



**ANÁLISE DAS CAUSAS E ORIGENS DE MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO E COMO REPARÁ-LAS –
ESTUDO DE CASO**

CURITIBA

2017



FÁBIO SOARES GUTIERREZ
RENAN SÉRGIO MACCAGNAN

**ANÁLISE DAS CAUSAS E ORIGENS DE MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO E COMO REPARÁ-LAS –
ESTUDO DE CASO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Pós-Graduação em Engenharia de
Avaliações e Perícias, Pós-Graduação *lato sensu*,
do Instituto IDD como requisito parcial para
obtenção do Grau de Especialista em Engenharia
de Avaliações e Perícias.

Prof. Orientador: Maurício Bianchini. M.sc

CURITIBA

2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaríamos de agradecer a Deus pela oportunidade de poder estudar e se dedicar para nosso aprimoramento como profissionais.

Ao professor Mauricio Bianchini pela relevante contribuição e orientação ao nosso aprendizado.

Aos familiares e amigos e todos que colaboraram de alguma maneira que nos apoiaram e estiveram presentes nos momentos de alegria e de dificuldades.

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DAS CAUSAS E ORIGENS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO E COMO REPARÁ-LAS.

Por

**FÁBIO SOARES GUTIERREZ
RENAN SÉRGIO MACCAGNAN**

TRABALHO APROVADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ESPECIALISTA EM ENGENHARIA DE
AVALIAÇÕES E PERÍCIAS, DO INSTITUTO IDD, PELA COMISSÃO
FORMADA PELOS PROFESSORES A SEGUIR MENCIONADOS.

Curitiba (PR) 07 de fevereiro de 2018.

Prof. M.Sc. Maurício Bianchini

Prof. M.Sc. Kirke Andrew Wrubel Moreira

Prof. M.Sc. Luis César de Luca

RESUMO

O presente trabalho possui como objetivo a determinação das causas e origens das manifestações patológicas ocorrentes em uma edificação unifamiliar, construída a partir da metade da década de 90, localizado no município de Curitiba-PR. A inspeção técnica no imóvel foi realizada afim de se determinar por motivos econômicos na construção, deficiência na qualificação de profissionais, estudos preliminares inadequados que afetam a edificação ecologicamente e a ausência de recursos tecnológicos que influenciaram no aparecimento de manifestações patológicas nos ambientes encontrados. Para a identificação dos problemas mais incidentes foram realizadas inspeções visuais, assim como relatório fotográfico, o mapeamento das manifestações patológicas de acordo com a distribuição dos cômodos, caracterização da situação atual do imóvel quantificando e diferenciando o tipo de anomalia que mais estava afetando cada cômodo tanto fisicamente quanto visualmente. Para auxiliar na segurança tanto do imóvel quanto do usuário, foi elaborado um manual prático de reparos para os principais problemas encontrados para que os mesmos não voltem a ocorrer. Verificou-se a ocorrência de 11 manifestações patológicas distintas na edificação, como a presença de fissuras, trincas e rachaduras; problemas de umidade; dilatação térmica; e descolamento de revestimento da pintura. Constatou-se a necessidade de execução, manutenção preventiva e da segurança dos usuários que ali habitam e visitam o imóvel, especialmente quanto aos problemas mais aparentes encontrados nas alvenarias do lado direito do imóvel, como quem olha da rua.

Palavras chave: edificação unifamiliar, manifestações patológicas, problemas, inspeção, origens e causas.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Origem das manifestações patológicas.....	19
Figura 2. Método de resolução de problemas e melhoria de processos	24
Figura 3. Lei de evolução de custos.	26
Figura 4. Proliferação de fungos	28
Figura 5. Eflorescência devido à percolação da água	29
Figura 6. Descolamento com Empolamento	30
Figura 7. Descolamento em placas.....	31
Figura 8. Descolamento com Pulverulência.....	32
Figura 9. Vesícula no revestimento.....	33
Figura 10. Fissuras mapeadas.....	36
Figura 11. Fissuras horizontais no revestimento.....	37
Figura 12. Fissuras horizontais no revestimento por ataque de sulfatos	37
Figura 13. Fissuras por carga localizada	38
Figura 14. Fissuração em parede submetida a sobrecarga.....	39
Figura 15. Fissuras ocasionadas por recalque entre pilares	40
Figura 16. Fissuras ocasionadas por alteração do solo	40
Figura 17. Fissura horizontal provocada pela dilatação da laje de cobertura....	42
Figura 18. Fissura vertical por expansão da alvenaria.....	43
Figura 19. Deformação do suporte maior que da viga superior.....	44
Figura 20. Deformação do suporte menor que da viga superior.....	44
Figura 21. Deformação do suporte e viga superior igual.....	45
Figura 22. Configurações típicas de fissuras por sobrecargas	45
Figura 23. Configurações típicas de fissuras térmicas	46
Figura 24. Configuração típica de fissuras por retração-expansão.....	47
Figura 25. Configurações típicas das fissuras devido deformações	48
Figura 26. Configurações típicas de fissuras devidas ao recalque das fundações	49
Figura 27. Fissuras devidas as reações químicas e detalhes construtivos	50
Figura 28. Dilatação térmica em piso cerâmico.....	51

Figura 29. Aplicação das juntas de movimentação.....	52
Figura 30. Localização da residência na cidade de Curitiba.....	59
Figura 31. Frente do imóvel em estudo.....	59
Figura 32. Pavimento inferior da residência unifamiliar	63
Figura 33. Pavimento superior da residência unifamiliar	64
Figura 34. Trincas em alvenaria provocadas por recalque da fundação.....	65
Figura 35. Trincas em alvenaria provocadas por recalque da fundação.....	66
Figura 36. Trincas em alvenaria provocadas por recalque da fundação.....	66
Figura 37. Rachaduras em rodapé provocadas por recalque da fundação.....	67
Figura 38. Trinca em alvenaria provocada por ação do peso da viga	68
Figura 39. Trinca em alvenaria provocada por ação do peso da viga	68
Figura 40. Fissuras horizontais devido deformações diferenciadas	69
Figura 41. Trinca diagonal devido deformações diferenciadas	70
Figura 42. Trinca horizontal próximo a parte superior da janela.....	70
Figura 43. Trinca diagonal próximo a parte inferior da janela	71
Figura 44. Trinca diagonal próximo a parte inferior da janela na parte externa	71
Figura 45. Trinca diagonal próximo a parte inferior da janela	72
Figura 46. Trinca diagonal próximo a parte superior da janela	72
Figura 47. Fissura vertical e deslocamentos por empolamento	73
Figura 48. Dilatação térmica em piso devido a variação de temperatura.....	74
Figura 49. Fissuras horizontais e diagonais no revestimento argamassado	75
Figura 50. Fissuras mapeadas e incidência de descolamento com pulverulência	75
Figura 51. Fissuras mapeadas	76
Figura 52. Má aderência da pintura em alvenaria.....	77
Figura 53. Má aderência, fissuras mapeadas e empolamento.....	77
Figura 54. Manchas de umidade na base da parede em estágio inicial	78

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Frequência das manifestações presentes na edificação	
.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Origens da umidade e respectivos locais de identificação.....	27
Tabela 2 - Comparação entre método de coleta de dados.	57
Tabela 3 - Descrição dos acabamentos dos elementos existentes.....	60

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	3
FOLHA DE APROVAÇÃO	4
RESUMO	5
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	6
LISTA DE GRÁFICOS	8
LISTA DE TABELAS	9
SUMÁRIO	10
1. INTRODUÇÃO	13
1.1. PROBLEMA	14
1.2. OBJETIVOS	14
1.2.1. Objetivo Geral	14
1.2.2. Objetivos Específicos	14
1.3. JUSTIFICATIVAS	15
1.3.1. Tecnológicas	15
1.3.2. Econômicas	15
1.3.3. Sociais	16
1.3.4. Ecológica	16
1.4. HIPÓTESE	17
1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	17
1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1. INTRODUÇÃO	19
2.2. QUALIDADES E DESEMPENHOS DE UMA EDIFICAÇÃO	21
2.3. DURABILIDADE E VIDA ÚTIL	24
2.4. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS CONSTRUÇÕES	25
2.4.1. Umidade	26

2.4.1.1.	Proliferação de fungos	27
2.4.1.2.	Eflorescência.....	28
2.4.2.	Descolamentos	29
2.4.2.1.	Descolamento com empolamento	30
2.4.2.2.	Descolamento em placas	30
2.4.2.3.	Descolamento com pulverulência	32
2.4.3.	Vesículas	32
2.4.4.	Fissuras e Trincas	33
2.4.4.1.	Fissuras em revestimentos argamassados	35
2.4.4.2.	Fissuras causadas devido atuação de sobrecarga	37
2.4.4.3.	Fissuras causadas devido a recalque de fundação.....	39
2.4.4.4.	Fissuras causadas devido a movimentações térmicas.....	41
2.4.4.5.	Fissuras causadas devido a movimentações higroscópicas 42	
2.4.4.6.	Fissuras causadas devido a deformação dos componentes estruturais 43	
2.4.5.	Dilatação e expansão térmica	50
2.5.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DE INSPEÇÃO	52
3.	ESTUDO DE CASO	58
3.1.	EDIFICAÇÃO ESTUDADA.....	58
3.2.	MÉTODO ESCOLHIDO PARA PESQUISA.....	60
3.3.	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA EM CAMPO	61
3.3.1.	Coleta de dados.....	62
4.	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	63
4.1.	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS ...	64
4.1.1.	Frequência das manifestações patológicas.....	78
5.	MANUAL PRÁTICO DE REPAROS	80
5.1.	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIA (INTERNA E EXTERNA) E ESTRUTURA.....	80
5.1.1.	Fissuras, trincas e rachaduras	80
5.1.2.	Empolamento e eflorescência provocadas por umidade..	83

5.2.	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PISOS	84
5.2.1.	Dilatação de pisos e revestimentos.....	84
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	85
6.1.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
6.2.	RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	87
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

1. INTRODUÇÃO

Na construção civil, a patologia das construções é a área que estuda todo e qualquer fenômeno que afeta o desempenho do edifício, seja ele físico, econômico ou estético. Essa perda de desempenho pode ocorrer, entre outras razões, devido a projetos mal detalhados, falta de critérios durante a execução do serviço, baixa qualidade e emprego inadequado dos materiais aplicados, manutenção inadequada do edifício, agentes de degradação que atuam na edificação com o decorrer do tempo, métodos construtivos. Tais fenômenos causam manifestações patológicas ou não conformidades, ou seja, sintomas resultantes de falhas em algumas das etapas do processo construtivo da edificação e mecanismos de degradação (RODRIGUES, C. A, 2013).

Assim, por analogia com a ciência médica, a patologia das construções é o ramo da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos de ocorrência, as causas e origens das doenças ou defeitos que ocorrem nas construções, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema (HELENE. P, 2007).

O estudo de caso trata-se de um sobrado de dois pavimentos de habitação unifamiliar localizado na Zona Leste da cidade de Curitiba, no estado do Paraná, que foi construído há cerca de vinte anos. Foi realizada no local uma inspeção visual interna e externamente do estado do imóvel a determinação das principais causas e origens das manifestações patológicas que foram encontradas (fissuras, trincas, eflorescências, empolamento, dilatação de pisos, entre outros) provocadas tanto nas estruturas de concreto (pilares, lajes e vigas) quanto na alvenaria e nos revestimentos da residência ao longo de sua vida útil, sendo que ao longo desse período a edificação foi sujeita a alguns processos de reformas e modificações, o que pode ter contribuído para o aparecimento de determinadas manifestações patológicas. A inspeção foi realizada com o auxílio de materiais de inspeção e anotações de medidas das manifestações assim como a determinação do aparecimento das mesmas com o auxílio de duas pessoas, sendo possível chegar a uma conclusão para o tratamento e desaparecimento das mesmas evitando que edificação possa atingir o estágio de ruína.

1.1. PROBLEMA

As manifestações patológicas como a formação de fissuras, trincas, infiltrações, eflorescências, corrosões etc. estão cada vez mais frequentes ao longo da vida das edificações as quais podem inferir na estética e na durabilidade das características estruturais da obra.

Sendo assim, quais são as principais causas e origens do aparecimento de manifestações patológicas da residência em estudo?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Analisar as possíveis causas e origens das manifestações patológicas na residência do estudo e possíveis soluções para reparos das mesmas na edificação.

1.2.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- i. Realizar inspeção visual da edificação da residência unifamiliar;
- ii. Detectar os principais problemas ocasionados pelas manifestações patológicas;
- iii. Mapear as principais manifestações patológicas encontradas;
- iv. Diagnosticar as origens e causas das manifestações patológicas;
- v. Apresentar procedimento de recuperação das manifestações patológicas e como evitar futuros problemas.

1.3. JUSTIFICATIVAS

1.3.1. Tecnológicas

Na construção moderna, agilidade com qualidade são fatores de extrema importância às construtoras, que se preocupam em realizar o empreendimento em tempos recordes, adotando-se tecnologias avançadas, mas não levando em consideração um planejamento de prevenções e manutenções futuras nas edificações, surgindo assim, patologias que comprometem a estrutura e a estética dos edifícios (FONSECA, 2015).

Outro fator que deve ser analisado nesta etapa é a qualidade da mão de obra do quadro de funcionários. É comum ocorrerem erros que geram patologias quando se usa mão de obra desqualificada ou até mesmo mão de obra qualificada, que não esteja ambientada para uma nova tecnologia, ou ainda usá-la fora de sua área de especialização (TRINDADE, 2015).

Cada vez mais a tecnologia passa ser instrumento de gestão organizacional, deixando de ser vista como um diferencial competitivo para se tornar uma realidade (TRINTIM, ALESSANDRE e SANTOS, EDUARDO, 2010).

1.3.2. Econômicas

Segundo Ripper e Souza (2001) As causas da deterioração podem ser as mais diversas, desde o envelhecimento natural da estrutura até os acidentes, e até mesmo a irresponsabilidade de alguns profissionais que optam pela utilização de materiais fora das especificações, na maioria das vezes por alegadas razões econômicas.

Manifestações patológicas podem gerar custos de manutenção, reparo, ou outros, que variam de forma exponencial com o tempo, ou seja, quanto mais tarde for tratada, maior será o custo agregado (KRUG, 2006).

Na tentativa de racionalizar as construções, buscar o máximo de economia, e com maior conhecimento dos materiais, procura-se o limite que estes podem alcançar, aumentando as chances de ocorrência de manifestações patológicas (PERES, 2012).

1.3.3. Sociais

O trabalho colaborativo entre equipes de engenheiros e projetistas geograficamente distribuídos, tem o potencial de reduzir tempo para o desenvolvimento do produto, reduzindo custo e aumentando a qualidade do produto final. As formações de equipes de trabalho colaborativo proporcionam processos de trabalhos mais eficientes, diminuem o número de viagens e aumentam de oportunidades de interação pessoal em diferentes campos de trabalho (JOHANSON & TÖRLIND, 2004).

Segundo Ripper e Souza (2001) Os defeitos construtivos são falhas bastante frequentes, tendo origem, na grande maioria dos casos, na deficiência de qualificação profissional da equipe técnica, o que pode levar a estrutura a manifestar problemas patológicos significativos.

1.3.4. Ecológica

A construção civil é o maior consumidor de recursos naturais da economia, podendo responder pelo consumo de até 75% dos recursos naturais extraídos, causando com isso um grande impacto no meio ambiente; sendo que uma grande parcela destes recursos é destinada ao setor habitacional (TRIANA, 2007).

É urgente a identificação das características técnicas que propiciem a execução de um edifício ecologicamente correto tais como: condicionamento de ar, posicionamento de fachada em relação à nascente/poente do sol, destinação de resíduos sólidos, reuso de água dentre outros. Também, uma profunda reflexão das principais causas de um estudo preliminar inadequado ou apressado da fase inicial

do projeto, tais como: falta de observação da orientação magnética, análise incoerente quanto ao correto uso da edificação, preocupação somente com questões financeiras construtivas sem projeção de custos de manutenção desta edificação (CORRÊA,2009).

1.4. HIPÓTESE

Serão determinadas manifestações patológicas de diversas naturezas expostas nos ambientes, como elas foram originadas e causadas da residência em estudo.

1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizada uma inspeção na residência unifamiliar em estudo de diversas manifestações patológicas encontradas, obedecendo as principais definições de normas técnicas da ABNT das diferenças destas manifestações, consultas em websites, trabalhos relacionados ao tema como dissertações e artigos, além de revisões bibliográficas.

A construção foi escolhida devido ao aparecimento de manifestações patológicas como trincas, fissuras, empolamento e infiltrações nas alvenarias em determinadas partes do imóvel, além da facilidade ao acesso a construção para inspeção, registrando as irregularidades e descrevendo através de relatório fotográfico das manifestações patológicas nos cômodos da residência e existência de projeto arquitetônico.

De posse das informações de caracterização da edificação escolhida, realizaram-se inspeções na residência, contemplando: inspeção visual; relatório fotográfico; o mapeamento das manifestações patológicas encontradas; croquis para identificação da distribuição de ambientes; caracterização da situação atual da edificação.

Desta maneira, através das informações e de dados disponíveis pode-se fazer um estudo da caracterização atual do imóvel e das principais origens e causas

das manifestações patológicas encontradas, e posteriormente determinar melhores soluções para o reparo e prevenção destas anomalias encontradas.

1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho estrutura-se sendo abrangido em sete capítulos, de acordo com os seguintes assuntos abordados.

O Capítulo 1 apresenta a elaboração das considerações iniciais, contendo: introdução, problema, objetivos, justificativas, hipótese e procedimentos metodológicos deste trabalho.

O Capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica, que comenta sucintamente todos os assuntos pertinentes que o trabalho apresenta com relação ao tema de estudo, incluindo toda contextualização e descrição das principais manifestações patológicas causadas em uma edificação unifamiliar, juntamente com a metodologia de avaliação adotada pela fundamentação teórica do tema abordado.

Um estudo minucioso dos casos de manifestações patológicas encontrados nessa construção será apresentado no capítulo 3, explicando como a inspeção foi realizada e indicando os principais problemas detectados.

No capítulo 4 será feita uma análise de resultados obtidos da pesquisa desenvolvida em campo para as manifestações patológicas presentes no imóvel, onde serão apresentadas as suas possíveis causas e origens para o aparecimento das mesmas discutida no capítulo 2.

A partir da análise dos resultados foi elaborado um Manual Prático de Reparos (Capítulo 5) para as manifestações patológicas encontradas.

Em seguida, serão tratadas as considerações finais deste trabalho no capítulo 6, relacionados no alcance aos objetivos propostos nele, e propor sugestões de futuras investigações relacionadas ao tema.

No capítulo 7 citam-se as referências bibliográficas utilizadas para a realização deste trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. INTRODUÇÃO

A ciência da patologia das construções pode ser entendida como o ramo da engenharia que estuda os sintomas, causas e origens dos vícios construtivos que ocorrem na construção de edificações. A partir do estudo das fontes dos vícios, é possível de se evitar que a ocorrência de problemas patológicos se torne algo comum nas edificações modernas (DO CARMO, 2003).

As principais causas dos problemas patológicos em estruturas de concreto estão na fase da execução, seguidas pela concepção e projeto, materiais e por fim problemas com utilização e outras causas, como exemplo, o desgaste natural dos materiais (GONZALEZ, 2015).

A Figura 1 representa os índices percentuais das etapas de uma obra que originam as manifestações patológicas:

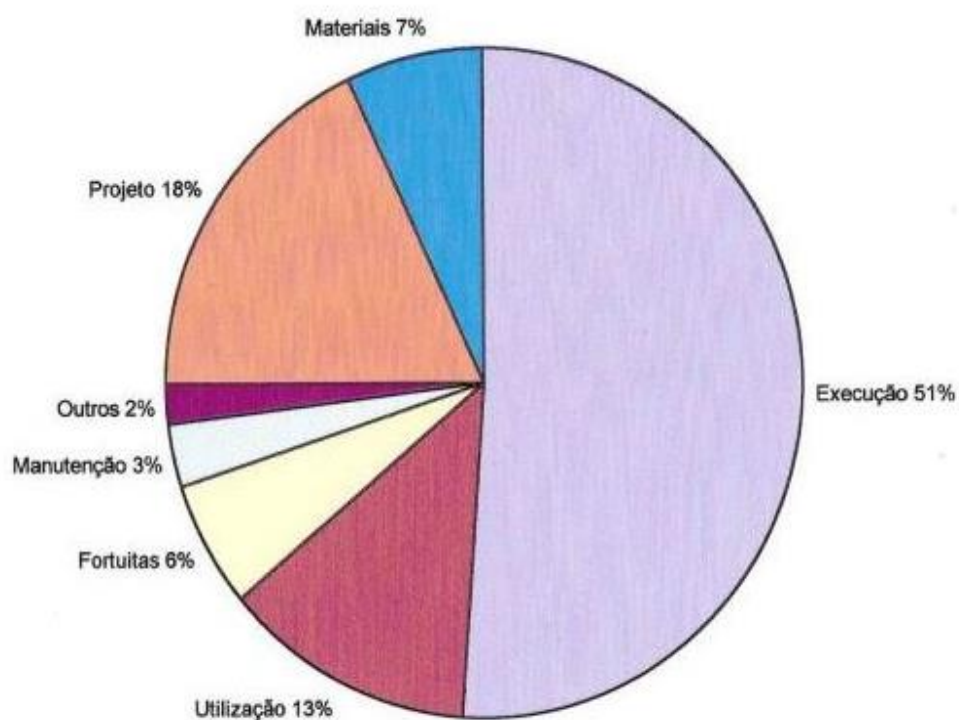


Figura 1. Origem das manifestações patológicas (Silva e Jovon, 2011).

As características locais, bem como a cultura de manutenção das edificações, são determinantes para o surgimento de manifestações patológicas. Mas tudo depende da qualidade do projeto, da construção, do uso e da manutenção. Edificações que realizarem melhor essas etapas terão incidência menor de patologia (TUTIKIAN, 2012).

Desde os primórdios da civilização já era possível se observar uma preocupação da sociedade com o desempenho das obras construídas. Em 1700 A.C., o código de Hamurabi já impunha regras básicas para punição dos responsáveis, caso algum tipo de colapso na estrutura viesse a ocorrer. Com tamanha intimidação, os riscos de ruína tornavam-se praticamente nulos (ANTONIAZZI, 2014).

Designa-se ainda genericamente por patologia das construções o campo da engenharia civil que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência de falhas, tais fatores trazem à tona a necessidade de uma adequada sistematização dos conhecimentos nesta área, para posterior diagnóstico e geração de planos de intervenção para resolução das manifestações apresentadas. A resolução de um problema patológico envolve um conjunto complexo de procedimentos a serem feitos, a prática profissional usada na análise destes problemas tem sido muitas vezes caracterizada pela falta de uma metodologia cientificamente reconhecida e comprovada prevalecendo em muitas situações a experiência profissional do engenheiro, obtida ao longo dos anos e a utilização de métodos empíricos de análise prévia, tal fator é relevante quando se mostra necessária uma análise pormenorizada e individualizada do problema, quando estes se mostram mais complexos (DO CARMO, 2003).

Yazigi (2003) relata os maiores esforços para introduzir na construção civil a qualidade total e garantida, pois segundo o autor, as metodologias e conceitos relativos à qualidade e desempenho funcional nasceram para a indústria da transformação, sendo necessário adequar as tais teorias para a construção civil, devido a sua complexidade e características. Dentre elas se destacam:

- Utilização de mão-de-obra intensiva e pouco qualificada, caracterizando-se pela eventualidade, baixa remuneração, alta

rotatividade e baixa possibilidade de promoção, gerando baixa motivação;

- Utilização de especificações complexas e, por vezes, conflitantes e confusas;
- Criação de produtos únicos, raramente seriados;
- O produto geralmente é único na vida do usuário;
- As responsabilidades são dispersas e pouco definidas e
- O grau de precisão é menor do que o utilizado em outras indústrias.
- Reconhecida como indústria nômade;
- Impossibilidade de aplicar produção em série (produto passando por operários fixos), mas sim produção centralizada (operários móveis em torno de um produto fixo);
- Realização de parte de seus trabalhos sob intempéries;

2.2. QUALIDADES E DESEMPENHOS DE UMA EDIFICAÇÃO

A qualidade da construção depende essencialmente da qualidade dos projetos, sendo que de todos os projetos necessários à execução de uma edificação, o projeto de arquitetura tem papel fundamental, visto que as informações básicas para o desenvolvimento dos projetos subsequentes têm origem em definições estipuladas no projeto arquitetônico como: partido estrutural, magnitude dos vãos, arranjo dos sistemas prediais, etc. No entanto, a análise crítica do projeto arquitetônico se torna demasiado difícil já que aspectos como custo, materiais, técnicas e processos construtivos se associam a aspectos subjetivos como simbolismo, sensibilidade e criação (THOMAZ, 2001).

Segundo a norma NBR15575/2013 – Desempenho de Edifícios Habitacionais a construção deve apresentar um nível satisfatório de segurança contra a ruína e não apresentar avarias ou deformações e deslocamentos que prejudiquem a funcionalidade do SC ou dos sistemas contíguos, considerando-se as combinações de ações passíveis de ocorrerem durante a vida útil de projeto da edificação habitacional.

Os principais requisitos a serem garantidos em uma edificação são: segurança estrutural, estanqueidade à água, conforto hidrotérmico, conforto acústico e durabilidade. Estes requisitos podem ser prejudicados por manifestações patológicas aparentes, as quais devem ser evitadas e corrigidas (THOMAZ, 2001).

1. Segurança estrutural: é avaliada para o estado-limite último (ELU), aquele que determina a ruína, e para o estado limite de utilização (ELS), que limita a formação de fissuras, deformações, falhas localizadas e outras avarias que possam comprometer a utilização da edificação, sua durabilidade e a satisfação dos usuários.
2. Estanqueidade à água: a presença de água nas edificações pode causar avarias as mesmas e pode ser consequência de águas de chuva, vazamento em tubulações, água de lavagem e de serviços de manutenção, umidade do solo que, por capilaridade, ascende pelos componentes construtivos e a água remanescente das atividades de construção do edifício. Os efeitos da água podem comprometer a estabilidade e as condições de habitabilidade do edifício. Dentre eles destacam-se: variação dimensional dos materiais e componentes construtivos, como consequência da variação de umidade, originando fissuras; proliferação de micro-organismos, causando o aparecimento de manchas e eflorescências; aumento da transmissão de calor; redução de resistência de componentes; deterioração e destacamento de processos químicos, entre outros.
3. Conforto térmico: deve ser garantido por meio de emprego de matérias adequados e da qualidade dos serviços de aplicação dos mesmos. A grande variação de temperatura compromete não só a habitabilidade como também a durabilidade da edificação, podendo ocorrer avarias por grande dilatação e retração dos seus componentes.
4. Desempenho acústico: não coloca em risco a segurança nem a durabilidade da edificação, mas é importante para o conforto e a privacidade dos usuários.

5. Durabilidade da edificação: depende de quase todos os demais requisitos ditos anteriormente e também tem influência sobre todos. Tendo uma importância significativa dentre os demais requisitos.

Frente à demanda por habitação, cabe à indústria de construção civil focar na maximização da construção e minimização do tempo e do custo de execução, sem deixar de garantir o desempenho desejável à edificação. Esse esperado crescimento de eficiência dos processos de produção tem sido impulsionado, também, pelas novas tendências do mercado, como aumento da competitividade e a maior exigência dos consumidores. Uma importante consequência deste conjunto de fatores é o aumento da preocupação com a qualidade da habitação por parte dos clientes deste setor (MOCH, 2009).

Na Norma Brasileira – NBR – ISO 9000/2005 - Sistemas de Gestão de Qualidade, o termo de qualidade é definido como grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos, sendo que requisito é entendido como necessidade ou expectativa que é expressa, geralmente, de forma implícita ou obrigatória.

Thomaz (2001) crê que apesar da necessidade de existir um mínimo de organização, a utilização de um método, planejamento eficaz, de acompanhamento e de burocracia; a utilização das normas NBR ISO 9000 ou outros modelos devem servir apenas como uma base para estruturar o sistema visto que o sistema de qualidade deverá ser compatível com as realidades estruturais e conjunturais da empresa, o autor conclui que independentemente da tecnologia utilizada, em qualquer setor produtivo, sempre haverá a possibilidade na racionalização dos processos, a economia de insumos, o desenvolvimento do produto e a otimização de sua qualidade, para isso, o autor sugere que as variáveis que atuam num processo que envolve várias etapas sejam analisadas separadamente conforme o método de resolução de problemas e melhoria de processos, apresentado na Figura 2 a seguir.



Figura 2. Método de resolução de problemas e melhoria de processos (THOMAZ, 2001).

2.3. DURABILIDADE E VIDA ÚTIL

A NBR 6118/2014 – Projeto de estruturas de concreto define vida útil de projeto como o período de tempo durante o qual se mantêm as características das estruturas de concreto, sem intervenções significativas, desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e pelo construtor.

Também a durabilidade dos diversos tipos de componentes de construção pode ser determinada com o envelhecimento em uso, ou avaliada com o envelhecimento natural ou acelerado (DIAS e JONH, 2005).

A degradação prematura das edificações ou suas partes, e a consequente redução de desempenho, é um problema frequente em todo o mundo. Esta deterioração ocorre devido, sobretudo, ao envelhecimento precoce das mesmas, o qual geralmente é desencadeado pela baixa qualidade dos materiais de construção empregados, por problemas de projeto e execução e falta de manutenção (DEMOLINER e POSSAN, 2013).

A norma NBR15575/2013 – Desempenho de Edifícios Habitacionais, em seu Anexo C conceitua vida útil como uma medida temporal da durabilidade de um edifício ou de suas partes. Esta mesma norma também cita que para bens duráveis, de alto valor unitário e geralmente de aquisição única, como é o caso de uma habitação, a sociedade tem de impor outros fatores referenciais para regular

o mercado e evitar que prevaleça o custo inicial em detrimento do custo global de uma construção inadequada venha a comprometer o valor do bem e a prejudicar o usuário. O estabelecimento em lei, ou em normas, da VU mínima se configura como o principal referencial para edificações habitacionais, principalmente para as habitações subsidiadas por toda a sociedade, desde as classes mais favorecidas para as menos favorecidas economicamente.

Normalmente, a vida útil é expressa em anos, sendo estabelecida pela maioria das normas e códigos do concreto uma vida útil de projeto (VUP) mínima de 50 anos para a maioria das estruturas e 100 anos para estruturas civis, como obras de infraestrutura, pontes, viadutos, barragens entre outras (DEMOLINER e POSSAN, 2013).

2.4. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS CONSTRUÇÕES

A patologia pode ser entendida como a ciência que se encarrega de entender e estudar os problemas da construção civil: suas origens, suas causas, suas manifestações e o mecanismo principal de deterioração (HELENE *et al*, 2004).

Os problemas patológicos, salvo raras exceções, apresentam manifestações externas características, a partir das quais se pode deduzir a sua natureza, origem e os fenômenos envolvidos, assim como estimar suas prováveis consequências. Estes sintomas, também denominados de lesões, danos, defeitos ou manifestações patológicas, podem ser descritos e classificados, orientando um primeiro diagnóstico, a partir de observações visuais detalhadas efetuadas por profissional experiente e com vasto conhecimento técnico (HELENE e PEREIRA, 2007).

Os custos de reparos são muito elevados, visto que muitas das manifestações patológicas poderiam ser evitadas com planejamento e investimento em projetos mais detalhados, seguindo a boa prática, com a contratação de matérias e mão de obra qualificada e treinamento dos trabalhadores envolvidos no processo (TAGUCHI, 2010).

A Figura 3 mostra a evolução dos custos de reparo em relação ao tempo e as fases de correção:

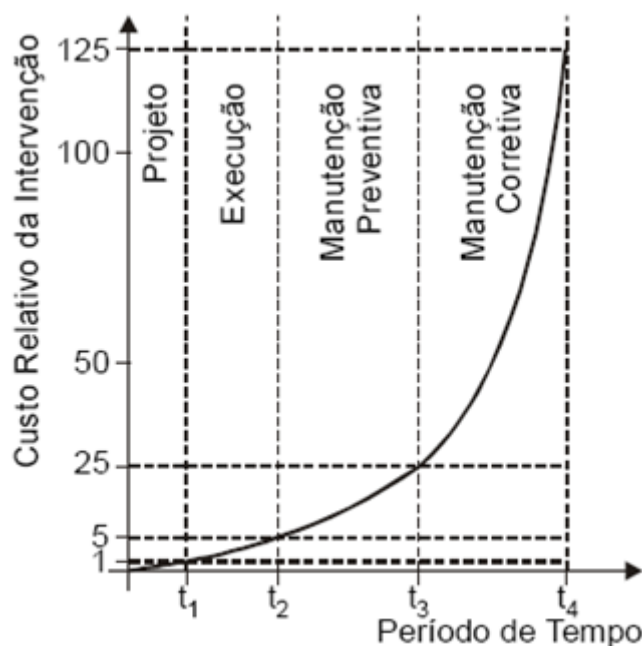


Figura 3. Lei de evolução de custos (SITTER, 1984).

2.4.1. Umidade

Segundo Souza (2008) na construção civil, os defeitos mais comuns são decorrentes da penetração de água ou devido à formação de manchas de umidade. Esses defeitos geram problemas bastante graves e de difíceis soluções, tais como prejuízos de caráter funcional da edificação; desconforto dos usuários e em casos extremos os mesmos podem afetar a saúde dos moradores; danos em equipamentos e bens presentes nos interiores das edificações e diversos prejuízos financeiros.

A umidade pode provocar descascamento em que, junto com a película de tinta, sai também parte do reboco e costuma ficar esfarelado por baixo. Sua caracterização é pela destruição da pintura, que se esfarela, destacando-se da superfície juntamente com partes do reboco (ILIESCO, 2007).

A umidade nas construções pode ter as seguintes origens: a própria construção; a capilaridade; a precipitação pluviométrica; os vazamentos em redes hidráulicas; a condensação (SOUZA, 2008).

Segundo Braga (2010), A grande maioria dos problemas é causada nos pequenos detalhes, seja na fase de projeto, execução ou manutenção. Os problemas com relação à umidade estão presentes em todas as fases de uma edificação, sendo a prevenção a melhor solução.

A Tabela 1 mostra as principais origens e os respectivos locais de ocorrência de umidade em uma construção.

ORIGENS DA UMIDADE	LOCAL ENCONTRADO
Proveniente da execução da construção	Confecção do concreto; confecção de argamassas; execução de pinturas.
Oriunda das chuvas	Cobertura (telhados); paredes; lajes de terraços.
Trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Terra, por meio do lençol freático.
Resultante de vazamentos de redes de água e esgotos	Paredes; telhados; pisos; terraços.
Condensação	Paredes, forros e pisos; peças com puçá ventilação; banheiro, cozinha e garagens.

Tabela 1 - Origens da umidade e respectivos locais de identificação (Klein *apud* Souza, 2008, adaptada pelo autor)

As principais manifestações patológicas causadas por umidade são a Proliferação de fungos, Surgimento de vesículas, Descolamento com empolamento, Descolamento em placas, Descolamento com Pulverulência e a Eflorescência, a serem abordadas nos próximos tópicos (SANTOS, 2008).

2.4.1.1. Proliferação de fungos

A incidência de umidade constante propicia a proliferação de fungos na superfície, que tende a desagregar o revestimento. Este efeito se agrava em áreas não expostas ao sol (CINCOTTO, 1988).

Allsopp, Seal e Salvadori (2010) destacam que esporos de fungos, vivos ou mortos, especialmente quando presentes em grande quantidade, podem desencadear processos alérgicos, como as rinites ou a asma em usuários de ambientes contaminados.

Segundo Nascimento e Cincotto (2003), os compostos orgânicos utilizados como fonte de alimento pelos fungos filamentosos podem ser encontrados em vários materiais utilizados na construção civil.

O mofo ou bolor causa alteração estética nos revestimentos de fachada e paredes, criando manchas escuras de umidade, podendo ser na cor preta, marrom ou verde. Além da questão estética, a proliferação de fungos pode trazer problemas respiratórios aos moradores, se tornando um assunto importante para a qualidade dos ambientes internos (SHIRAKAWA, 1995).

A Figura 4 a seguir ilustra um caso de proliferação de fungos no revestimento de uma parede.



Figura 4. Proliferação de fungos (Construtora Vion)

2.4.1.2. Eflorescência

A eflorescência pode ser definida como depósitos cristalinos de cor branca que surgem na superfície do revestimento, resultante da migração e evaporação de soluções aquosas salinizadas (SANTOS e SILVA FILHO, 2008)

Santos e Silva Filho (2008) ainda acrescenta:

Os depósitos acontecem quando os sais solúveis nos componentes das alvenarias, nas argamassas de emboço, de fixação, de rejuntamento ou nas placas cerâmicas são transportados pela água utilizada na construção, na limpeza ou vinda de infiltrações, através dos poros dos componentes de revestimento. Esses sais em contato com o ar se solidificam, causando depósitos.

Este fenômeno pode ocorrer em qualquer elemento da edificação, e traz não apenas modificações estéticas como também pode ser agressivo, onde, devido aos sais constituintes, pode até causar degradação profunda (SOUZA, 2008).

Segundo Uemoto (1988), para que ocorra esta manifestação patológica, é preciso existir três fatores simultaneamente: o teor de sais solúveis presentes nos materiais, presença de água e pressão hidrostática para propiciar a migração da solução para a superfície.

A Figura 5 apresenta a ocorrência de eflorescência na fachada de uma edificação devido à percolação de água.

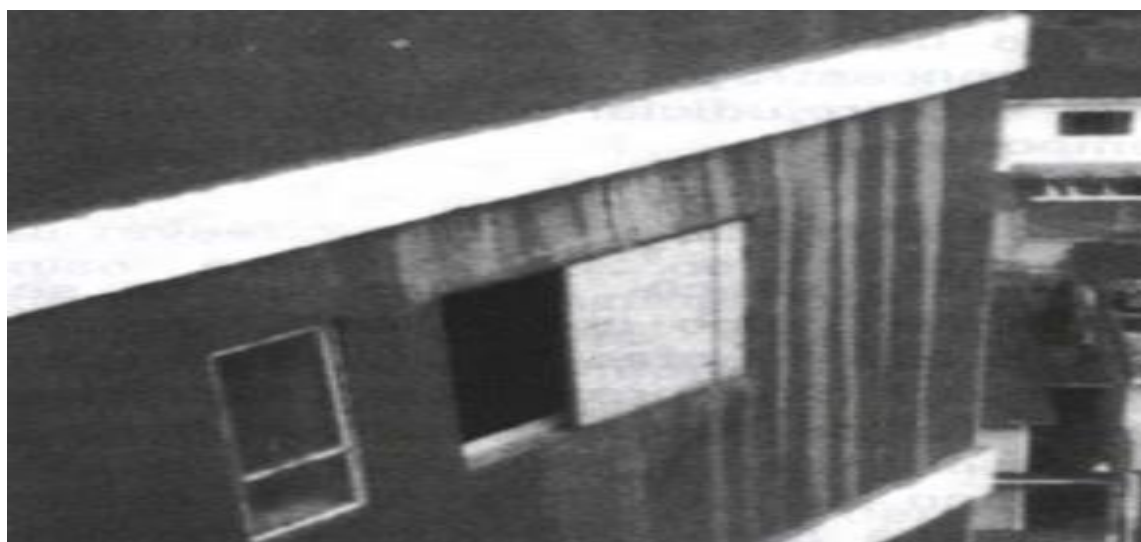


Figura 5. Eflorescência devido à percolação da água (UEMOTO, 1988)

2.4.2. Descolamentos

Descolamento nada mais é do que a separação de uma ou mais camadas de revestimento de argamassa. Apresenta uma extensão variável, desde a uma pequena área isolada ou a totalidade de uma alvenaria (BAUER, 1997).

Cincotto (1988) complementa dizendo que os revestimentos afetados por descolamentos apresentam sim cavo sob percussão.

Este tipo de manifestação patológica pode apresentar três diferentes características, sendo o descolamento com empolamento, em placas ou com pulverulência.

2.4.2.1. Descolamento com empolamento

O empolamento, que consiste na formação de bolhas derivadas da evaporação da água infiltrada nas paredes geralmente antecede o descolamento e o esfarelamento do revestimento. O descolamento com empolamento também pode acarretar o descascamento da pintura. Pode ser causado por problemas quanto ao preparo do substrato ou aplicação da tinta (MELO, 2012).

O descolamento com empolamento pode ser causado devido infiltração de umidade e por hidratação retardada do óxido de magnésio da cal que, ao se extinguir depois de aplicada, aumento de volume e se expande (CINCOTTO, 1988).

A Figura 6 a seguir apresenta um exemplo de descolamento com empolamento.



Figura 6. Descolamento com Empolamento (Caporrino - 2016)

2.4.2.2. Descolamento em placas

Esta manifestação apresenta descolamentos em forma de placas endurecidas, quebrando com dificuldade. As causas prováveis são: argamassa aplicada em camada muito espessa e/ou muito rica, ausência de chapisco, superfície da base muito lisa e/ou impregnada com substância hidrófuga e por fim,

superfície de contato com a camada inferior apresentando placas frequentes de mica (CINCOTTO, 1988).

Outra forma de reconhecer esta manifestação, é quando a placa, além se estar endurecida, também está quebradiça, desagregando-se com facilidade (SANTOS, 2008).

Bauer (1996 apud Barros et al., 1997) afirma que espessuras excessivas da argamassa, superiores a 2 cm, proporcionam comportamentos de dilatação e retração diferenciados entre a base e o revestimento, podendo provocar o seu descolamento.

Segundo Miranda (1994), o chapisco é necessário pois melhora as condições de aderência da argamassa de revestimento. O chapisco possui como característica alto teor de cimento, elevada granulometria e pequena espessura de aplicação, o que promove um aumento da rugosidade e consequentemente uma boa aderência.

A Figura 7 a seguir ilustra o descolamento em placa por falta de chapisco.



Figura 7. Descolamento em placas (CINCOTTO, 1988)

2.4.2.3. Descolamento com pulverulência

Segundo Bauer (1997) e Cincotto (1998) as principais causas do descolamento com pulverulência são: excesso de finos no agregado, traço pobre em aglomerante e/ou excessivamente rico em cal, ausência de carbonatação da cal, e execução de reboco em camada muito espessa.

Esta manifestação patológica apresenta a película de tinta se destacando junto com a argamassa, que se desagrega com facilidade da alvenaria (BARROS et al. 1997).

Materiais que se expandem em contato com a umidade, como por exemplo areia suja, silte, filito argiloso e gesso, quando empregados na composição do revestimento causam um aumento volumétrico da argamassa, podendo provocar a queda do revestimento (LEAL, 2003).

A Figura 8 mostra a ocorrência de descolamento com pulverulência em uma alvenaria.



Figura 8. Descolamento com Pulverulência (O autor, 2017)

2.4.3. Vesículas

A presença de materiais dispersos na argamassa que manifestam variação volumétrica com o passar do tempo é o que origina as vesículas nos revestimentos (BAUER 1997).

Para Cincotto (1988), o aspecto observado no interior das vesículas pode ser relacionado com o tipo de impureza existente nos agregados. As vesículas com interior na cor branca indicam ocorrência de hidratação retardada de óxido de cálcio da cal, o que causa a expansão do revestimento. Quando há presença de pirita ou matéria orgânica na areia, ocorre deterioração deste material estranho, causando expansão do revestimento. Neste caso o empolamento da pintura apresenta a parte interna na cor preta. Empolamentos com interior vermelho acastanhado são decorrentes da presença de concreções ferruginosas na areia, esta cor é causada pela oxidação do ferro. E por fim, quando as bolhas contêm umidade no interior, é caracterizada a aplicação prematura de tinta impermeável.

A Figura 9 representa um modelo de vesículas com interior na cor branca em uma alvenaria.



Figura 9. Vesícula no revestimento (THOMAZ, 1989).

2.4.4. Fissuras e Trincas

Incompatibilidade entre projetos de arquitetura, estrutura e fundações normalmente conduzem as tensões que sobrepõem a resistência dos materiais em seções particularmente desfavoráveis, originando problemas de fissuras. No Brasil é ainda muito comum a falta de diálogo entre os autores dos projetos mencionados e os fabricantes dos materiais e componentes da construção. Assim, projetam-se fundações sem levar-se em conta se a estrutura é rígida ou flexível, calculam-se estruturas sem considerarem-se os sistemas de vinculação e as propriedades

elásticas cos componentes de vedação, projetam-se vedações e sistemas de piso sem a consideração da ocorrência de recalques diferenciados e das acomodações da estrutura (THOMAZ, 2002).

Segundo Ercio Thomaz (2002) toda ênfase do trabalho é dada aos mecanismos de formação das fissuras, elemento cuja compreensão é substantiva para orientar decisões concernentes à recuperação de componentes trincados ou a adoção de medidas preventivas, incluindo-se aí a elaboração de projetos e a especificação e controle de materiais e de serviços. Com esse enfoque, e levando-se em conta que as fissuras são provocadas por tensões oriundas de atuação de sobrecargas ou de movimentações de materiais, dos componentes ou da obra como um todo, são analisados os seguintes fenômenos: movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade, atuação de sobrecargas ou concentração de tensões, deformabilidade excessiva das estruturas, recalques diferenciados das fundações, retração de produtos à base de ligantes hidráulicos e alterações químicas de materiais de construção.

Fissuração é uma manifestação patológica que pode indicar um aviso de um estado de perigo ou o comprometimento da durabilidade da obra e provocar o mal-estar dos usuários da edificação quanto a inseguranças devido à instabilidade da mesma (JÂCOME e MARTINS, 2005).

Segundo a NBR 9575/2010 – Projeto de impermeabilização, fissuras possuem abertura inferior a 0,5 mm, enquanto trincas possuem abertura entre 0,5 mm e 2,0 mm, e superior a 2,0 mm são consideradas rachaduras.

As fissuras originadas no processo de retração de argamassas e concretos se destacam como principais anomalias que resultam da umidade de construção, em que na sua grande maioria são ocasionadas por um controle menos rigoroso no desenvolvimento e execução de cura dos materiais, gerando modificações irreversíveis (SILVA, 2007).

Ioshimoto (1994) aponta que as causas podem ser, entre outras: trincas por recalque (acomodação do solo, da fundação, do aterro); trincas de retração (fissuramento da argamassa de revestimento, de piso cimentado); trincas por movimentação (movimentação da estrutura de concreto, do madeiramento do

telhado, da laje mista); trincas de amarração (falta de amarração nos cantos de paredes, no encontro da laje com paredes); diversos (concentração de esforços, impacto de portas e etc.).

Para o caso de alvenarias estruturais, a fissura é o tipo mais comum de manifestação patológica, podendo ocorrer por diversos fatores, como: má fabricação do bloco cerâmico nas olarias; péssimas condições de transporte e estocagem; falta de cuidado na hora da execução; controle de qualidade pouco eficaz por parte dos fornecedores; e mão de obra não especializada para realização deste serviço (CORRÊA, 2010).

A seguir são listadas algumas das causas mais usuais do fissuramento das estruturas:

- Erros de concepção;
- Carregamento;
- Cura mal realizada – ressecamento;
- Variação de temperatura;
- Retração;
- Acidentes;
- Erros de execução;
- Mal detalhamento do projeto;
- Recalques dos apoios.

2.4.4.1. Fissuras em revestimentos argamassados

Nas argamassas de revestimento, sem que haja movimentação ou fissuração da base, a incidência de fissuras geralmente está condicionada a fatores relativos à execução do revestimento argamassado, solicitações higrotérmicas, e principalmente por retração hidráulica (BAUER, 1997).

Segundo Cincotto (1988) o revestimento pode ainda apresentar fissuras decorrentes das reações expansivas da argamassa de assentamento por hidratação retardada do óxido de magnésio da cal ou por ataque de sulfatos.

As fissuras em revestimentos argamassados podem apresentar três aspectos diferentes, fissuras mapeadas, horizontais ou verticais.

As fissuras mapeadas têm forma variada e distribuem-se por toda a superfície do revestimento, sendo basicamente decorrentes da retração da argamassa de base (CINCOTTO, 1988).

A Figura 10 representa um modelo de fissuras mapeadas em um revestimento argamassado.



Figura 10. Fissuras mapeadas (IBDA, 2017)

Para Thomaz (2002), as principais causas de fissuração atreladas à retração da argamassa compreendem o consumo elevado de cimento, o teor de finos elevado e o consumo elevado de água de amassamento.

As fissuras horizontais em revestimentos argamassados são decorrentes da expansão da argamassa de assentamento por hidratação retardada do óxido de magnésio da cal, ou da expansão da argamassa de assentamento por ataque de sulfatos, ou devido à presença de argilo-minerais expansivos no agregado. Como a expansão da argamassa de assentamento ocorre predominantemente no sentido vertical, as fissuras se resultam no sentido horizontal (CINCOTTO, 1988).

A Figura 11 representa um modelo de fissuras horizontais no revestimento provocado pela expansão da argamassa de assentamento por hidratação retardada do óxido de magnésio da cal.

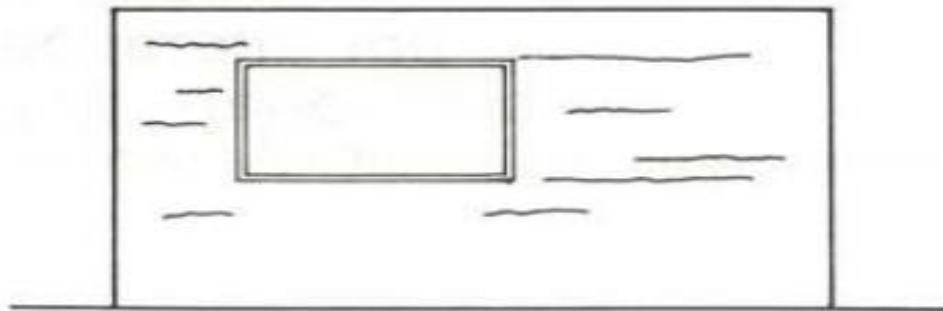


Figura 11. Fissuras horizontais no revestimento (THOMAZ, 2002)

Já a Figura 12 representa um modelo de fissuras horizontais no revestimento provocado pela expansão da argamassa de assentamento por ataque de sulfatos.

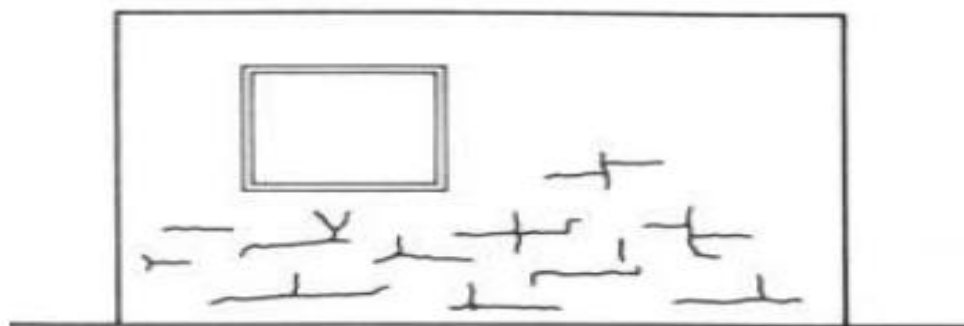


Figura 12. Fissuras horizontais no revestimento por ataque de sulfatos (THOMAZ, 2002)

2.4.4.2. Fissuras causadas devido atuação de sobrecarga

De acordo com Duarte (1998), as fissuras causadas por sobrecargas originam-se por excessivos carregamentos verticais de compressão nas paredes de alvenaria. Sua configuração é predominantemente vertical, possuindo como mecanismo de ruptura o surgimento de fissuras verticais por tração nos tijolos decorrentes de esforços horizontais induzidos pela argamassa de assentamento submetida à sobrecarga axial.

De acordo com Thomaz (2002), em trechos contínuos de alvenaria onde há sobrecargas uniformemente distribuídas, pode surgir tanto fissuras verticais como horizontais. As fissuras verticais são originadas devido a deformação

transversal da argamassa sob ações de flexão local dos componentes de alvenaria ou das tensões de compressão, enquanto as fissuras horizontais têm origem da ruptura por compressão dos componentes de alvenaria, da própria argamassa de assentamento, ou ainda de solicitações de flexão e compressão da parede.

Quando há sobrecarga localizada, pode ocorrer o aparecimento de fissuras inclinadas a partir do ponto de aplicação da sobrecarga. Em função da resistência à compressão dos componentes da alvenaria, também pode ocorrer ruptura no local de aplicação (DARDENGO, 2010).

A Figura 13 representa o aparecimento de fissuras inclinadas a partir do ponto de aplicação da sobrecarga.

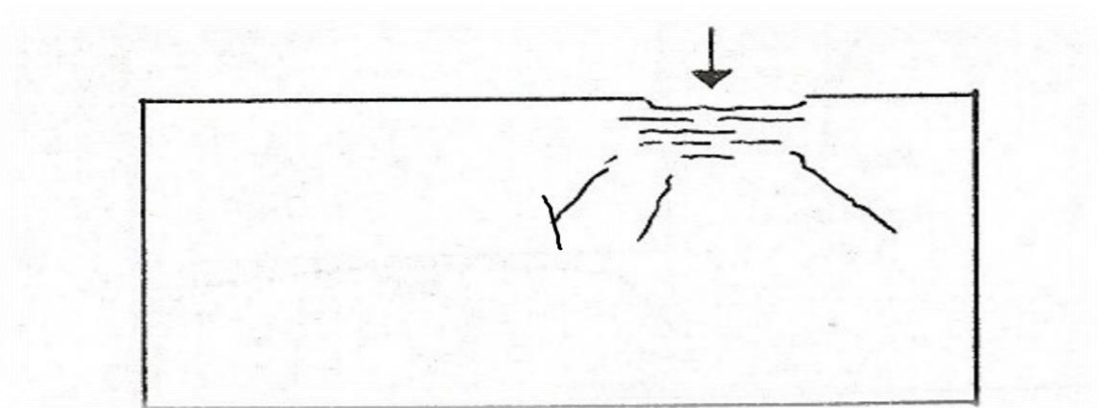


Figura 13. Fissuras por carga localizada (THOMAZ, 2002)

Outra situação que a sobrecarga pode causar fissuras, é quando há abertura na alvenaria (esquadrias). Este fenômeno ocorre, principalmente, por insuficiência de vergas e contravergas. Com o esforço de compressão, as fissuras tendem a se desenvolver a partir do ponto de maior concentração de tensões, que são os vértices das aberturas. Por isso a importância das vergas e contravergas adequadas (CAPORRINO, 2015).

A Figura 14 mostra o aparecimento de fissuras que se desenvolvem a partir dos vértices das aberturas devido à ausência de vergas e contravergas.

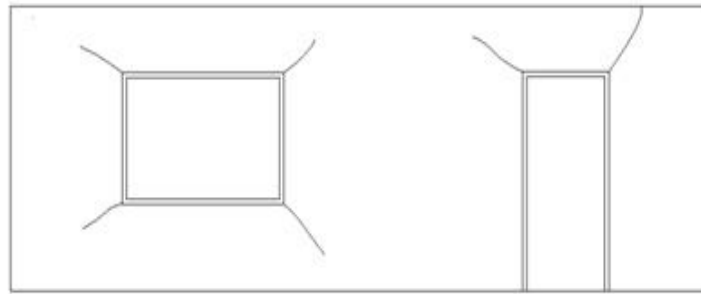


Figura 14. Fissuração em parede submetida a sobrecarga (THOMAZ, 2002)

2.4.4.3. Fissuras causadas devido a recalque de fundação

Duarte (1998) destaca que os prédios de alvenaria são estruturas rígidas com pouca tolerância para absorver deformações. Mesmo que as paredes tenham um momento de inércia alto para cargas verticais em função de sua altura, sua baixa resistência à flexão e ao cisalhamento provocam fissuras ao mínimo de deformações.

Conforme Magalhães (2004), o recalque diferenciado dos solos e a fissuração das construções, podem ser causadas por diversos fatores:

- Carga de trabalho superior à carga admissível do solo ou de camadas inferiores do solo;
- Falta de homogeneidade do solo;
- Rebaixamento do lençol freático ou incorporação de água em terrenos;
- Influência de cargas de entorno e vizinhança;
- Condições diferenciadas de apoio e carga, como prédios de altura variável ou uso de diferentes tipos de fundação;
- Erosão, escavação ou falha no subsolo;
- Influência de vegetação ou tubulação adjacente;
- Congelamento, inundações, vibrações ou terremotos.

A Figura 15 a seguir ilustra, segundo Magalhães (2004), a distribuição de fissuras causadas por recalque de fundações, de acordo com sua configuração.

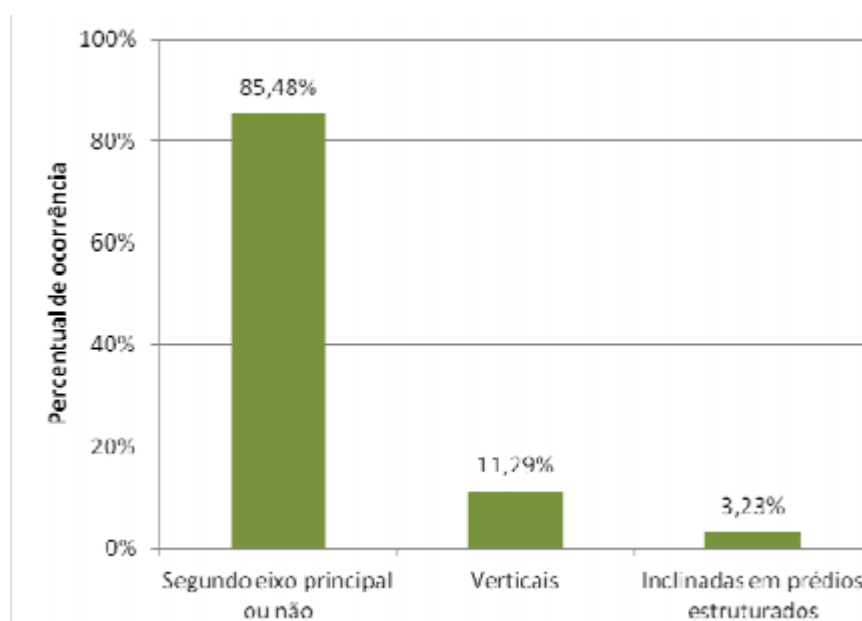


Figura 15. Fissuras ocasionadas por alteração do solo (Magalhães, 2004)

Com relação às fissuras inclinadas em prédios estruturados, Thomaz (2002) menciona que elas ocorrem devido ao recalque diferenciado entre pilares de concreto. Neste caso, as fissuras inclinam-se na direção do pilar que sofreu maior recalque, como mostra a Figura 16.

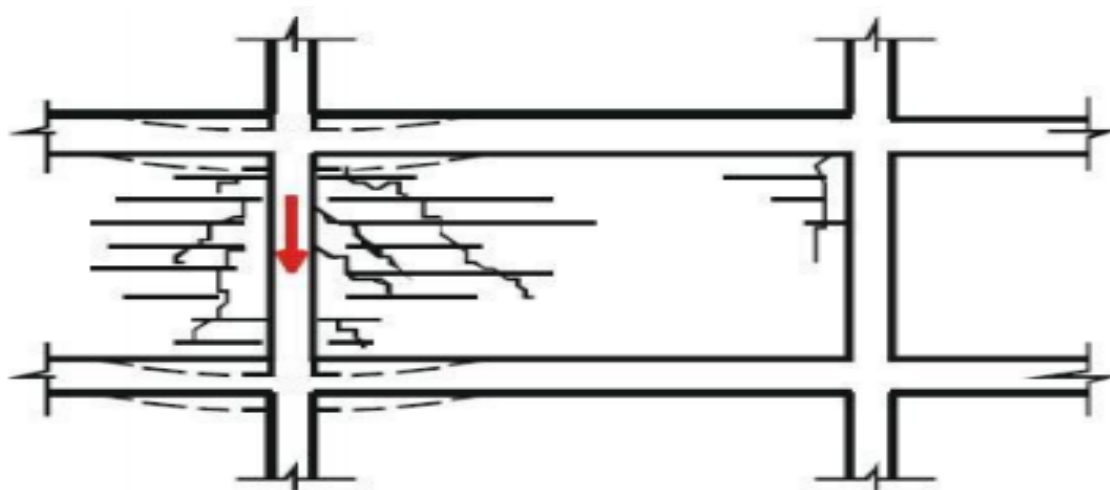


Figura 16. Fissuras ocasionadas por recalque entre pilares (THOMAZ, 2002)

2.4.4.4. Fissuras causadas devido a movimentações térmicas

De acordo com Thomaz (2002), os elementos de uma construção estão sujeitos a variação de temperatura sazonais e diárias, variações estas que repercutem nos materiais de construção alterando suas dimensões. Os movimentos de contração e dilatação desenvolvem-se nos materiais e por isso incitam tensões que poderão provocar o aparecimento de fissuras.

As movimentações térmicas de um material estão relacionadas entre a intensidade da variação da temperatura e as propriedades físicas. A magnitude das tensões desenvolvidas é função da intensidade da movimentação, do grau de restrição imposto pelos vínculos a esta movimentação e das propriedades elásticas do material (THOMAZ, 2002).

Thomaz (2002) ainda afirma que “As trincas de origem térmica podem também surgir por movimentações diferenciadas entre componentes de um elemento, entre elementos de um sistema e entre regiões distintas de um mesmo material.”

As principais movimentações ocorrem devido à junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, sujeitos às mesmas variações de temperatura; exposição de elementos a diferentes solicitações térmicas naturais; e pelo gradiente de temperaturas ao longo de um mesmo componente (FERREIRA, 2012).

A Figura 17 ilustra uma fissura horizontal, causada devido à grande variação térmica em que as lajes de cobertura são submetidas. Este tipo de fissura ocorre próximo ao topo da parede.

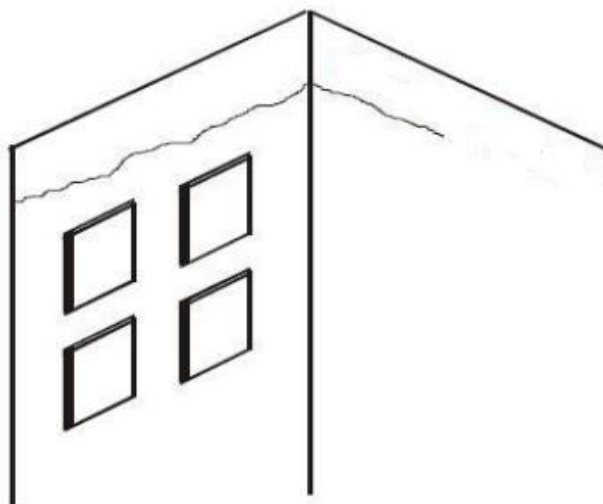


Figura 15. Fissura horizontal provocada pela dilatação da laje de cobertura (DUARTE, 1998)

2.4.4.5. Fissuras causadas devido a movimentações higroscópicas

As mudanças higroscópicas provocam variações dimensionais nos materiais porosos que integram os elementos e componentes da construção; o aumento de teor de umidade produz uma expansão do material, quando ocorre o inverso provoca uma contração. A existência de vínculos que impeçam ou restrinjam essas movimentações causa fissuras nos elementos e componentes do sistema construtivo. (THOMAZ,2002)

Thomaz (2002) ainda destaca que as fissuras ocasionadas pela variação de umidade dos materiais são semelhantes às provocadas pela variação de temperatura, visto no tópico 2.4.4.4. O que as diferenciam são as propriedades higrotérmicas dos materiais e as amplitudes de variação da temperatura ou da umidade, que variam para cada material.

A Figura 18 ilustra uma fissura causada por movimentações higroscópicas devido à expansão dos tijolos cerâmicos.

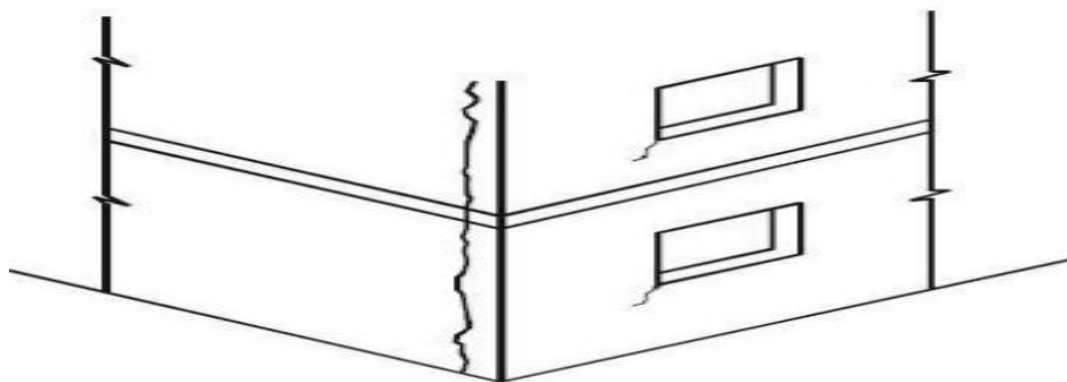


Figura 16. Fissura vertical por expansão da alvenaria (THOMAZ, 2002)

Thomaz (2002) também afirma que, devido à impermeabilização do alicerce mal executada, podem surgir fissuras pelo contato direto entre os componentes da alvenaria e o solo. Isso acontece, pois, a alvenaria absorve a umidade do solo provocando movimentações diferenciadas em relação às fiadas superiores que estão sujeitas a insolação direta e a perda de água por evaporação. Assim se dá origem a uma fissura horizontal na base da alvenaria.

2.4.4.6. Fissuras causadas devido a deformação dos componentes estruturais

As estruturas de concreto armado deformam-se naturalmente sob ação do peso próprio e ação das cargas permanentes, acidentais ou quando sofrem retrações. Ocorrem também através da deformação lenta do concreto. No entanto, essas deformações podem acontecer sem que aja o comprometimento da estética, estabilidade e resistência da edificação (THOMAZ, 2002).

Segundo Thomaz (2002), a alvenaria é o elemento mais suscetível às flechas de vigas e lajes. As alvenarias de vedação sem abertura de esquadrias podem apresentar três configurações, que são elas:

- a) A estrutura de apoio se deforma mais que a estrutura superior. Neste caso, há o surgimento de trincas inclinadas nos cantos superiores na parede, causadas pelo carregamento não uniforme da viga superior sobre o painel. Na parte inferior da parede pode ser vista uma trinca horizontal, e nos casos em que a parede tiver um comprimento maior

que altura, essa trinta ganha um efeito de arco. Este caso está ilustrado na Figura 19 abaixo.

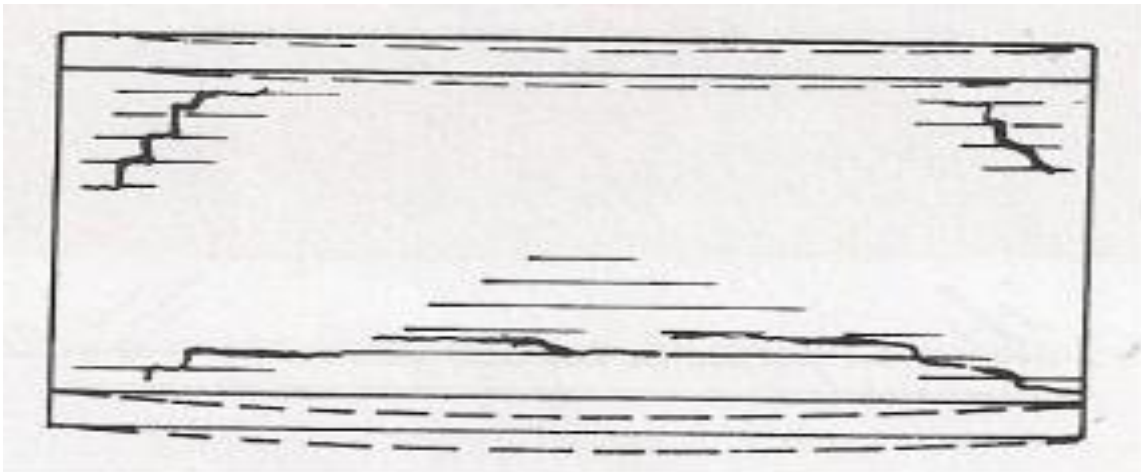


Figura 17. Deformação do suporte maior que da viga superior (FERREIRA, 2012)

- b) A estrutura superior se deforma mais que a estrutura de apoio, o que causa a ruptura da alvenaria por compressão excessiva.

A Figura 20 ilustra como as fissuras se apresentam, de modo geral, neste tipo de situação.

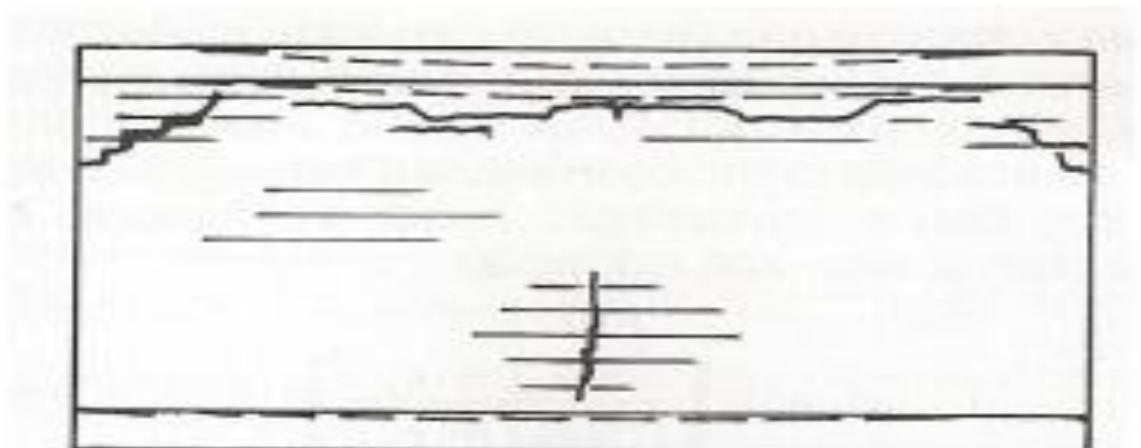


Figura 18. Deformação do suporte menor que da viga superior (FERREIRA, 2012)

- c) Quando a alvenaria é submetida à mesma deformação tanto na estrutura de apoio como na viga superior, ocorre tensão por cisalhamento. As fissuras propagam-se a 45° a partir dos vértices inferiores, conforme mostra a Figura 21.



Figura 19. Deformação do suporte e viga superior igual (FERREIRA, 2012)

A Figura 22 representa um resumo das fissuras ocorridas em alvenarias causadas por sobrecargas geradoras da estrutura.

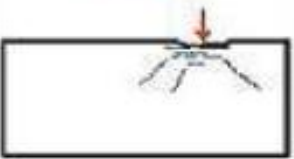
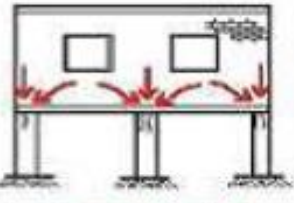
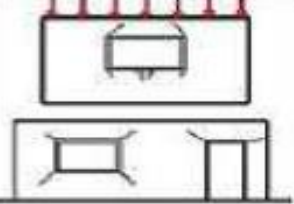
4	SOBRECARGAS	Fissuras causadas por sobrecargas
4.1		Fissuras verticais induzidas por sobrecargas
4.2		Fissuras horizontais por sobrecargas
4.3		Fissuras por sobrecargas em apoios
4.4		Fissuras por sobrecargas em pilares de alvenaria
4.5		Fissuras por sobrecargas em torno de aberturas

Figura 20. Configurações típicas de fissuras por sobrecargas (TAGUCHI, 2010)

A Figura 23 representa um resumo das fissuras ocorridas em alvenarias causadas por variações de temperatura.

5	TERMICAS	Fissuras causadas por variações de temperatura
5.1		fissuras horizontais por movimentação térmica da laje
5.2		Fissuras inclinadas por movimentação térmica da laje
5.3		Fissuras inclinadas em paredes transversais por movimentação térmica da laje
5.4		Fissuras verticais por movimentação térmica da laje
5.5		Fissuras inclinadas por movimentação térmica da estrutura de concreto armado
5.6		Fissuras de destacamento por movimentação térmica da estrutura de concreto armado
5.7		Fissuras verticais por movimentação térmica da alvenaria

Figura 21. Configurações típicas de fissuras térmicas (TAGUCGI, 2010)

A Figura 24 representa um resumo das fissuras ocorridas em alvenarias causadas pela retração e expansão do concreto.

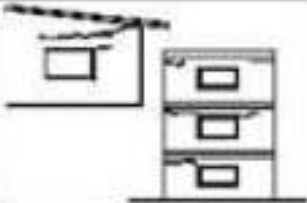
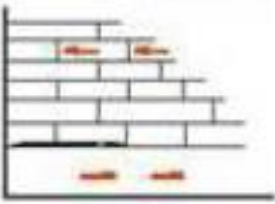
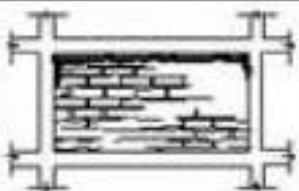
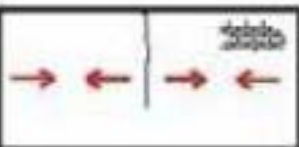
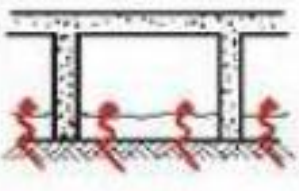
b	RETRAÇÃO - EXPANSÃO	Fissuras causadas por retração e expansão
6.1		Fissuras horizontais em paredes por retração da laje
6.2		Fissuras na base de paredes por retração da laje
6.3		Fissuras verticais em paredes por retração da laje
6.4		Fissuras de destacamento de paredes de alvenaria por retração
6.5		Fissuras verticais em paredes por retração da alvenaria
6.6		Fissuras horizontais por expansão da alvenaria
6.7		Fissuras verticais por expansão da alvenaria

Figura 22. Configuração típica de fissuras por retração-expansão (TAGUCHI, 2010)

A Figura 25 representa um resumo das fissuras ocorridas em alvenarias causadas pela deformação de elementos da estrutura de concreto armado.

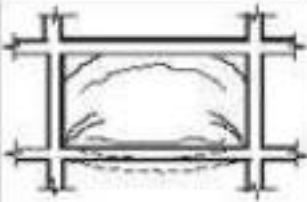
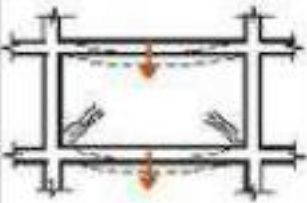
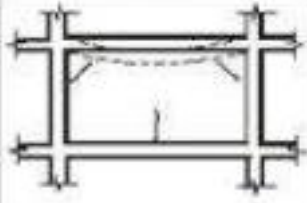
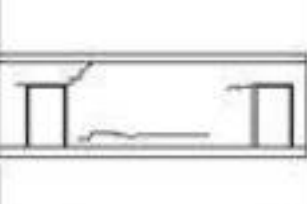
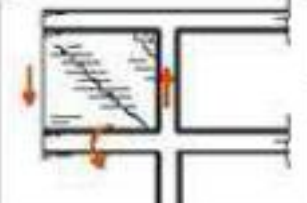
7	DEFORMAÇÕES	Fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado
7.1		Fissuras em paredes por deformação do apoio
7.2		Fissuras em paredes por deformação das vigas de apoio e superior
7.3		Fissuras em paredes por deformação da viga superior
7.4		Fissuras em paredes com aberturas por deformação da estrutura
7.5		Fissuras em paredes por deformação de balanços
7.6		Fissuras horizontais em paredes por deformação da laje de cobertura

Figura 23. Configurações típicas das fissuras devido deformações (TAGUCHI, 2010)

A Figura 26 representa um resumo das fissuras ocorridas em alvenarias causadas por recalque de fundações.

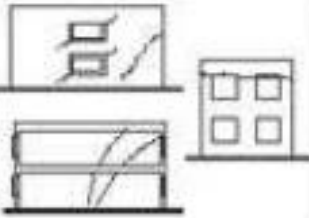
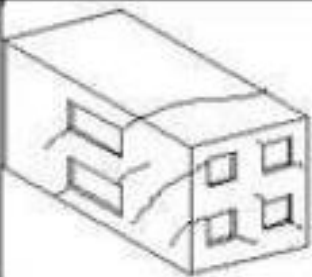
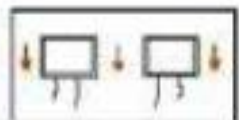
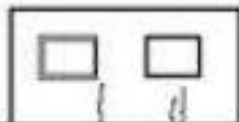
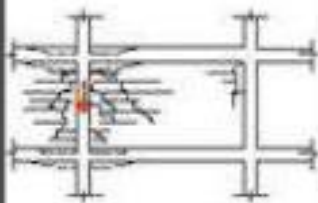
8	RECALQUE FUNDAÇÕES	Fissuras causadas por recalque de fundações
8.1		Fissuras por recalque de fundações segundo um eixo principal
8.2		Fissuras por recalque de fundações fora de um eixo principal
8.3		Fissuras verticais em peitoris por flexão negativa
8.4		Fissuras verticais junto ao solo por ruptura das fundações
8.5		Fissuras inclinadas em prédios estruturados

Figura 24. Configurações típicas de fissuras devidas ao recalque das fundações (TAGUCHI, 2010)

A Figura 27 representa um resumo das fissuras ocorridas em alvenarias causadas por reações químicas.

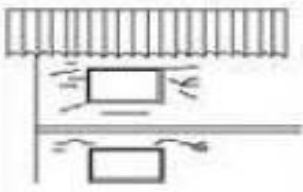
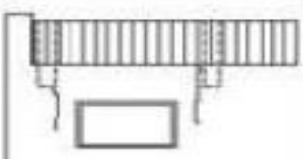
9	REAÇÕES QUÍMICAS	Fissuras causadas por reações químicas
9.1		Fissuras horizontais por expansão da argamassa
10	DÉTALHES CONSTRUTIVOS	Fissuras causadas por detalhes construtivos
10.1		Fissuras por ancoragem de elementos construtivos
10.2		Fissuras por deficiência de amarração

Figura 25. Fissuras devidas as reações químicas e detalhes construtivos (TAGUCHI, 2010)

2.4.5. Dilatação e expansão térmica

Dilatação térmica e expansão por umidade são caracterizadas por um aumento de tamanho da placa causado por variação de calor e umidade, respectivamente (CAMPANTE e BAÍA; 2003).

Dilatação e retração das placas cerâmicas ocorre quando há variação de temperatura ou de umidade, gerando um estado de tensões internas que, se ultrapassarem o limite da resistência da placa, provocam trincas e fissuras. Quando essas tensões ultrapassam o limite de resistência da camada de esmalte ocorre o gretamento (CAMPANTE e BAÍA; 2003).

A Figura 28 mostra um exemplo de piso cerâmico que sofreu dilatação devido ao aumento de temperatura no ambiente.



Figura 26. Dilatação térmica em piso cerâmico (UNAMA, 2009)

A principal técnica de recuperação para esse tipo de manifestação patológica é o assentamento de juntas de movimentação, que são detalhes construtivos que permitem a adequada transferência de carga entre placas contíguas, mantendo a planicidade além de garantir as movimentações de retração e dilatação do concreto, podendo assegurar a qualidade do piso e o conforto de rolamento (HELENE e PEREIRA, 2007).

Segundo a NBR 13753/1996, as juntas de movimentação, também conhecidas como juntas de trabalho, são espaços regulares cuja função é subdividir o revestimento do piso para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento.

As juntas entre componentes, segundo a NBR 13753/1996 têm como função:

- Compensar a variação de calibre das placas cerâmicas, facilitando o alinhamento destas;
- Atender a estética, harmonizando o tamanho das placas e as dimensões do pano a ser revestido com largura das juntas;

- Permitir relativa acomodação às movimentações da base e das placas cerâmicas;
- Facilitar o preenchimento, garantindo completa vedação da junta;
- Facilitar a troca de placas cerâmicas.

Juntas de movimentação não têm sido muito utilizadas no Brasil. Ainda assim, sabe-se que o material utilizado na sua execução tem vida útil média de cinco anos, devendo ser revisados e, se necessário, trocados após esse período (BARROS,1997).

A Figura 29 detalha um exemplo de como devem ser aplicadas as juntas de movimentação nos pisos.

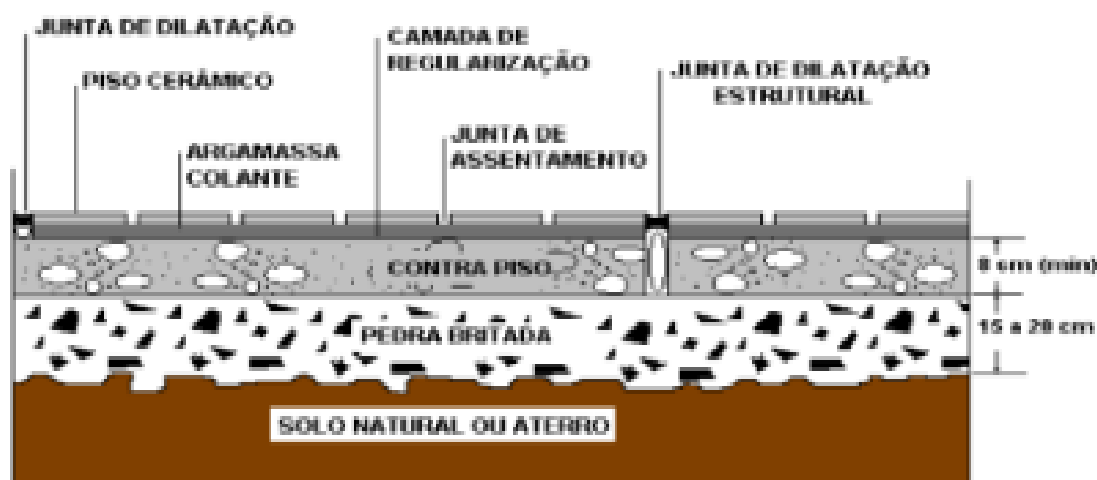


Figura 27. Aplicação das juntas de movimentação (UNAMA, 2009)

2.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DE INSPEÇÃO

A inspeção da estrutura deve possibilitar ao investigador a determinação da origem, do mecanismo e dos danos subsequentes, proporcionando uma avaliação e conclusão sobre as técnicas mais eficazes (TUTIKIAN e PACHECO, 2013).

Segundo Meireles (2001), a inspeção visual é o primeiro ensaio não destrutivo a ser realizado em qualquer componente, visto que trata de um ensaio

simples, de baixo custo operacional e que, de forma direta ou indireta, já faz parte de qualquer trabalho a ser efetuado.

Um sistema de monitoramento e avaliação de projetos só pode ser implementado com sucesso com a definição dos meios para obtenção de dados confiáveis sobre processos, produtos e resultados. Neste sentido, podem-se utilizar os seguintes métodos de obtenção de dados em campo: questionário, entrevista, observação direta, análise documental e grupos focais (BARBOSA, 1999).

Segundo o autor, é possível utilizar os seguintes métodos de obtenção de dados em campo:

1. **Questionário:** É uma técnica de custo razoável, apresenta as mesmas questões para todas as pessoas, garante o anonimato e pode conter questões para atender as finalidades específicas de uma pesquisa. Aplicada criteriosamente, esta técnica apresenta elevada confiabilidade. Podem ser desenvolvidos para medir atitudes, opiniões, comportamento, circunstâncias da vida do cidadão, e outras questões. Quanto à aplicação, os questionários fazem uso de materiais simples como lápis, papel, formulários, etc. Podem ser aplicados individualmente ou em grupos, por telefone, ou mesmo pelo correio. Pode incluir questões abertas, fechadas, de múltipla escolha, de resposta numérica, ou do tipo sim ou não.
2. **Entrevista:** Este método requer um bom planejamento prévio e habilidade do entrevistador para seguir um roteiro de questionário, com possibilidades de introduzir variações que se fizerem necessárias durante sua aplicação de uma entrevista requer um tempo maior do que o de respostas a questionários. Por isso seu custo pode ser elevado, se o número de pessoas a serem entrevistadas for muito grande. Em contrapartida, a entrevista, pode fornecer uma quantidade de informações muito maior do que o questionário. Um dos requisitos para aplicação desta técnica é que o entrevistador possua as habilidades para conduzir o processo. Boas questões e um entrevistador sem habilidades, não fazem uma boa entrevista.
3. **Observação direta:** Este método de coleta de dados baseia-se na atuação de observadores treinados para obter determinados tipos de informações sobre resultados, processos, impactos, etc. Requer um sistema de pontuação muito

bem preparado e definido, treinamento adequado dos observadores, supervisão durante aplicação e procedimentos de verificação periódica para determinar a qualidade das medidas realizadas. Observações realizadas em fases iniciais de um projeto ou mesmo antes de seu início podem ser de carácter não estruturada, ou seja, realizadas de maneira informal. A observação direta depende mais da habilidade do pesquisador em captar informação através dos cinco sentidos, julgá-las sem interferências e registrá-las com fidelidade do que da capacidade das pessoas de responder as perguntas ou se posicionar diante de afirmações. Em geral, este método é aplicado com o pesquisador completamente fora das situações, fatos ou pessoas que está observando. Uma das vantagens desta técnica é que o pesquisador não precisa se preocupar com as limitações das pessoas em responder às questões. Entretanto, é um procedimento de custo elevado e difícil de ser conduzido de forma confiável, principalmente quando se trata da obtenção de dados sobre comportamentos que envolvem alguma complexidade. Outro ponto a considerar é o problema da interferência do pesquisador (observador) no comportamento do observado. Além disto, requer um intenso treinamento do observador.

4. **Análise documental:** Uma das primeiras fontes de informação a ser com Considerada é a existência de registros na própria organização, sob a forma de documentos, fichas, relatórios ou arquivos em computador. O uso de registros e documentos já disponíveis reduz tempo e custo de pesquisas para avaliação. Além disto, esta informação é estável e não depende de uma forma específica para ser coletada. Deve ser observado que, na maioria das vezes, já existe uma grande quantidade de informação nas organizações e cujo uso para fins de avaliação tem sido muito pouco efetivo. Dependendo do desenvolvimento da cultura organizacional, da estrutura e funcionamento dos sistemas de informação existentes na instituição, pode haver alguma dificuldade com esta técnica, pois: (i) nem todos os dados estão completos (por exemplo registros de 2 anos atrás não estão completos); (ii) os dados disponíveis estão excessivamente agregados, dificultando seu uso; (iii) mudanças de padrões

com o tempo inviabilizam a comparação entre dados obtidos em época diferentes e (iv) Dados só são disponíveis para uso confidencial.

5. **Grupos focais:** Um grupo focal (GF) é um grupo de discussão informal e de tamanho reduzido (até 12 pessoas), com o propósito de obter informação qualitativa em profundidade. As pessoas são convidadas para participar da discussão sobre determinado assunto. Normalmente, os participantes possuem alguma característica em comum. Por exemplo: compartilham das mesmas características demográficas tais como nível de escolaridade, condição social, ou são todos funcionários do mesmo setor do serviço público. Os participantes de um GF são incentivados a conversar entre si, trocando suas experiências, relatando suas necessidades, observações, preferências, etc. A conversação é conduzida por um moderador, cuja regra central é incentivar a interação entre os participantes. O moderador incentiva a participação de todos, evitando que um ou outro tenha predomínio sobre os demais, e conduz a discussão de modos que esta se mantenha dentro do(s) tópico(s) de interesse.

O objetivo principal de qualquer GF é revelar as percepções dos participantes sobre os tópicos em discussão. As principais características de um GF são:

- Cada grupo é organizado com pequeno número de pessoas (no máximo 12) para incentivar interação entre os membros;
- Cada sessão dura aproximadamente 90 minutos;
- A conversação concentra-se em poucos tópicos (no máximo 5 assuntos);
- O moderador tem uma agenda onde estão delineados os principais tópicos a serem abordados. Estes tópicos são geralmente pouco abrangentes, de modo que a conversação sobre os mesmos se torne relevante;
- Há a presença de observador externo (o qual não se manifesta) para captar reações dos participantes.

A seguir a Tabela 2 demonstra um breve comparativo entre as principais técnicas de coleta de dados usualmente adotadas em pesquisas de campo.

Técnica de coleta	Pontos fortes	Pontos Fracos
Questionário (Survey)	Garante anonimato; Questões objetivas de fácil pontuação; Questões padronizadas garantem uniformidade; Deixa em aberto o tempo para as pessoas pensarem sobre as respostas; Facilidade de conversão dos dados para arquivos de computador; Custo razoável.	Baixa taxa de respostas para questionários enviados pelo correio; Inviabilidade de comprovar respostas ou esclarecê-las; Difícil pontuar questões abertas; Dá margem a respostas influenciadas pelo "desejo de nivelamento social"; Restrito a pessoas aptas à leitura; Pode ter itens polarizados/ambíguos;
Entrevista	Flexibilidade na aplicação Facilidade de adaptação de protocolo; Viabiliza a comprovação e esclarecimento de respostas; Taxa de resposta elevada; Pode ser aplicada a pessoas não aptas à leitura.	Custo elevado; Consome tempo na aplicação Sujeita à polarização do entrevistador; Não garante o anonimato; Sensível aos efeitos no entrevistado;
Observações Diretas	Capaz de captar o comportamento natural das pessoas; Minimiza influência do "desejo de nivelamento social"; Nível de intromissão Confiável para observações com baixo nível de inferência.	Polarizada pelo observador; Requer treinamento especializado; Efeitos do observador nas pessoas; Pouco confiável para complexas; Não garante anonimato; Observações de interpretação difícil; Não comprova/esclarece o observado;
Registros Institucionais (Análise documental)	Baixo custo; Tempo de obtenção é reduzido; Informação é estável;	Dados incompletos ou desatualizados; Excessivamente agregados; Mudanças de padrões no tempo; Uso restrito (confidencialidade); Dados difíceis de recuperar.

Grupo focal	Baixo custo e resposta rápida; Flexibilidade na aplicação; Eficientes para obter informações qualitativas em curto prazo; Eficiente para esclarecer questões complexas no desenvolvimento de projetos;	Exige facilitador/moderador com experiência para conduzir o grupo; Não garante total anonimato; Depende da seleção criteriosa dos participantes; Informações obtidas não podem ser generalizadas;
--------------------	---	--

Tabela 2 - Comparação entre método de coleta de dados (**Fonte:** McMillan, J. H. and Schumacher, S. *Research in Education*. Addison Wesley Educational Publishers Inc., New York, 1997, pp. 274-275)

Quanto aos procedimentos, a pesquisa classifica-se como bibliográfica, documental e estudo de caso. A pesquisa documental consiste na coleta de dados em documentos, escritos ou não, de fontes primárias. Já a pesquisa bibliográfica é caracterizada por colher conhecimentos acerca de um problema utilizando referências teóricas (MARCONI e LAKATOS, 2010).

Proposta como uma ferramenta utilizada para definir prioridades dadas diversas alternativas de ação, a matriz GUT responde racionalmente às questões como: “O que deve ser feito primeiro?” ou “Por onde começar?”. A fim de responder essas perguntas, a ferramenta tem como objetivo ordenar a importância das ações, levando em consideração a gravidade, a urgência e a tendência do fenômeno, de forma a escolher a tomada de decisão mais favorável e menos prejudicial a situação (MEIRELES, 2001).

A principal vantagem de utilizar a Matriz GUT para fins de gerenciamento é que o auxílio oferecido ao gestor possibilita uma avaliação quantitativa dos problemas em estudo, tornando possível a priorização das ações corretivas e preventivas para o extermínio total ou parcial do problema (PERIARD, 2011).

3. ESTUDO DE CASO

Neste capítulo será abordada a apresentação e caracterização da edificação estudada, bem como a coleta de dados realizada e uma breve descrição do desenvolvimento da pesquisa em campo.

3.1. EDIFICAÇÃO ESTUDADA

Para realização do presente trabalho e do estudo de caso em questão, buscou-se selecionar uma edificação de dois pavimentos de habitação unifamiliar de classe média, localizada na zona leste da cidade de Curitiba-PR, onde o zoneamento predominante é a Zona Residencial-2 (ZR-2) situado em uma região amplamente conhecida por contemplar muitos sobrados e não possuir edificações com mais de quatro pavimentos, construída em 1994 e concluída em 1997, com área privativa de terreno de 465 m², 15 m de frente, e contempla idade aparente de 10 anos.

A casa possui um total de 282,70m² de área construída, sendo 186,92m² do pavimento inferior, sendo seu pé direito de 2,50m e 95,78m² do pavimento superior, sendo seu pé direito de 2,30m. O pavimento inferior é composto por duas salas de estar, sala de jantar, cozinha, hall de entrada, lavabo, jardim de inverno, área de serviço, escritório e dois banheiros; já o andar superior é composto por suíte, banheiro e três dormitórios; além de escada de acesso ligando os dois pavimentos.

Além disso, o imóvel possui fácil acesso em grande parte das instalações, disponibilidade para realização de vistorias noturnas e em finais de semana, também possui os projetos arquitetônicos digitalizados e os registros documentais de construção e ocupação de terreno.

A habitação residencial foi construída com aplicação de recursos próprios dos habitantes, assim como contratação de subsídios de mão de obra, projetos e arquiteto para o acompanhamento e execução da obra.

A Figura 30 representa uma imagem via satélite da localização da residência na cidade de Curitiba.

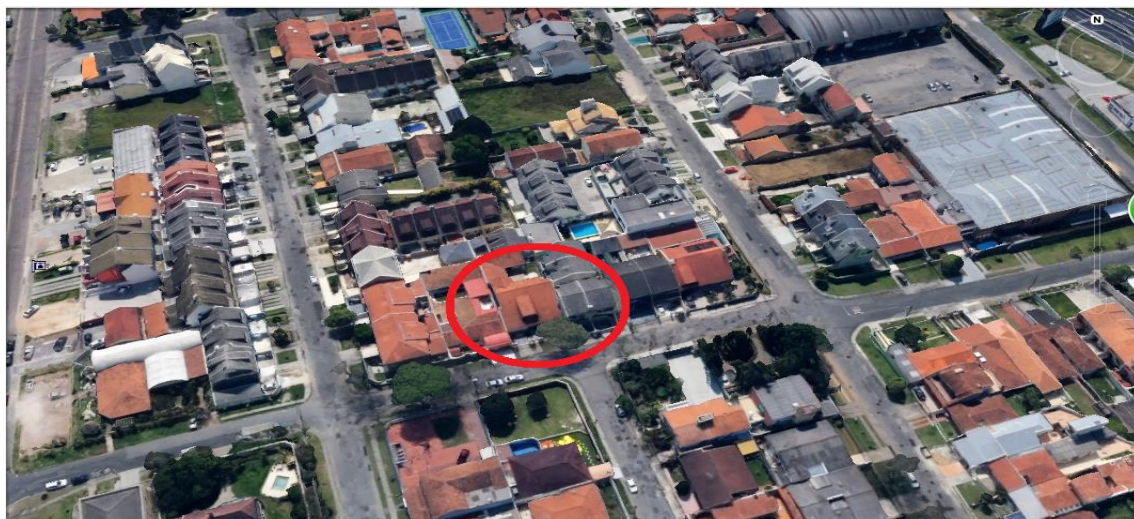


Figura 28. Localização da residência na cidade de Curitiba (Google maps, 2017)

A Figura 31 representa o imóvel em estudo visto de frente.



Figura 29. Frente do imóvel em estudo (O autor, 2017)

As manifestações patológicas de estudo surgiram, em sua totalidade, após uma reforma geral no imóvel entre os anos de 2008 e 2009, de forma gradual, até o ano de 2014, onde ocorreu a última manifestação registrada até o momento.

O imóvel é construído em estrutura de concreto armado com paredes de alvenaria não estrutural de blocos cerâmicos, rebocada, emassada e pintada com

tinta acrílica. Somente algumas esquadrias, revestimentos, levantamento e abertura de alvenaria e pintura sofreram alterações qualitativas e significativas ao longo dos anos. Porém, a estrutura do imóvel não sofreu nenhuma modificação.

A Tabela 3 mostra a descrição dos acabamentos de acordo com cada elemento presente na residência.

Elemento	Descrição do acabamento
Paredes	Alvenaria portante de tijolos cerâmicos, rebocada, emassada e pintada.
Portas	Uma folha de madeira maciça almofadadas, pintadas, com marco e alisar
Janelas	De correr com duas bandeiras de vidros e madeiras; e vidros e alumínio fixos sem venezianas e com contramarco, pintadas.
Peitoril	Alvenaria de tijolo maciço pintada
Piso interno de salas	Tábuas corrida de madeira
Piso interno das áreas livres	Porcelanato (40x40) cm
Piso interno de escadas	Carpet
Rodapé interno de salas	Madeira pintada
Rodapé interno de áreas livres	Porcelanato
Forro de teto	Placas de gesso emassadas e pintadas
Pintura de paredes	Tinta acrílica acetinada
Pintura de forro e teto	Tinta PVA
Corrimão da escada	Corrimão e guarda-corpo em madeira envernizado trabalhado, pintado.

Tabela 3 - Descrição dos acabamentos dos elementos existentes

3.2. MÉTODO ESCOLHIDO PARA PESQUISA

Através da análise dos procedimentos metodológicos descritos acima, procurou-se registrar todas as manifestações patológicas encontradas no imóvel, tanto interna como externamente como, por exemplo, a existência de fissuras, trincas, problemas envolvendo a umidade, dilatação, entre outros.

A inspeção visual para coleta de dados teve como premissa a observação dos principais defeitos que prejudicam a segurança, a habitabilidade, a estética, valorização e desempenho da construção.

A partir desse momento, procedeu-se minuciosamente às vistorias de todos os ambientes da edificação e a detecção dessas manifestações. Esta detecção foi resultado de uma inspeção tátil e visual (observação direta) de todos os problemas analisados, incluindo a realização da elaboração de croquis e relatórios fotográficos. Foi utilizado, como de costume, bloco de anotações, apenas, para cadastramento e lembrete das informações relevantes as características do ambiente (técnicas, materiais empregados, entre outras observações), dimensões e demais manifestações patológicas presentes.

Considerando-se a magnitude do trabalho, para a sua realização e visando fornecer clareza e objetividade, foram fotografadas as alvenarias, tetos, rodapés, vigas, pilares para registro de ocorrência das manifestações patológicas.

Para a inspeção foram utilizados os seguintes equipamentos e materiais:

- Fissurômetro (escala de 0,1 a 2,0 mm);
- Trena de aço com comprimento máximo de 5 metros;
- Trena digital (Professional GLM 30 – BOSCH);
- Máquina fotográfica digital;
- Canivete para auxílio na análise de fissuras e trincas;
- Lanterna;
- Prancheta e bloco de papel para anotações;
- Nível;
- Escada de alumínio de 7 degraus;
- Cabo de madeira para verificação de elementos ocultos.

Após a inspeção realizada, e a detecção dos principais problemas, foi realizado um estudo para as possíveis soluções de resolver o caso destas manifestações patológicas aparentes no imóvel.

3.3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA EM CAMPO

Com a metodologia de avaliação definida, foram iniciados os trabalhos de levantamento das manifestações patológicas na edificação, tendo sido realizadas diversas vistorias no local.

Definida a metodologia de observação direta tátil e visual e elaborados os instrumentos de coleta, se iniciou um trabalho de campo que durou alguns meses, de fevereiro a agosto de 2017 onde foram feitas as vistorias na medida da disponibilidade da equipe, e com isso gerada a documentação escrita e fotográfica.

As vistorias para as coletas de dados e determinação das manifestações patológicas tiveram como premissa a observação dos problemas de construção, isto é, as falhas que prejudicam o desempenho da edificação, especialmente quanto à habitabilidade, segurança e estética, e que causam algum tipo de mal-estar aos habitantes, tanto esteticamente como visualmente.

No caso em estudo, foi realizado, inicialmente, um levantamento histórico de como ocorreu o processo de construção e execução da edificação analisada, por meio de inspeções no local (previamente solicitada), informações repassadas pelos próprios moradores, por meio de análise de projetos requeridos sob posse dos habitantes da residência e de material bibliográfico servindo como base de estudo.

3.3.1. Coleta de dados

Nas vistorias foi realizada a inspeção visual in loco das manifestações patológicas que mais se destacam e provocam desconfortos aos usuários, a elaboração de relatório fotográfico e a anotação das informações pertinentes levantadas.

Encontram-se, no próximo capítulo, os levantamentos realizados em cada ambiente, com a representação de fotos e as informações relacionadas as origens e aos sintomas das manifestações patológicas encontradas, valores de ocorrência identificados (área ou perímetro afetado, espessura de trincas e fissuras e etc.) e outras observações de caráter relevante.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentadas e determinadas as frequências das manifestações patológicas encontradas, os resultados obtidos para as mesmas através do levantamento em campo e as análises correspondentes para cada manifestação.

Nos croquis abaixo é possível identificar, resumidamente, a localização de cada uma destas manifestações. O preenchimento se deu de maneira simples e prática, enumerando todas as regiões onde ocorrem as manifestações, nas respectivas unidades da residência onde houve atingimento da manifestação patológica.

É representado na Figura 32, o croqui do pavimento inferior da edificação.

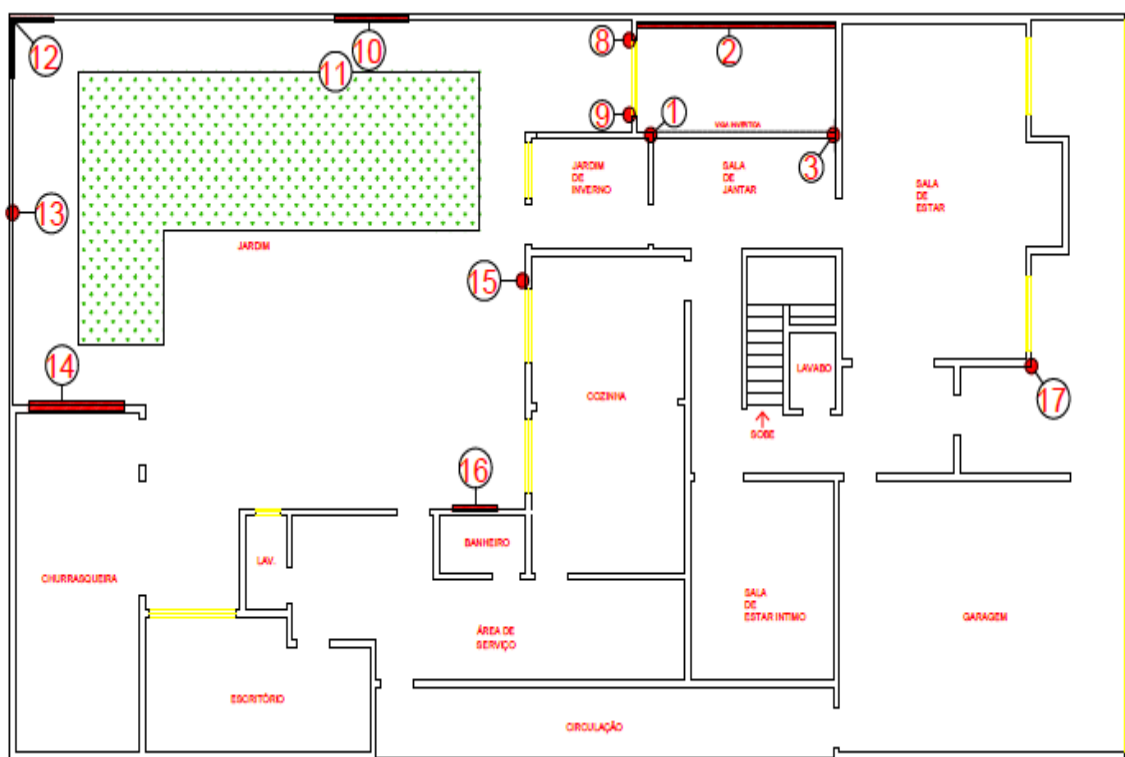


Figura 30. Pavimento inferior da residência unifamiliar (O autor, 2017)

A Figura 33 representa o croqui do pavimento superior da edificação.

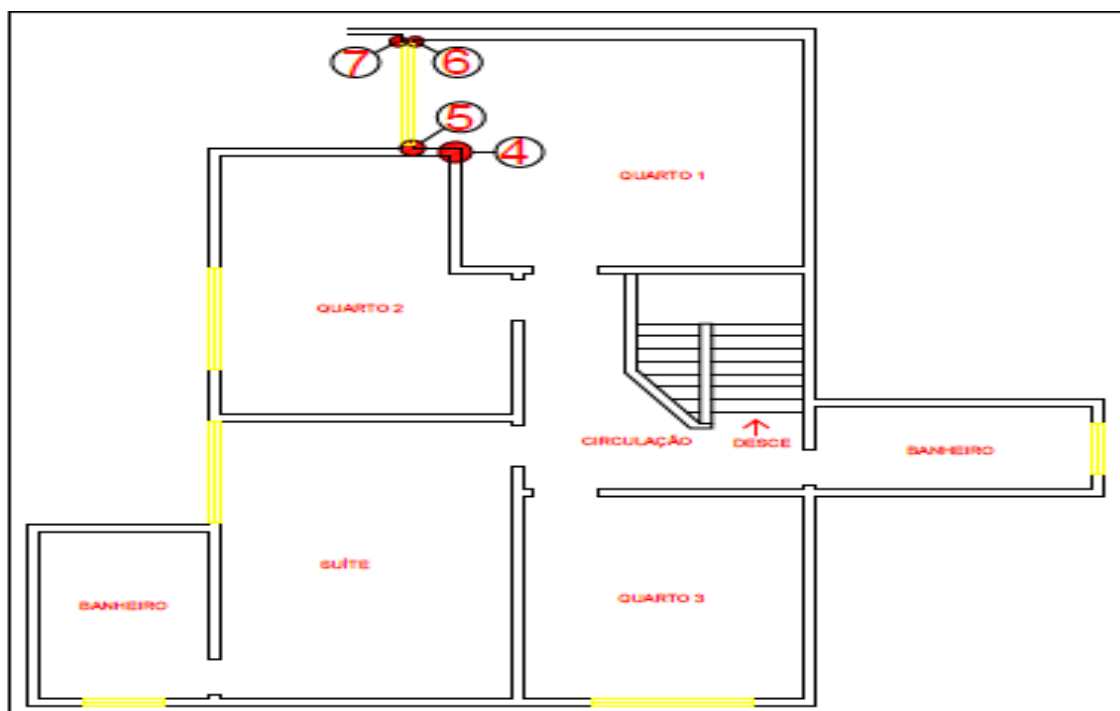


Figura 31. Pavimento superior da residência unifamiliar (O autor, 2017)

4.1. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS

A seguir serão descritas todas as manifestações patológicas encontradas no imóvel em estudo numeradas de acordo com o croqui apresentado no capítulo 4. As imagens referentes a cada manifestação podem ser vistas ordenadas a seguir com suas respectivas descrições dos problemas mostrados.

Cada manifestação a seguir será descrita com sua possível origem e tipologia. Segundo a norma de perícias do IBAPE-SP as principais tipologias de anomalia são:

- Anomalias endógenas: são originárias da falha construtiva. Por este motivo, a responsabilidade sobre esta anomalia recai quase sempre no empreendedor, esteja o imóvel em garantia ou não.
- Anomalias exógenas: possuem sua origem na interferência causada por terceiros. Um exemplo típico deste tipo de anomalia é a escavação de terrenos lindeiros a edificações pré-existentes, situação que normalmente

altera os parâmetros do solo e causam recalque diferencial e rachaduras nestas edificações.

- Anomalia natural: é aquela que decorre dos fenômenos imprevisíveis da natureza.
- Anomalias funcionais: têm sua origem no fim da vida útil dos materiais utilizados na construção do imóvel e está normalmente relacionada às falhas de manutenção.

Manifestação na posição número 1.

Descrição: o ponto número 1 do croqui representa uma trinca vertical e diagonal de 0,8 mm e 0,55 mm de maior abertura respectivamente.

Tipo: anomalia exógena

Origem: estas manifestações apresentam deformações diferenciadas devido ao recalque na fundação do imóvel.

Estas manifestações podem ser visualizadas com mais detalhes pelas Figuras 34 a 36 a seguir.



Figura 32. Trincas em alvenaria provocadas por recalque da fundação (O autor, 2017)

A Figura 35 representa uma imagem detalhada do problema provocado na alvenaria do ambiente da edificação do estudo.

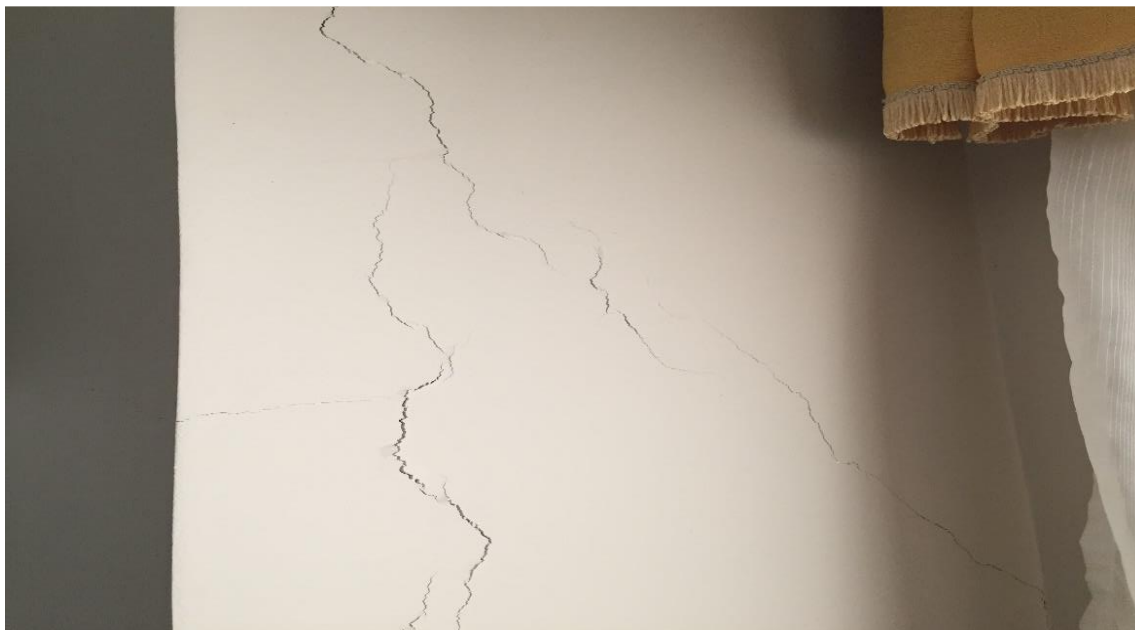


Figura 33. Trincas em alvenaria provocadas por recalque da fundação (O autor, 2017)

A Figura 36 representa uma imagem detalhada do problema provocado na alvenaria do ambiente da edificação.



Figura 34. Trincas em alvenaria provocadas por recalque da fundação (O autor, 2017)

Manifestação na posição número 2.

Descrição: o ponto número 2 do croqui representa um descolamento horizontal no rodapé com o piso de madeira com abertura variando de 1 cm a 2 cm ao longo de toda a extensão da parede.

Tipo: anomalia exógena.

Origem: esta manifestação está ocorrendo devido indícios de deformações diferenciadas devido ao recalque na fundação.

Estas manifestações podem ser visualizadas com mais detalhes pela Figura 37 a seguir.



Figura 35. Descolamento em rodapé provocadas por recalque da fundação (O autor, 2017)

Manifestação na posição número 3.

Descrição: o ponto número 3 do croqui representa uma trinca horizontal de abertura máxima de 1,5 mm.

Tipo: anomalia exógena.

Origem: esta manifestação foi causada devido a deformação sofrida pela sobrecarga da viga de sustentação da laje de concreto a qual liga o ponto 1, onde está ocorrendo a maior incidência de recalque na fundação, ao ponto 3 onde ocorre rupturas da alvenaria, provocada pela ação do peso da laje influenciando na sustentação da viga.

Estas manifestações podem ser visualizadas com mais detalhes pelas Figuras 38 e 39 a seguir.



Figura 36. Trinca em alvenaria provocada por ação do peso da laje influenciando na viga (O autor, 2017)

A Figura 39 representa uma imagem detalhada da Trinca na alvenaria causado pelo peso próprio da viga de apoio da laje.



Figura 37. Trinca em alvenaria provocada por ação do peso da laje influenciando na viga (O autor, 2017)

Manifestações nas posições número 4 ao 9.

Descrição: do ponto 4 ao ponto 9 do croqui são representadas trincas e fissuras. Cada uma destas manifestações será descrita com mais detalhes junto às suas respectivas imagens. (Figuras 40 a 46 abaixo)

Tipo: anomalias exógenas.

Origem: há indícios de deformações diferenciadas provocadas pelo recalque nas fundações da edificação.

A Figura 40 demonstra algumas fissuras horizontais em alvenaria de abertura máxima de 0,15 mm localizadas no ponto 4.



Figura 38. Fissuras horizontais devido deformações diferenciadas (O autor, 2017)

A Figura 41 mostra uma trinca em alvenaria na diagonal de abertura máxima de 2,0 mm localizadas no ponto 4.



Figura 39. Trinca diagonal devido deformações diferenciadas (O autor, 2017)

A Figura 42 ilustra uma trinca horizontal próximo a janela em alvenaria de abertura máxima de 1,5 mm localizada no ponto 5.

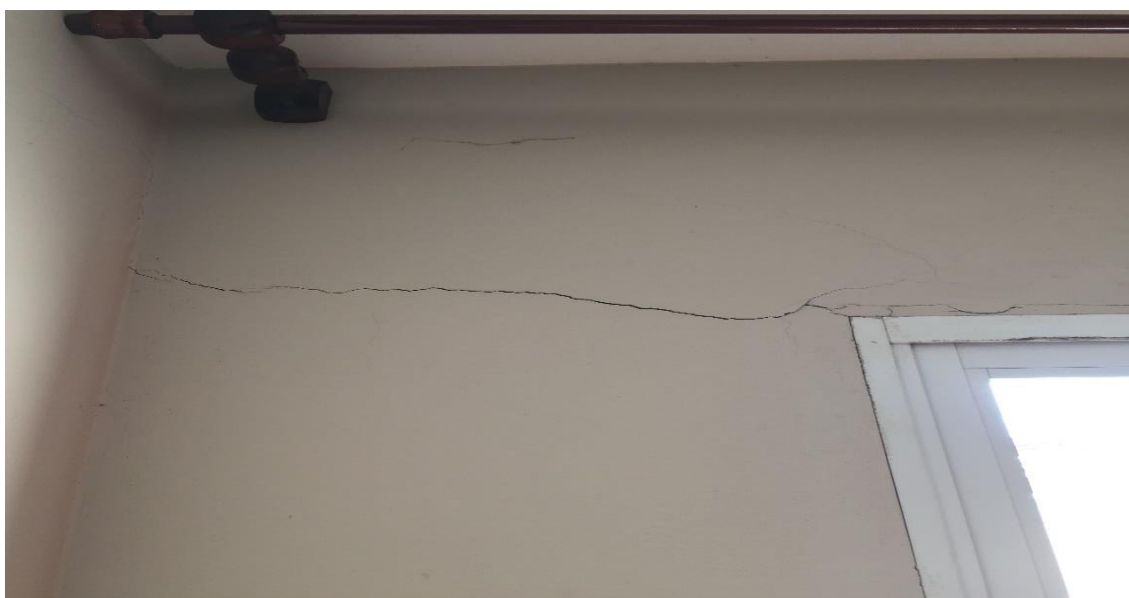


Figura 40. Trinca horizontal próximo a parte superior da janela (O autor, 2017)

A Figura 43 ilustra uma rachadura diagonal próximo a parte inferior da janela em alvenaria de abertura máxima de 0,8 cm localizada no ponto 6.



Figura 41. Rachadura diagonal próximo a parte inferior da janela (O autor, 2017)

A Figura 44 ilustra uma rachadura diagonal próximo a parte inferior da janela do lado externo em alvenaria de abertura máxima de 0,8 cm localizada no ponto 7.



Figura 42. Trinca diagonal próximo a parte inferior da janela na parte externa (O autor, 2017)

A Figura 45 ilustra uma trinca diagonal próximo a parte inferior da janela em alvenaria de abertura máxima de 2,0 mm localizada no ponto 8.



Figura 43. Trinca diagonal próximo a parte inferior da janela (O autor, 2017)

A Figura 46 ilustra uma trinca diagonal próximo a parte superior da janela em alvenaria de abertura máxima de 1,5 mm localizada no ponto 9.



Figura 44. Trinca diagonal próximo a parte superior da janela (O autor, 2017)

Manifestação na posição número 10.

Descrição: o ponto número 10 do croqui representa uma fissura vertical com abertura máxima de 0,15 mm e deslocamentos com empolamento do revestimento da alvenaria.

Tipo: anomalia endógena.

Origem: esta manifestação apresenta prenúncio de baixa aderência dos substratos causando expansão da argamassa do revestimento da alvenaria. Estas fissuras agravam o surgimento dos deslocamentos com empolamento devido a infiltração de umidade.

Estas manifestações podem ser visualizadas com mais detalhes pela Figura 47 a seguir.



Figura 45. Fissura vertical e deslocamentos por empolamento (O autor, 2017)

Manifestação na posição número 11.

Descrição: o ponto 11 do croqui representa manifestação de dilatação térmica no piso.

Tipo: anomalia endógena.

Origem: ocorre devido a variação de aumento de temperatura em ambiente externo da edificação provocando o fenômeno demonstrado na Figura 48 a seguir.



Figura 46. Dilatação térmica em piso devido a variação de temperatura (O autor, 2017)

Manifestação na posição número 12.

Descrição: o ponto número 12 do croqui representa trincas horizontais e diagonais com abertura máxima de 0,85 mm no revestimento da alvenaria.

Tipo: anomalia endógena.

Origem: esta manifestação apresenta prenúncio de baixa aderência dos substratos causando expansão da argamassa de assentamento por hidratação lenta do óxido de magnésio da cal.

Estas manifestações podem ser visualizadas com mais detalhes pela Figura 49 a seguir.



Figura 47. Fissuras horizontais e diagonais no revestimento argamassado (O autor, 2017)

Manifestações nas posições número 13 e 14.

Descrição: os pontos número 13 e 14 do croqui representam fissuras mapeadas com abertura máxima de 0,1 mm no revestimento da alvenaria. Destaque para a figura 50 (ponto 13) onde apresenta junto às fissuras mapeadas um descolamento com pulverulência.

Tipo: anomalia endógena.

Origem: retração da argamassa de base.

A manifestação representada pelo ponto 13 do croqui pode ser visualizada com mais detalhes pelas Figuras 50 a seguir:

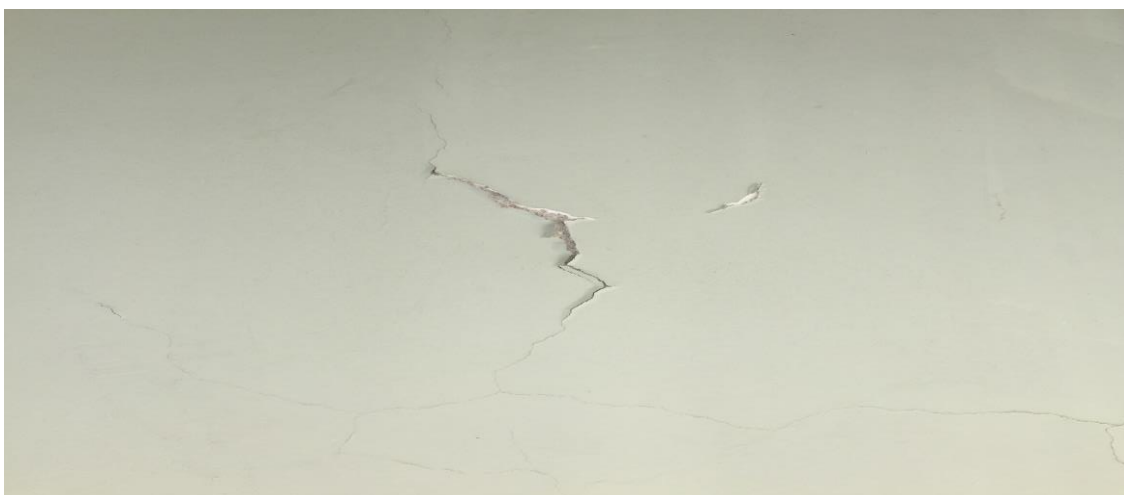


Figura 48. Fissuras mapeadas e incidência de descolamento com pulverulência (O autor, 2017)

A Figura 51 (ponto 14) ilustra detalhadamente as manifestações de fissuras mapeadas em diversas direções por toda a extensão da parede.

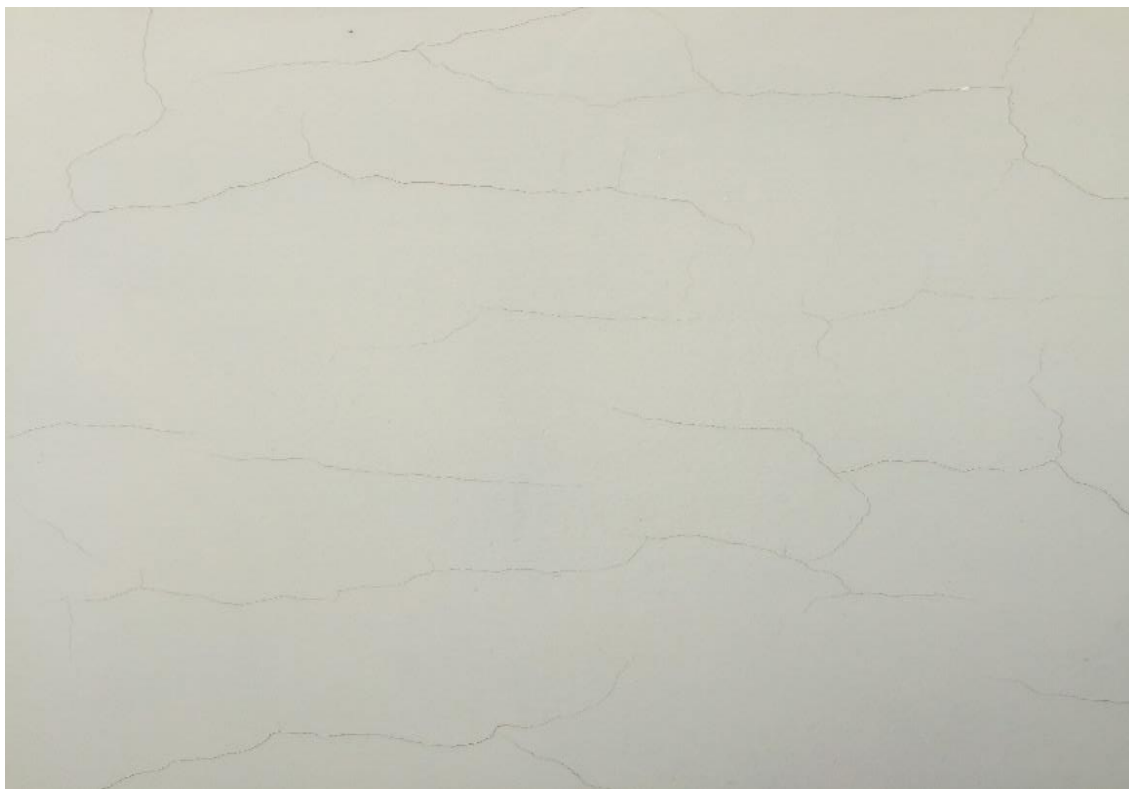


Figura 49. Fissuras mapeadas (O autor, 2017)

Manifestações nas posições número 15 e 16.

Descrição: os pontos número 15 e 16 do croqui representam má aderência entre as camadas do revestimento de pintura, causando o descolamento de tinta das paredes. Destaque para a o ponto 16 (Figura 53) onde também apresenta as mesmas manifestações do ponto 15 (Figura 52) junto com fissuras mapeadas e indícios de empolamento da pintura devido a hidratação retardada de óxido de cálcio da cal provocando a expansão do revestimento.

Tipo: anomalia endógena.

Origem: má aderência do revestimento de pintura na alvenaria.

Estas manifestações podem ser visualizadas com mais detalhes pelas Figuras 52 e 53 a seguir.



Figura 50. Má aderência da pintura em alvenaria (O autor, 2017)

A Figura 53 (ponto 16) ilustra as manifestações decorrentes de má aderência do revestimento de pintura na alvenaria como fissuras mapeadas e empolamento da pintura.



Figura 51. Má aderência, fissuras mapeadas e empolamento (O autor, 2017)

Manifestação na posição número 17.

Descrição: o ponto número 17 do croqui representa manchas de umidade na base da parede no seu estágio inicial, as quais podem se agravar para um estágio mais avançado, como a ocorrência de empolamento, eflorescência, lixiviação, entre outros problemas causados por umidade.

Tipo: anomalia endógena.

Origem: umidade externa.

Esta manifestação é ilustrada na Figura 54 a seguir.



Figura 52. Manchas de umidade na base da parede em estágio inicial (O autor, 2017)

4.1.1. Frequência das manifestações patológicas

A seguir será apresentado um gráfico demonstrando a frequência de cada manifestação patológica presente na edificação e seus respectivos índices percentuais. O gráfico 1 demonstra a frequência de cada uma dessas manifestações patológicas no imóvel.



Gráfico 1 – Frequência das manifestações presentes na edificação (O autor, 2017)

De acordo com o gráfico apresentado após uma análise minuciosa de cada ocorrência de manifestações patológicas pode-se detectar 11 tipos de anomalias distintas em todo o imóvel, sendo as maiores ocorrências as trincas em alvenarias, as fissuras mapeadas, e as fissuras em alvenarias nos ambientes; e as menos ocorrentes são os descolamentos piso/parede e a dilatação térmica em pisos e revestimentos.

5. PROCEDIMENTOS DE REPARO

Neste capítulo são apresentadas sugestões de solução para as manifestações patológicas encontradas e procurou descrever uma metodologia simples e comumente aplicada no tratamento das manifestações patológicas encontradas durante a inspeção.

Cada situação deve ser levada em consideração de acordo com a sua peculiaridade e as soluções para cada manifestação devem ser aplicadas caso a caso. É importante salientar que para alguns problemas encontrados seria recomendado a realização de pesquisas mais aprofundadas como ensaios de laboratórios para identificar as suas origens, o que não foi o propósito deste trabalho. Desta maneira, futuramente, caso sejam realizados pesquisas ou estudos mais aprofundados, os métodos indicados neste capítulo devem ser revisados.

As recomendações para reparos aqui indicadas devem ser coordenadas por profissional habilitado. Não devem ser utilizados materiais de qualidade duvidosa e todas as recomendações dos fabricantes devem ser seguidas fielmente.

5.1. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIA (INTERNA E EXTERNA) E ESTRUTURA

5.1.1. Fissuras, trincas e rachaduras

Descrição da anomalia:

Abertura presente nas paredes de alvenaria e peças estruturais.

Neste trabalho denomina-se: Fissura quando possuem abertura entre 0,05mm e 0,5mm; trinca quando a abertura estiver entre 0,5 mm e 2,0 mm, e rachaduras, quando for superior a 2,0 mm.

Soluções possíveis (adaptado de CORSINI, 2010):

Para se recuperar uma fissura é necessário entender a origem para uma definição precisa do seu aparecimento. As técnicas de recuperação são indicadas de acordo com as características típicas das fissuras.

Qualquer tipo de fissura encontrada em uma edificação requer cuidados especiais e mão-de-obra especializada para a recuperação da anomalia. Fissuras superficiais são mais simples de serem tratadas, enquanto fissuras de origem estrutural exigem cuidados maiores por serem mais difíceis de ser tratadas.

A recuperação de paredes trincadas e o reforço das alvenarias portantes poderão ser conseguidos com a introdução de armaduras nas paredes, chumbadas com argamassa rica em cimento (por exemplo: 1,0:0,25:3,5) e posicionadas perpendicularmente à direção das fissuras. No caso de fissuramento muito pronunciado, resultante por exemplo de recalques intensos da fundação, poder-se-á recorrer ao atirantamento na alvenaria (THOMAZ, 2002).

Quando, por algum motivo, as fundações sofrerem recalques diferenciados, a superestrutura ficará sujeita a solicitações não previstas em projeto. Estas solicitações podem gerar tensões de tração e cisalhamento que, conseqüentemente, podem causar fissuras nas alvenarias estruturais que não foram calculadas para esses esforços. Deve-se sanar problemas com o solo; executar o reforço da fundação, se possível; e verificar o nível de comprometimento da alvenaria estrutural, se possível, executar reforço estrutural, caso contrário, condenar a estrutura e refazê-la (CAPORRINO, 2015).

A recuperação de fissuras ativas, desde que os movimentos não sejam muito pronunciados, poderá também ser tentada com o próprio sistema de pintura da parede. Nesse caso, a pintura deve ser reforçada com uma finíssima tela de náilon ou polipropileno, com aproximadamente 10 cm de largura, requerendo-se a aplicação de seis a oito demãos de tinta elástica, à base de resina acrílica, poliuretânica etc. Sempre que possível, entretanto, a recuperação de trincas ativas deve ser efetuada com selantes flexíveis (poliuretano, silicone etc.). Abrindo-se na

região da trinca um sulco com formato de V, com aproximadamente 20 mm de largura e 10 mm de profundidade (THOMAZ, 2002).

No caso de fissuras provocadas por ataque de sulfatos (formação de estriação) recomenda-se a remoção do revestimento, eliminação do acesso a umidade à parede, secagem ao máximo da superfície e aplicação de novo revestimento constituído por cimento resistente a sulfatos, cal e areia. Já nos casos de fissuras de retração da argamassa de revestimento de fachadas, poder-se-á tentar a utilização de uma pintura elástica encorpada, com aplicação de três a quatro demãos de tinta à base de resina acrílica, empregando-se ainda reforço com tela de náilon nos locais mais danificados. Nas paredes internas, alternativamente à simples substituição da argamassa de revestimento, causará menos transtornos e poderá ser economicamente competitiva a aplicação, por exemplo, de “papel de parede” sobre revestimento fissurado (THOMAZ, 2002).

A tabela 4 apresenta procedimentos de forma resumida que podem ser adotados a partir da identificação das características de cada tipo de abertura.

Geométricas			Mapeadas	
Ativas		Passivas	Ativas	Passivas
Sazonais	Progressivas		Sazonais	
Membranas acrílicas	Reforço de fundação	Substituição do revestimento	Membranas acrílicas	Papel de parede (interno)
Bandagem	Reforço estrutural	Tela metálica	Papel de parede (interno)	Substituição do revestimento
Tela metálica		Tirante		Argamassa armada
Tirante		Armadura horizontal		Pintura convencional
Selagem		Substituição de unidades danificadas		
Junta de movimentação ou de controle		Argamassa armada		
		Grampeamento		

Tabela 4 – Fissuras, trincas e rachaduras e procedimentos de recuperação

Dessa forma, ressalta-se que deve-se avaliar profundamente as causas e origens para adoção da melhor solução para que o problema seja corrigido de maneira eficaz. Pois essa manifestação patológica não deve ser tratada de forma simples, como geralmente ocorre.

5.1.2. Empolamento e eflorescência provocadas por umidade

Soluções possíveis:

A região do revestimento que apresenta vesícula não pode ser recuperada; deve-se proceder à remoção de todo o revestimento afetado e refazê-lo. No entanto, caso haja presença de umidade, esta tem que ser totalmente sanada e a região completamente seca antes de qualquer procedimento. Deve-se proceder a remoção da camada de reboco e eliminação da infiltração da umidade (CAPORRINO, 2015).

Segundo Moura (2008) as superfícies pintadas que apresentam problemas de aderência das tintas ou empolamento, deverão ser raspadas com uma lixa de modo a retirar a tinta velha e nivelar a superfície. Em paredes que foram anteriormente caídas, depois de escovadas, é conveniente aplicar um selador.

Da mesma forma que acontece com as vesículas, a região do revestimento que apresenta descolamento com empolamento não pode ser recuperada; deve-se proceder à remoção de todo o revestimento afetado e refazê-lo. Deve-se proceder a renovação da camada de reboco e a renovação da pintura (CAPORRINO, 2015).

Conforme UEMOTO (1988), caso a eflorescência ocorra em alvenaria externa, ela geralmente irá desaparecer sozinha, isto ainda porque estão ocorrendo reações e também pelo fato desta manifestação patológica possuir solubilidade em água. O que se deve fazer para a limpeza da eflorescência é utilizar uma escova de aço e lavar com água em abundância, também é possível fazer utilização de produtos químicos para a retirada desta manifestação; porém deve-se antes da aplicação estudar o material químico utilizado para não intervir na durabilidade do elemento construtivo.

5.2. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PISOS

5.2.1. Dilatação de pisos e revestimentos

Soluções possíveis:

Segundo Assis (2009) a solução encontrada é a retirada total do revestimento, chegando até o emboço, para fazer o serviço. Antes de refazê-lo, é necessário verificar se não há vazamento na tubulação hidráulica, então, a superfície deve ser limpa e o serviço refeito, conforme a NBR7200 (1998), que explica o procedimento de modo correto. Além disso deve ser utilizada alguma argamassa polimérica bi componente, à base de cimento, que serve para auxiliar a estanqueidade na parede, e evitar problemas futuros no mesmo local.

As maneiras de se evitar a ocorrências desta manifestação patológica estão diretamente ligadas ao controle da execução do rejuntamento/preenchimento das juntas de movimentação, bem como à escolha de materiais de preenchimento que atendam aos requisitos de projeto (CAMPANTE e BAÍA; 2003).

As juntas de movimentação são preenchidas com selantes à base de poliuretano, polissulfetos, silicone, dentre outros. Estes materiais de origem orgânica apresentam durabilidade variadas, geralmente em torno de 5 anos, embora existam materiais no mercado que possuem garantia de 20 anos. Sua deterioração é causada também por microrganismos, razão pela qual, após o período de garantia, devem ser inspecionados e trocados (CAMPANTE e BAÍA; 2003).

Segundo a NBR 13753/1996 - Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – procedimento, na vedação das juntas de movimentação, de dessolidarização e estruturais, devem ser empregados selantes à base de elastômeros, tais como poliuretano, polissulfeto, silicone, etc.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo apresenta as considerações finais sobre a realização deste trabalho como também cita as recomendações para futuras pesquisas relacionadas ao estudo de manifestações patológicas em edificações unifamiliares.

6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi verificada a ocorrência de 11 tipos de manifestações patológicas. Espalhadas por toda a edificação em estudo. Dentre estas manifestações, as mais frequentes são as trincas, fissuras e rachaduras, com um total de 61,7% de todos os elementos que foram analisados. Estas manifestações ocorrem predominantemente no lado direito da edificação, como quem olha da rua, tanto no pavimento inferior como no superior, como já apresentado nos croquis. Por se tratar de uma grande concentração de aberturas em apenas um lado do imóvel, pode-se concluir que ocorre indícios de deformações diferenciadas provocadas por recalque da fundação.

As demais manifestações estão todas localizadas na área externa da casa, o que conclui-se que, de modo geral, as mesmas foram causadas por agentes externos, na sua maioria sendo umidade do ar e/ ou ação de águas e agentes pluviais.

Ainda com relação às aberturas existentes, pode-se observar que o elevado número de aparecimento de trincas e fissuras próximo aos vãos das esquadrias da sala no andar inferior e dos quartos no andar superior, conclui-se que não foi adotado na época da construção do imóvel o uso de vergas e contravergas, o que pode ter auxiliado junto ao fenômeno de recalque na fundação o aparecimento dessas aberturas nesses locais.

A área afetada pelo descolamento de revestimento e por problemas de umidade também teve grande destaque. Esse sintoma foi provocado pela presença de umidade concentrada no local, como também a falta de tratamento adequado no

preparo da alvenaria, como por exemplo a falta de impermeabilização para prevenir o aparecimento de manchas de umidade (provenientes de água do lençol percoladas por capilaridade ou de águas pluviais) nas paredes antes do acabamento correto.

De forma complementar, no que se refere ao descolamento de revestimento, observa-se que a falta de preparo e aplicação adequada da tinta para o revestimento externo, propiciou diversos pontos de descolamento da pintura nas alvenarias, o que foi verificado próximo a paredes externas da cozinha e jardim de inverno da residência.

Com relação aos problemas no piso externo, o seu deslocamento ocorreu em regiões bem definidas e não em pontos isolados. Essa situação permite supor que deva ter ocorrido falha de execução pela falta de juntas de movimentação e espaçadores para as peças de assentamento se deslocarem com maior facilidade quando houver aumento da temperatura em determinados locais, ou até mesmo, no assentamento das peças, como também no preparo da mistura da argamassa de assentamento.

Todas as situações que foram levantadas para o presente trabalho, mesmo que algumas não se apresentem de forma tão expressiva na edificação, necessitam de ações de manutenção e de reparo para com as manifestações patológicas. Postergar os reparos podem agravá-los, como também os problemas podem tornar-se piores, assim como maiores gastos em tratamentos e reformas.

Tendo em vista o exposto, desta forma, conclui-se que a eficiência e a eficácia da necessidade de manutenção periódica e reformas em edificações unifamiliares é confirmada quando se adota um plano regular de manutenção corretiva e preventiva, sempre acompanhado e auxiliado por profissionais habilitados para exercer essa função, como também mão de obra eficaz. Ressalta-se, ainda, pelo fato da edificação estar ocupada, acaba por provocar desconforto aos usuários que habitam, tanto no aspecto físico como visual das manifestações patológicas aparentes, o que é de muita importância preservar o patrimônio familiar e conservar a segurança das pessoas e da vizinhança ao redor.

6.2. RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Como sugestão para futuros trabalhos de pesquisa e estudo, pode-se citar:

- i. Estudo das causas e origens, incluindo o diagnóstico e tratamento de manifestações mais frequentes em edificações unifamiliares;
- ii. Realização de um estudo comparativo das manifestações patológicas mais frequentes nas edificações de habitações unifamiliares em diferentes regiões do estado ou país;
- iii. Realização de um estudo comparativo das manifestações patológicas mais frequentes em edificações de habitações unifamiliares próximas a de estudo;
- iv. Análise de custo de manutenção preventiva e corretiva em manifestações patológicas de edificações unifamiliares;
- v. Avaliação da influência das técnicas construtivas na ocorrência de manifestações patológicas em construções unifamiliares;
- vi. Estudo comparativo entre as técnicas construtivas de edificações unifamiliares novas e antigas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLSOPP, D.; SEAL, K.; GAYLARDE, C. **Introduction to Biodeterioration. 2TH.** New York: Cambridge University Press, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR – ISO 9000** - Sistemas de Gestão de Qualidade. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9575** – Impermeabilização - Seleção em Projeto. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13753**: Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575** - Partes 1-6: Desempenho de Edifícios Habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.

ANTONIAZZI, P. J. **Patologia da construção: Abordagem e Diagnóstico.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Santa Maria: UFSM, 2014.

ASSIS, Daniel C. **Causas e origens das patologias no sistema revestimento cerâmico de fachada.** 2009. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso – UTFPR, Campo Mourão – PR, 2009.

BARBOSA, E. F. **Curso de especialização em metodologias de desenvolvimento e avaliação de projetos educacionais.** SEE-MG, CEFET-MG, Belo Horizonte, 1999.

BARROS, M. M. B.; TANIGUTI, E. K.; RUIZ, L.B; SABBATINI, F. H. **Tecnologia construtiva racionalizada para produção de revestimentos cerâmicos verticais**. Notas de aula. São Paulo: USP, 1997. Disponível em: <http://pcc2436.pcc.usp.br/textostécnicos/patologia/ApostilapPatologiaPCC436ano2000.pdf>>. Acesso em 17/04/2017 às 14h.

BAUER, R.J.F. **Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS,2. 1997, Salvador: CETA/ANTAC, 1997. P. 321-333.

BRAGA, Célia Cavalcanti. **Manifestações patológicas em conjuntos habitacionais: a degradação das fachadas**. Disponível em: www.unicap.br/tede/tde_busca/processaPesquisa.php?pesqExecutada=1&id=332 Acesso em: 14 novembro de 2017 as 15h.

CAMPANTE, E. F.; BAÍA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

CAPORRINO, F. C. **Patologia das anomalias em alvenarias e revestimentos argamassadas**. 1. Ed. Afiliada, São Paulo, 2015.

CINCOTTO, M.A. Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações. In: **Tecnologia de edificações**. São Paulo: Pini, 1988. p.549-554.

CORRÊA, E. S. **Patologias decorrentes de alvenaria estrutural**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Manaus: UNAMA, 2010.

CORRÊA, R. L. **Sustentabilidade na construção civil**. Monografia (Especialização em construção civil). Belo Horizonte: UFMG, 2009.

CORSINI, R. Trinca ou fissura? **Revista Techne**. Disponível em: http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0139/Trinca_ou_Fissura.pdf. Acesso em: 09/10/2017. São Paulo: PINI, 2010.

DEMOLIER, C.A e POSSAN, E. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral**. Artigo científico, Universidade Federal Latino Americana, 2013.

DIAS, C. M. R.; JOHN, V. M. **Efeitos do envelhecimento na microestrutura e no comportamento mecânico de fibrocimentos**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. BT/PCC/ Departamento de Engenharia de Construção Civil. 418, 12p., 2005.

DO CARMO, Paulo Obregon. **Patologia das construções**. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.

DUARTE, R. B. Fissuras em alvenarias: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação. Porto Alegre: CIENTEC, 1998. Boletim Técnico n. 25

FERREIRA, J. K. O. **Fissuras em alvenarias- uma revisão de literatura**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Angicos, 2012.

FONSECA, S. L. **Manifestações patológicas existentes em construções populares do programa cheque moradia**. Artigo (Revista on-line IPOG). Goiana, 2015.

FREIRE, Altair. **Patologia nas Edificações Públicas do Estado do Paraná: Estudo de Caso da Unidade Escolar Padrão 023 da Superintendência de Desenvolvimento Escolar – SUDE**. 2010. 41 f. Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

GONZAGA, M. R. **Gerenciamento de projetos**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil). Natal: Universidade Potiguar, 2012.

GONZALEZ, W. S. **As manifestações patológicas da construção civil no Brasil e no mundo**. Disponível em: <https://www.gestordeobras.com.br/manifestacoes-patologicas-da-construcao-civil-no-brasil-e-no-mundo>. Acesso em 14/04/2017 às 16h.

HELENE, P.; PEREIRA, F. **Rehabilitación y Mantenimiento de Estructuras de Concreto**. São Paulo: Cargraphics, 2007.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: Red Rehabilitar /Cytel, 2007.

HELENE, P.; GARCIA, M. & NETO, C.S. **SEFE V - 5º Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia**, 2004.

ILIESCO, Marcelo. **Patologia das pinturas**. Disponível em:
http://www.iliescu.com.br/palestras/patologia_e_recuperacao_das_pinturas.pdf.
Acesso em: 14 de novembro de 2017 às 16h

IBDA. **Viabilidade executiva de obras e/ou serviços de engenharia**. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=38&Cod=498>. Acesso em 08/08/2016 às 15h.

IBDA. **Trincas, fissuras, fendas e rachaduras exigem cuidado**. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=1579>. Acesso em 09/08/2016 às 15h.

IOSHIMOTO, E. **Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais**. São Paulo, IPT, 1994.

JÂCOME, C. C.; MARTINS, J. G. **Identificação e tratamento de patologias em edifícios**. 105 p. Monografia. 1 ed. [s.l.], 2005.

JOHANSON, M; TÖRLIND, P. Mobility support for distributed collaborative teamwork. **Electronic Journal of Information Technology in Construction (Itcon)**, v. 9, p. 355-366, 2004.

KRUG, L. F. **Manifestações Patológicas em Edificação Construída na Década de 1930 – Um Estudo de Caso**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Ijuí: UNIJUÍ, 2006.

LEAL, U. Fachadas e paredes estão doentes: apesar da maior oferta de argamassas e do compromisso dos fabricantes com a qualidade dos produtos, mais trincas e fissuras são visíveis nas edificações... **Téchne – A Revista do Engenheiro Civil**, São Paulo, ano 11, n.76, p. 48-52, jul 2003.

LIMA, P. R. B. **Consideração do projeto no desempenho dos sistemas construtivos e qualidade da edificação** – Proposição de um modelo de banco de dados, Dissertação - UFMG. Belo Horizonte, 2005.

MAGALHÃES, E. F. **Fissuras em alvenarias**: configurações típicas e levantamento de incidências no estado do RS. 2004.

MARCONI, M; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MEIRELES, M. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas**. 1. ed. São Paulo: Art. & Ciência, 2001.

MELO, R. **Levantamento das Patologias em Residências de Delmiro Gouveia e Região**. Artigo (Especialização em Construção Civil). Alagoas, UFAL, 2012.

MIRANDA, F.B. Chapisco. **Téchne** – Revista de Tecnologia da Construção, São Paulo, ano 2, n. 9, p. 4-5, mar./abr. 1994.

MOURA, Raquel. **Características e Estado de Conservação de Pinturas em Fachadas – Caso da Alta de Coimbra**. Coimbra: Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade de Coimbra, 2008. 88p. (Dissertação, Mestrado em Construção Civil).

NASCIMENTO, C. B.; CINCOTTO, M. A. **Influência do Ataque Fúngico de Ripas de Juçara em Argamassa de Estuque: estudo de caso**. São Paulo: EPUSP, 2003. Acesso em: 14 novembro de 2017.

PERIARD, G. **Matriz GUT: Guia Completo. 2011**. Disponível em: <http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>. Acesso em: 14 novembro de 2017 as 17h.

PERES, Rosilena Martins. **Levantamento e Identificação de Manifestações Patológicas em Prédio Histórico** – Um estudo de caso. 142 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – UFRGS, Porto Alegre, 2012.

RODRIGUES, C. A. **Levantamento das principais manifestações patológicas em edificações residenciais de uma construtora de Porto alegre**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Porto Alegre: UFRG, 2013.

SANTOS, Pedro Henrique Coelho; SILVA FILHO, Antônio Freitas. **Eflorescência: causas e consequências**. Salvador: [s.n.], 2008.

SHIRAKAWA, M. A. Identificação de fungos em revestimentos de argamassa com bolor evidente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 1., 1995, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CETA/ANTAC, 1995. p. 402-410.

SILVA, A. F. **Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos de argamassa.** Estudo de caso em edifício em Florianópolis, 2007. Dissertação (Mestrado em 92 Arquitetura e Urbanismo) - Centro Tecnológico em Arquitetura e Urbanismo, UFSC, Santa Catarina, 2007.

SOUZA, M. F. **Patologias Ocasionadas pela Umidade nas Edificações.** Monografia (Especialização em Construção Civil). Belo Horizonte: UFMG, 2008.

TAGUCHI, M. K. **Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações.** Dissertação (Mestrado): UFPR, Curitiba, 2010.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios.** Co edição IPT/EPUSP/Editora Pini. São Paulo, 2002. p.16-20.

THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção.** Co edição IPT/EPUSP/Editora Pini. São Paulo, 2001. p.449.

THOMAZ, Ripper; SOUZA, Vicente Custódio Moreira. **Patologia, Recuperação e Reforço de estruturas de concreto.** Editora Pini. São Paulo, 2001. p.449.

TRIANA, M. A. **Metodologia de avaliação ambiental brasileira para o setor residencial: eficiência energética.** Artigo (Especialização em Construção Civil). Ouro Preto: ENCAC, 2007.

TRINDADE, S. D. **Patologia em estudos de concreto armado**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil). Santa Maria-RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

TRINTIM, ALESSANDRE e SANTOS, EDUARDO. **A evolução da construção civil: tecnologia da informação é uma questão de sobrevivência**. Disponível em: <http://www.baguete.com.br/artigos/889/alessandre-trintim-e-eduardo-t-santos/10/09/2010/a-evolucao-da-construcao-civil-tecnolog>. Acesso em 08/08/2016 às 14h.

TUTIKIAN, B. **Brasil avança no combate à patologia nas construções**. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/brasil-avanca-no-combate-a-patologia-das-construcoes/>. Acesso em 08/04/2017 às 14h.

TUTIKIAN, B; PACHECO; M. **Boletim Técnico - Inspección, Diagnóstico y Prognóstico en la Construcción Civil. Mérida, 2013**. Disponível em:< http://alconpat.org.br/wp-content/uploads/2012/09/B1_Inspe%C3%A7%C3%A3o-Diagn%C3%B3stico-e-Progn%C3%B3stico-na-Constru%C3%A7%C3%A3o-Civil1.pdf > Acesso em: 05 mai. 2017.

UEMOTO, K.L. **Patologia: Danos causados por eflorescência. Tecnologia de Edificações**, São Paulo. Pini, IPT – Instituto de pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. de edificações do IPT. 1988. p.561-64.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. 5. Ed. PINI, São Paulo, 2003.