificação.

O Gráfico 5 (pág.90) mostra as edificações que apresentaram fissuras ou trincas devido a movimentação higroscópica, identificando às edificações e suas idades, ocorre a seguinte situação, em edificações com idades entre 7 e 8 anos a taxa de incidência é de 40% superior as edificações com idades maiores que 11 anos, em que a porcentagem é de 26%.

Sabendo que um dos motivos para ocorrência de fissuras por movimentação higroscópica são os efeitos naturais do ambiente, como chuvas e variação da umidade

do ar, a porcentagem das edificações com idade superior a 11 anos deveria ser teoricamente superior por existir a mais tempo.

No Gráfico 6 (pág. 92) onde mostra as edificações que apresentaram eflorescências devido a umidade, identificando às edificações e suas idades, situação parecida com a apresentada no Gráfico 5 (pág. 90).

Nas edificações com idades entre 2 e 3 anos a taxa de incidência é de 40% enquanto nas edificações com idade superior a 11 anos a taxa foi de apenas 7%. Ainda é possível extrair a seguinte informação que mostra mais uma vez que as patologias estão aparecendo de forma precoce, se for somado o quantitativo de edificações que apresentaram eflorescências do período de 5 a 6 anos de idade até as edificações com menos de 1 ano de idade resultam num valor superior a 40% das edificações totais que apresentaram eflorescência.

Portanto, é possível afirmar que as edificações com idade até 6 anos representam mais de 40% das edificações afetadas por eflorescência.

No Gráfico 7 (pág. 95), mostra as edificações que apresentaram trincas por deformação excessiva e suas idades, nesse gráfico tem-se também uma situação bastante importante. As residências que apresentaram maior taxa foram as com idades entre 10 e 11 anos, tendo taxa de 36,4%.

Essa informação mostra que as edificações com 11 anos de idade estão apresentando deformações excessivas com prazo muito curto de idade, visto que construções são feitas, para durar por muitos anos, e que a estrutura, parte primordial de uma edificação tem que ser durável.

Para efeito de comparação, de acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2013) o tempo de vida útil de projeto de estruturas de concreto armado deve ser igual ou superior a 50 anos.

Já nas edificações com idade superior a 11 anos tiveram um valor de 6%, bastante inferior às edificações com idades entre 10 e 11 anos, visto que as incidências aumentam conforme o tempo no gráfico.

A suposição para ocorrência das situações apresentadas tanto no Gráfico 5 (pág. 90) quanto no Gráfico 6 (pág. 92) e 7 (pág. 95), é de que possa ter ocorrido intervenções feitas pelos proprietários, para reforma das edificações já que as eflorescências assim como as fissuras ou trincas por movimentação higroscópica também impactam bastante de forma negativa no aspecto visual da fachada.

No caso das trincas por deformação excessiva, além de haver um impacto visual negativo, devido comprometimento estético, pode haver também uma preocupação maior por parte dos proprietários, em relação a estabilidade da estrutura.

É possível perceber também nos Gráficos 5 (pág. 90) e 6 (pág. 92), que as taxas de incidência começam a cair perto dos períodos de 7 a 8 anos em diante, dessa forma, imagina-se que por já haver um certo tempo de existência da edificação alguns moradores que têm casas com mais de 7 anos podem querer reformar as fachadas de suas residências.

5.5. Duas ou mais manifestações patológicas

Em relação as edificações que apresentaram duas ou mais patologia pode-se destacar que as manchas de infiltração nas pingadeiras e platibanda juntamente com as fissuras ou trincas por movimentação higroscópica foram as principais patologias que puderam ser identificadas acontecendo ao mesmo tempo, no momento do levantamento. Esse dado é bastante importante pois mostra que as duas patologias que tiveram maior incidência também ocorreram de forma simultânea.

Ao analisar de forma geral as edificações que apresentaram duas ou mais patologias pode-se encontrar situações parecidas com as citadas no tópico 5.4, nos gráficos 5, 6 e 7. Neste caso observou-se no Gráfico 10 (pág.103) que a porcentagem de edificações com duas ou mais patologias são maiores em residências com idades entre 10 e 11 anos do que em edificações com mais de 11 anos de idade. Evidenciando também neste gráfico a mesma hipótese já citada anteriormente, referente a possíveis reformas nas fachadas.

6. CONCLUSÃO

Neste capítulo é apresentado a conclusão do trabalho juntamente com as questões pertinentes para o entendimento final e encerramento do trabalho.

6.1. Conclusão geral

Após extrair todas as informações e levantamentos feitos em campo, foi analisado todos os quadros e gráficos produzidos, chegando nas seguintes conclusões a seguir.

De uma forma geral o número de ocorrência de manifestações patológicas em fachadas cresce conforme o passar dos anos. Porém, pode-se perceber que a porcentagem de incidência em edificações mais recentes também foi muito grande, quando comparada às edificações daquele mesmo intervalo de tempo.

Houve dois intervalos analisados que tiveram bastante relevância. Foram nos intervalos em que haviam edificações com idades entre 10 e 11 anos e, edificações com idades entre 1 e 2 anos. Nesses dois períodos pode-se perceber que 100% dessas residências apresentaram algum tipo de manifestação patológica em suas fachadas, que puderam ser visualizadas após a inspeção visual em campo.

Dessa forma, observa-se que, de uma forma geral as edificações apresentaram manifestações patológicas de forma precoce, tanto relacionadas às fissuras e trincas quanto às relacionadas a manchas e infiltração.

Nesse sentido pode-se levantar possíveis motivos para ocorrência precoce desses casos, por exemplo:

- a) Má qualidade dos projetos: Como já comentado anteriormente várias patologias podem ter origem na fase de projeto. Nesse sentido cabe ressaltar também a possibilidade de que algumas das manifestações patológicas tenham sido originadas nessa fase. Os efeitos do concreto como a fluência ao longo do tempo por exemplo, podem não ter sido considerados no projeto estrutural, ocasionando então um deslocamento excessivo levando a ocorrência de trincas. Nos projetos de impermeabilização podem haver falhas ou falta de detalhamentos, que impossibilitam que o projeto seja executado com excelência, dando então brechas para infiltrações.

- b) Falta de qualificação da mão de obra de execução: É possível notar que a qualidade da mão de obra na construção civil no Brasil é bastante problemática. Por não ter nenhuma barreira que qualifique e selecione os profissionais para atuarem nessa área, é muito fácil o acesso a profissões como pedreiro, servente e mestre de obra. Nesse sentido, não é necessário ter nenhum grau de escolaridade, ou curso para atuar nessas profissões citadas. Não se pode generalizar, existem grandes profissionais nas profissões exemplificadas acima. Porém como foi evidenciado nos resultados uma quantidade considerável de manifestações patológicas, entende-se também que um dos motivos para essas ocorrências está ligado à má qualidade da mão de obra responsável pela execução do serviço.
- c) Falta de padronização nos processos de execução: Os processos de execução são muito importantes para uma edificação, aliás é por meio deles que são executados todos os serviços. Quando não se tem um controle de qualidade dessas etapas construtivas, não se têm uma referência para poder qualificar se o serviço está sendo ou não executado dentro dos padrões aceitáveis. As Fichas de Verificação de Serviço (FVS) são uma forma de aferir se os processos estão dentro dos padrões, nelas contêm os parâmetros de cada serviço e suas tolerâncias. Porém, percebe-se que esse controle pode não estar ocorrendo devido os resultados obtidos.
- d) Falha no acompanhamento por parte dos responsáveis técnicos: O acompanhamento técnico é de suma importância para que a obra seja realizada da melhor forma sem desperdícios, com qualidade e durabilidade. Visto isso, entende-se que pode ter havido negligências por parte dos responsáveis que acompanharam as obras deste condomínio, devido tamanha expressividade das porcentagens de edificações que foram afetadas com alguma patologia. É importante ressaltar que 100% das edificações com idades entre 1 e 2 anos apresentaram algum tipo de manifestação patológica em suas fachadas.
- e) Baixa qualidade profissional dos responsáveis técnicos: Assim como o acompanhamento técnico é importante para realização de uma obra que

tenha qualidade, a qualificação do profissional técnico também é necessária. Mesmo que haja acompanhamento técnico diariamente, caso o responsável não tenha pleno entendimento do que está sendo realizado, de nada adiantou o acompanhamento. A qualidade da formação técnica tem grande peso nesse quesito, porém como a área da construção civil é bastante ampla, pode acontecer também de profissionais migrarem para uma área diferente. Dessa forma pode ocorrer uma falta de experiência no momento da inspeção técnica da obra, levando a ocorrência de negligências.

- f) Baixa qualidade dos materiais utilizados: Quando se trata de edificações de alto padrão, imagina-se que os materiais utilizados serão em grande parte de boa qualidade. Entretanto pode ocorrer o uso de um material de má qualidade, devido a um equívoco por parte de quem está realizando o pedido dos materiais. Ou o responsável que efetuou o pedido pode estar querendo economizar nos materiais, realizando então a compra de materiais com desempenho inferior. Essa decisão pode gerar inúmeros casos de patologia, pois quanto menor o desempenho do material menor a durabilidade. É importante destacar que 80% das edificações com idades entre 2 e 3 anos apresentaram algum tipo de manifestação patológica.
- g) Dosagem incorreta dos materiais utilizados: Além da qualidade dos materiais, a dosagem para utilização dos materiais deve ser respeitada de acordo com fabricante. É necessária atenção nesse momento pois mesmo que o material seja de boa qualidade, o uso incorreto acarretará também em incidências patológicas. É possível ver em algumas obras que não há muitos parâmetros para utilização desses materiais, além de causar desperdício, o material não irá trabalhar da maneira que foi projetado pelos fabricantes, por isso a necessidade de identificar o rendimento e modo de preparo dos materiais.

Em edificações com idades maiores já se esperava que a incidência fosse ser superior, por outro lado, em edificações mais recentes esperava-se que não fosse haver grandes porcentagens referentes a algum tipo de patologia.

Porém os resultados mostraram que a porcentagem foi bastante relevante nos dois cenários. Esses resultados potencializam ainda mais as eventualidades citadas anteriormente referente aos principais motivos para ocorrência desses casos.

Como o estudo de caso foi realizado no primeiro semestre de 2023, supõe-se que algumas edificações com mais de 7 anos de idade já sofreram alterações em suas fachadas. Nesse sentido o levantamento realizado não conseguiu identificar as residências que já passaram por essa alteração. Por isso entende-se que algumas edificações mais antigas não apresentaram porcentagens superiores às mais recentes em alguns casos, devido essas possíveis alterações já realizadas.

6.2. Quebra de paradigmas na Construção Civil

É preciso que haja uma mudança na mentalidade de como são realizadas as edificações de concreto armado no Brasil. Mudanças em relação à essência da construção, de modo a garantir uma melhor durabilidade para todas as edificações, independentemente dos padrões. O uso de novas técnicas e atualização de normas, às tornando mais exigentes em relação a deslocamentos nos componentes estruturais. Como pode ser visto no Quadro 1 (pág.66), em comparação aos limites de deslocamento das outras instituições, e de estudos feitos, a norma brasileira se apresenta bastante permissiva.

Uma outra questão para abordar é a responsabilidade do profissional que executa uma obra, realiza projetos e presta consultorias. Seria muito importante que após a graduação os profissionais da construção civil realizassem uma prova para validação do conhecimento profissional, para que assim ele pudesse ser habilitado para exercer uma função na construção civil. Aliás a responsabilidade de um engenheiro ou arquiteto é grande, são vidas que estão envolvidas em um projeto.

6.3. Sugestões para trabalhos futuros

Os trabalhos relacionados a condomínios fechados, com enfoque em edificações de alto padrão são muito escassos, mas são edificações que têm grande expressividade. Em Goiânia há uma grande quantidade de condomínios fechados, além de que, nas cidades vizinhas como Aparecida de Goiânia e Senador Canedo, há um grande aumento desse tipo de condomínio.

Nesse sentido, sugere-se que trabalhos similares sejam realizados, principalmente que os futuros trabalhos comparem com os resultados obtidos com os nesse trabalho.

Essa comparação tem grande importância para que possa ser visto em outros condomínios se as patologias são parecidas com as encontradas neste trabalho ou se há diferença entre os condomínios.

Podem ser realizados trabalhos que separem as edificações em casas térreas e sobrados analisando se há diferença de incidências patológicas de um tipo de edificação para outro. Dessa forma mostrando qual a porcentagem em relação a elas.

A análise de patologias na parte interna dessas edificações é uma possibilidade para trabalhos futuros. Podem ser feitos estudos de casos que busquem identificar quais são os tipos de patologias encontrados no interior dessas residências.

Uma última sugestão é a realização de trabalhos que comparem também o número de patologias encontradas em edificações de condomínios de alto padrão com edificações de condomínios de médio ou baixo padrão.

REFERÊNCIAS

- ANTONELLI, G. R.; CARASEK, H.; CASCUDO, O. **Levantamento das manifestações patológicas de lajes impermeabilizadas em edifícios habitados de Goiânia, GO**. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2002, Foz do Iguaçu. Anais [...]. Foz do Iguaçu, 2002. p. 1415-1424.
- BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de construção: volume 1**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- BERTI, J. V. M.; SILVA JÚNIOR, G. P.; AKASAKI, J. L. **Estudo da origem, sintomas e incidências de manifestações patológicas do concreto**. Revista Científica ANAP Brasil, [s. l.], v. 12, n. 26, p.33-47, 2019. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/2228. Acesso em: 22 de out. 2022.
- BRASIL, Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 15575-1 - Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013.
- BRASIL, Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.
- BRASIL, Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 9575 - Impermeabilização - Seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2003.
- BRASIL, Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 12654 - Controle tecnológico de materiais componentes do concreto**. Rio de Janeiro, 1992.
- BOTSAI, E. *et al.* **The Architect's Guide to Preventing Water Infiltration**. 1. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc, 2010.
- CCAA (Cement Concrete Aggregates).; Standards Australia (AS). **Reinforced Concrete Design in accordance with AS 3600—2009**. Australia, 2011.
- CNI (Confederação Nacional Da Indústria). **Falta de trabalhador qualificado**. Brasília, DF. 2011. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/61/74/61749e0e-b6da-4c2c-83ef-f38333626149/se38abr2011.pdf. Acesso em 23 de mai. de 2023.
- CREMONINI, R. A. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares na Região de Porto Alegre: recomendações para projeto, execução e manutenção**. 1988. 153 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.
- DAL MOLIN, D. C. C. **Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamentos de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul**. 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.
- ESTADÃO. **Pesquisa CAU Brasil/DATAFOLHA 2022 - Cada vez mais os brasileiros procuram assistência técnica especializada na hora de reformar ou construir**. São Paulo, SP. 2015. Disponível em: https://www.estadao.com.br/blogs/blog/wp-content/uploads/sites/41/2022/05/caudatafolhaapresentacao_250520220251.pdf. Acesso em: 28 de mai. de 2023.
- FRANCO, L. S; MEDEIROS, J. S. **Prevenção de trincas em alvenarias através do emprego de telas soldadas como armadura e ancoragem**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo-USP, 1999.
- GONÇALVES, Teresa Cláudio Diaz. **Salt crystallization in plastered or rendered walls**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Técnica de Lisboa Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2007.

- HELENE, Paulo. **Manual para Reparo Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. 2. ed. São Paulo: Editora Pini Ltda, 1992.
- HELENE, Paulo. **A Nova NB 1/2003 (NBR 6118) e a Vida Útil das estruturas de concreto**. In: II Seminário de Patologia das Edificações do LEME/UFRGS. Anais [...]. Porto Alegre, 2004. 25 p.
- HUSSEIN, Jasmim Sadika Mohamed. **Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais na cidade de Campo Mourão–PR**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.
- IBDA - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. Fórum da Construção — **Entenda como surgem manchas de umidade e resolva o problema**. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=36&Cod=1582>. Acesso em: 23 de nov. 2022.
- MELLO, V. F. B.; TEIXEIRA, A. H. **Mecânica dos solos, fundações e obras de terra: mecânica dos solos**. 2. Ed. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 1963.
- Masonry Standards Joint Committee (MSJC) - **Building Code Requirements and Specification for Masonry Structures, Produced in the United States of America**, 2013.
- NEVES, A. Eflorescência: saiba tudo sobre essa manifestação patológica. Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/eflorescencia> . Acesso em 18 de nov. 2022.
- NASCIMENTO, Otávio Luiz do. **Manual de Construção em Aço: alvenarias**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2004.
- OLIVEIRA, T. S.; CARDOSO, A. C. S. **Deformação lenta das estruturas de concreto armado e suas manifestações patológicas**. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 10, n. 2, páginas 160-171, 2018.
- SCHMIDT, Richard Williann. **O Impacto da rotatividade da mão de obra terceirizada no setor da construção civil - estudo de caso**. Criciúma, SC. 2011. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/handle/1/909>>. Acesso em 4 de fev. de 2023
- SILVA, Luiza Kilvia da. **Levantamento de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado no estado do Ceará**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
- SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.
- SENISSE, Juliana Alves de Lima. **Estudo do efeito do agregado cerâmico com diferentes porosidades no comportamento mecânico e de retração livre e restringida de concretos, visando o uso de resíduos de construção e demolição como agente de cura interna**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios: Causas prevenção e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2020.
- VERÇOZA, E. J. **Patologia das edificações**. Porto Alegre: Editora Sagra, 1991.
- YÁZIGI, W. **A técnica de edificar**. 10 ed. rev. e atual. São Paulo: Pini. Sinduscon/SP, 2009.