

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Nathan Toledo Alves

**ESTUDO DE CASO: FISSURAS EM PAREDES DE VEDAÇÃO
EM ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS**

**Porto Alegre
Novembro 2021**

NATHAN TOLEDO ALVES

**ESTUDO DE CASO: FISSURAS EM PAREDES DE VEDAÇÃO
EM ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof.^a Cristiane Sardin Padilla de Oliveira

**Porto Alegre
Novembro 2021**

NATHAN TOLEDO ALVES

**ESTUDO DE CASO: FISSURAS EM PAREDES DE VEDAÇÃO
EM ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 18 de novembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Cristiane Sardin Padilla de Oliveira (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Prof.^a Lais Zucchetti (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Eng. Deividi Maurenre Gomes da Silva (UFRGS)
Me. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a minha família que tem me apoiado
nessa jornada, em especial aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força e equilíbrio para vencer todas as dificuldades.

Agradeço a todos os familiares e amigos que me apoiaram durante toda graduação.

Em especial a minha mãe Cleci e meu pai Aloísio que me ajudou no momento que eu mais precisei para concluir essa caminhada.

Aos meus irmãos Diego e Gieri pelo incentivo e por estarem ao meu lado, e por suportarem meus momentos de ausências.

A minha orientadora Prof^ª. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira, pela paciência e por ajudar a enriquecer o trabalho.

Se você não construir o seu sonho, alguém vai contratar
você para ajudar a construir o dele.

Morgan Freeman

ESTUDO DE CASO: FISSURAS EM PAREDES DE VEDAÇÃO EM ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS

RESUMO

As fissuras caracterizam-se por um tipo manifestação patológica frequente em obras da construção civil. Dependendo da gravidade de risco, sua ocorrência pode afetar o nível de desempenho da edificação reduzindo sua vida útil, caso não sejam feitas as manutenções preventivas ou corretivas adequadas. A fissura geralmente é um alerta (sintoma) de que algo errado está acontecendo com a edificação. Devido à variabilidade e amplitude do tema, esta pesquisa delimitou o estudo à ocorrência de fissuras em paredes de alvenaria não estrutural, ou seja, em paredes de vedação (internas ou externas à edificação) com blocos e tijolos (vazados ou maciços) de concreto ou cerâmica. Foi desenvolvida uma pesquisa não experimental baseada na técnica da observação, adotando como técnicas a inspeção visual e equipamento manual fissurômetro (modelo tipo régua graduada). A pesquisa foi classificada como uma pesquisa de campo e teve como objeto analisar uma edificação multifamiliar de 10 pavimentos localizada na cidade de Porto Alegre/RS. Foi realizado um levantamento das ocorrências e localização das fissuras nas paredes de vedação da edificação com objetivo específico de caracterizá-las, identificar as possíveis causas e sugerir terapias de manutenção, visando eliminar ou estancar o problema. Como resultados foram identificadas 124 fissuras, dentre as causas da ocorrência mais pontuadas se destacou a ocorrência de fissuras por deformação estrutural, seguida das fissuras por concentração de tensões em vãos, aberturas e esquadrias e aquelas ocorridas em locais de instalação de elementos embutidos (tubulações) nas paredes. A pesquisa também apresentou como alternativa mais viável de reparo das fissuras a técnica de recuperação que prevê a dessolidarização das camadas de reboco em relação à base (bloco de vedação).

Palavras-chave: Fissura. Alvenaria de Vedação. Manifestações Patológicas. Paredes. Blocos de Vedação.

CASE STUDY: CRACKS IN SEALING WALLS IN CERAMIC BLOCK MASONRY

ABSTRACT

Cracks are characterized by a common pathological manifestation in civil construction works. Depending on the severity of the risk, its occurrence can affect the building's performance level, reducing its useful life, if proper preventive or corrective maintenance is not performed. A fissure is usually an alert (symptom) that something is wrong with the building. Due to the variability and breadth of the theme, this research limited the study to the occurrence of cracks in non-structural masonry walls, that is, in sealing walls (internal or external to the building) with concrete or solid blocks and bricks (hollow or solid). ceramics. A non-experimental research was developed based on the observation technique, adopting as techniques the visual inspection and manual fissurometer equipment (graded ruler type model). The research was classified as a field research and had as object to analyze a multifamily building with 10 floors located in the city of Porto Alegre/RS. A survey of the occurrences and location of cracks in the building's sealing walls was carried out with the specific objective of characterizing them, identifying possible causes and suggesting maintenance therapies, in order to eliminate or stop the problem. As a result, 124 cracks were identified, among the most frequent causes of occurrence, the occurrence of cracks due to structural deformation was highlighted, followed by cracks due to stress concentration in spans, openings and frames and those occurring in installation sites of embedded elements (pipes) on the walls. The research also presented as the most viable alternative for repairing cracks the recovery technique that foresees the desolidarization of the plaster layers in relation to the base (sealing block).

Keywords: Fissure. Sealing Masonry. Pathological Manifestations. Walls. Sealing Blocks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplos de dimensões de blocos cerâmicos de vedação.....	22
Figura 2: Alvenaria de vedação racionalizada com bloco cerâmico	23
Figura 3: Modelos de blocos compensadores conforme NBR 6136	23
Figura 4: Parede de alvenaria com tijolo cerâmico	24
Figura 5: Bloco de concreto celular autoclavado	25
Figura 6: Parede de vedação com blocos de concreto	26
Figura 7: Bloco de Concreto de Vedação	27
Figura 8: Distribuição das tensões verticais e horizontais nos materiais	32
Figura 9: Distribuição das tensões em painéis de alvenaria com variação de tensões de 0 a 0,3 Mpa.....	34
Figura 10: Comportamento das tensões de tração nos vãos de janelas	34
Figura 11: Comportamento das tensões de tração nos vãos de janelas usando viga de contraverga com o dobro da altura da verga.....	35
Figura 12: Desenho técnico da cinta contínua.....	35
Figura 13: Execução da cinta contínua em parede externa incorporando a verga	36
Figura 14: Blocos tipo canaleta conforme NBR 6136.....	37
Figura 15: Fixação da alvenaria de vedação com argamassa aplicada com bisnaga.....	38
Figura 16: Fixação da alvenaria de vedação com argamassa aplicada com colher de pedreiro	38
Figura 17: Encunhamento com tijolos maciços cerâmicos inclinados	39
Figura 18: Fixação alvenaria de vedação com espuma expansiva	39
Figura 19: Fissuras no concreto oportunizam a corrosão do aço	43
Figura 20: Exemplos de fissuras: (A) isoladas ou geométricas, (B) disseminadas ou mapeadas na argamassa de revestimento	44
Figura 21: Fissuras horizontal e vertical características de paredes homogêneas.....	45
Figura 22: Fissura escalonada característica de paredes homogêneas	45
Figura 23: Fissura característica de paredes heterogêneas	46
Figura 24: Fissuração horizontal causada por movimentação térmica da laje de cobertura	47
Figura 25: Fissuração inclinada causada por movimentação térmica da laje de cobertura.....	48
Figura 26: Fissura vertical causada por movimentação térmica da laje de cobertura	48
Figura 27: Fissura vertical causada por expansão da parede.....	49

Figura 28: Fissura vertical causada por expansão da alvenaria.....	50
Figura 29: Fissura por deformação da viga inferior	51
Figura 30: Fissura por deformação da viga superior e inferior	51
Figura 31: Fissura por deformação da viga superior	52
Figura 32: Fissuras horizontais e em forma de arcos em edifício comercial em São Paulo	53
Figura 33: Fissuras em parede com vãos (aberturas de esquadrias).....	53
Figura 34: Recalque diferencial da fundação	54
Figura 35: Fissuras originadas por recalque diferencial da fundação	54
Figura 36: Fissuras provocadas por reações químicas expansivas na argamassa de assentamento.....	56
Figura 37: Fissuras causadas por sobrecarga.....	56
Figura 38: Tela soldada no encontro das paredes com a estrutura	57
Figura 39: Instalação da tela metálica em ângulo de 90° e com uso de cantoneira.....	58
Figura 40: Fissura originada na região de embutimento de tubulações	59
Figura 41: Remendo de gesso.....	60
Figura 42: Modelos de fissurômetros	61
Figura 43: Fissurômetro: comparador portátil de fissuras.....	61
Figura 44: Monitor de fissuras de duas peças.....	62
Figura 45: Medidor eletrônico de fissuras	62
Figura 46: Lupa medidora de fissuras e trincas	63
Figura 47: Fluxograma das atividades práticas da inspeção.....	64
Figura 48: Corte esquemático com localização do sistema de recuperação de fissuras em alvenarias de vedação	72
Figura 49: Sistema de recuperação de fissuras em alvenaria de vedação	73
Figura 50: Camada de dessolidarização: (a) tela de poliéster com bandagem central	74
Figura 51: Instrumento abre trinca em “V”	75
Figura 52: Fissurômetro Modelo FISS-04.....	78
Figura 53: Pavimento Tipo.....	80
Figura 54: Apartamento Tipo (finais 1, 2, 4 e 5).....	81
Figura 55: Apartamento Tipo (finais 3 e 6).....	81
Figura 56: Apartamento 2º pavimento.....	82
Figura 57: Fachada do prédio	83
Figura 58: Projeto de Formas e Pilares do 10º pavimento	87
Figura 59: Detalhe da viga em balanço	88

Figura 60: Projeto de fômas destaque para parede executada diretamente sobre a laje	89
Figura 61: Fissura 2º pavimento n. 8	91
Figura 62: Fissura 10º pavimento n. 49	92
Figura 63: Fissura 10º pavimento n. 57	93
Figura 64: Fissura 10º pavimento n. 65	94
Figura 65: Fissura 10º pavimento n. 99	95
Figura 66: Fissura 10º pavimento n. 103	96
Figura 67: Fissura 2º pavimento n. 17	98
Figura 68: Fissura 10º pavimento n. 43	99
Figura 69: Fissuras 10º pavimento n. 83 a 89 (face parede do dormitório)	100
Figura 70: Fissuras 10º pavimento n. 107 a 111 (face parede da sala).....	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação das unidades cerâmicas de vedação	21
Tabela 4: Principais famílias de blocos de concreto de vedação.....	27
Tabela 5: Classificação das fissuras em edificações quanto à abertura conforme NBR 9575 .	43
Tabela 6: Classificação dos níveis de risco	65
Tabela 7: Classificação das anomalias e falhas	67
Tabela 8: Classificação do grau de risco	68
Tabela 9: GUT (Gravidade, Urgência, Tendência)	69
Tabela 10: Técnicas preventivas para evitar fissuras por variação térmica	71

LISTA DE SIGLAS

ABCP	- Associação Brasileira de Cimento <i>Portland</i>
ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACC	- <i>Autoclaved cellular concrete</i> (concreto celular autoclavado)
C ₃ A	- Aluminato tricálcico
EST	- Componentes cerâmicos estruturais
F _{ck}	- <i>Feature Compression Know</i> (resistência característica do concreto à compressão)
FMEA	- <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (análise do tipo e efeito de falha)
GUT	- Gravidade Urgência Tendência
IBAPE	- Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia
IBRAENG	- Instituto Brasileiro de Auditoria de Engenharia
NBR	- Norma Brasileira
PVA	- Acetato de Polivinila
PVC	- <i>Polyvinyl chloride</i> (Policloreto de polivinila ou policloreto de vinil)
RS	- Rio Grande do Sul
SINAPI	- Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
VED	- Componentes cerâmicos de vedação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 JUSTIFICATIVA	17
1.2 OBJETIVOS	18
1.2.1 Objetivo geral.....	18
1.2.2 Objetivos específicos.....	18
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2 UNIDADES CONTRUTIVAS DAS PAREDES DE ALVENARIAS	20
2.1 COMPONENTES CERÂMICOS: BLOCOS E TIJOLOS CERÂMICOS	20
2.2 COMPONENTES DE CONCRETO: BLOCOS DE CONCRETO	24
2.2.1 Blocos de concreto ACC (maciços).....	24
2.2.2 Blocos de concreto (vazados) de vedação	25
3 DEMAIS COMPONENTES DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO	28
3.1 REVESTIMENTO ARGAMASSADO	29
3.2 JUNTA DE ARGAMASSA NAS PAREDES DE ALVENARIA	30
3.3 VERGA, CONTRAVERGA E CINTA	33
3.4 FIXAÇÃO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO.....	37
4 FISSURAS EM ALVENARIAS DE VEDAÇÃO	41
4.1 CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS FISSURAS	42
4.1.1 Quanto à abertura	43
4.1.2 Quanto à movimentação	44
4.1.3 Quanto à forma.....	44
4.1.4 Quanto às origens (causas).....	46
4.2 TIPIFICAÇÃO DAS CAUSAS DE OCORRÊNCIA DAS FISSURAS	47
4.2.1 Fissuras por movimentação térmica	47
4.2.2 Fissuras por retração e expansão	49
4.2.3 Fissuras por deformação das estruturas de concreto armado	50
4.2.4 Fissuras originadas por recalque diferencial da fundação	53
4.2.5 Fissuras originadas por reações químicas dos materiais	55
4.2.6 Fissuras provocadas por ações de sobrecarga	56
4.2.7 Fissuras provocadas na interface da alvenaria de vedação com estrutura de concreto armado 57	
4.2.8 Fissuras originadas em locais de embutimento de tubulações	58

5 TECNOLOGIA PARA MONITORAMENTO E RECUPERAÇÃO DAS FISSURAS	60
5.1 TÉCNICAS E EQUIPAMENTOS	60
5.2 REQUISITOS A SEREM VERIFICADOS NA INSPEÇÃO	63
5.2.1 Níveis da inspeção	65
5.2.2 Diagnóstico	66
5.2.3 Classificação das anomalias e falhas	67
5.2.4 Grau de risco	68
5.2.5 Definição de prioridade.....	68
5.3 TERAPIAS DE PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FISSURAS	70
6 METODOLOGIA.....	77
6.1 DEFINIÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA ADOTADO	77
6.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA	77
6.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO DA ANÁLISE DOS DADOS	78
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES	80
7.1 APRESENTAÇÃO PRELIMINAR DA EDIFICAÇÃO	80
7.2 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS PRELIMINARES DA INSPEÇÃO	83
7.2.1 Levantamento das fissuras.....	84
7.3 APRESENTAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO E TIPIFICAÇÃO DAS FISSURAS ENCONTRADAS NA INSPEÇÃO	89
7.3.1 Fissuras por concentração de tensões em vãos, aberturas e esquadrias.....	90
7.3.2 Fissuras em locais de instalação de elementos embutidos na parede.....	94
7.3.3 Fissuras por dilatação térmica	95
7.3.4 Fissuras na interface alvenaria-estrutura concreto.....	97
7.3.5 Fissuras por deformação estrutural.....	98
8 CONCLUSÕES.....	102
REFERÊNCIAS	104
APÊNDICE A – QUADRO DO LEVANTAMENTO DAS FISSURAS.....	112
APÊNDICE B – QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO A PRIORIDADE DE EXECUÇÃO DA RECUPERAÇÃO DAS FISSURAS	116
APÊNDICE C – LOCALIZAÇÃO DAS FISSURAS 2º PAVIMENTO.....	120
APÊNDICE D – LOCALIZAÇÃO DAS FISSURAS 10º PAVIMENTO.....	122

1 INTRODUÇÃO

Dentro do universo da construção civil, as fissuras se destacam como sendo um dos tipos de manifestações patológicas de ocorrência mais comum, principalmente em função da variabilidade das causas que as originam, podendo ocorrer em várias fases da construção. Esse tipo de manifestação patológica contribui negativamente para a qualidade dos sistemas construtivos impactando significativamente o desempenho das construções, ou seja, interfere negativamente na estética, na durabilidade e nas características estruturais da obra (CORSINI, 2010).

Na concepção desse mesmo autor, a conceituação e classificação das fissuras quanto às formas (ativas ou passivas), geometria (desenho), origens e causas são de suma importância para a realização de levantamentos de inspeção e verificação da qualidade e segurança das obras de engenharia civil. Algumas anomalias podem ter origem em algum problema estrutural mais sério, portanto, é importante que o engenheiro esteja atento para evitar tanto os problemas de origem estrutural, quanto os problemas apenas de desconforto visual ou estético da obra.

O fator visual é o mais percebido pelo usuário, pois é o responsável por transmitir aspectos mais subjetivos, relacionados à percepção dos valores da obra, tais como: segurança, bem estar, conforto, confiança, solidez, resistência, durabilidade, entre outros. Quando esses valores ficam comprometidos, gera no usuário a desconfiança de que a obra como um todo deve estar comprometida, impactando negativamente e desvalorizando o imóvel, mesmo que os problemas sejam apenas de ordem estética (CORSINI, 2010).

Segundo Silva (2002), as adoções de estratégias para reabilitação de fissuras em alvenarias dependem da caracterização do tipo de fissura, da facilidade de obter seu diagnóstico, das condicionantes técnicas, econômicas e sociais para a execução dos trabalhos de recuperação. Muitas vezes são combinadas mais de uma técnica para sanar o problema, o que torna o processo de recuperação muito dispendioso. Por esse motivo os estudos que envolvem temas relacionados com a investigação das manifestações patológicas das edificações são de extrema importância, tanto para o meio acadêmico quanto para a sociedade em geral.

1.1 JUSTIFICATIVA

A qualidade de uma construção é fundamental para proporcionar segurança, comodidade e satisfação aos seus proprietários. Além disso, uma obra bem planejada e que empregue técnicas adequadas de execução, com materiais de qualidade, minimiza o aparecimento de manifestações patológicas, como as fissuras.

A fissura, por ser uma manifestação patológica bastante frequente nas edificações, exige um conhecimento mais amplo sobre seu funcionamento, daí a importância de um aluno de graduação buscar um aprofundamento que complemente a formação acadêmica, quanto aos tipos mais comuns de manifestações patológicas das construções, haja vista a importância desse tipo de conhecimento na prática profissional diária dos engenheiros (SILVA, 2011).

Essa foi uma das motivações para escolher esse tema de estudo, movido pela curiosidade de entender quais as possíveis causas das fissurações ocorridas na obra onde realizei meu estágio curricular obrigatório. Naquela oportunidade percebi o quão complicado era para o construtor dispor de equipes para fazer reparos dessa natureza, principalmente no quesito custo de hora homem atraso na entrega das unidades vendidas.

Silva (2011) reforça que um profissional despreparado corre o risco de equivocar-se na avaliação e tratar somente os sintomas e não as causas do problema. Muitas vezes as fissuras apresentam configurações semelhantes quanto à forma, porém as causas podem ser bastante diferentes. Segundo Corsini (2010) uma fissura de deformação de estrutura, por exemplo, pode ser idêntica à de recalque de fundação; e uma de dilatação térmica pode ser semelhante à de retração por secagem, pois, comumente as fissuras são inspecionadas visualmente e os diagnósticos de suas origens dependem dessa práxis, que está diretamente ligada à experiência e treinamento do engenheiro civil.

Com muita frequência, segundo Silva (2002), as fissuras ocorrem em pontos singulares das paredes e não na superfície plana corrente, esses erros se caracterizam por omissões em termos de projeto, ineficácia na execução da solidarização e integração entre os materiais construtivos, juntamente com o emprego de técnicas construtivas inadequadas. O autor ainda acrescenta que é relevante, do ponto de vista teórico, nos casos recorrentes de manifestações patológicas, dominar o conhecimento de técnicas adequadas de prevenção já estabelecidas (testadas e empregadas na prática) que necessitam apenas da divulgação para a multiplicação desse conhecimento.

Assim, visando atender esse propósito foram propostos na próxima seção secundária os objetivos desse estudo.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho dividem-se em:

1.2.1 Objetivo geral

Realizar um estudo de levantamento de fissuras nas paredes de vedação de uma edificação e indicar as possíveis causas e terapias.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- a) realizar o levantamento da ocorrência de fissuras e ou trincas na edificação, objeto de estudo;
- b) analisar os danos ocorridos, os tipos de manifestações patológicas, as possíveis causas, origens, os agentes, os sintomas das fissuras encontradas nas alvenarias do objeto de estudo;
- c) sugerir técnicas de reparação das fissuras em alvenarias para as ocorrências detectadas, conforme recomendação técnica e bibliografia pesquisada sobre o assunto.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esse estudo foi organizado em oito capítulos. O capítulo 1 consiste na introdução do tema - fissuras em paredes de vedação - e apresenta os objetivos a serem discutidos ao longo da pesquisa. O capítulo 2 e 3, juntos, abordam conceitos e definições teóricas envolvendo o sistema de alvenaria de vedação, suas funções, características e propriedades, e também dos seus materiais constituintes: as unidades construtivas (blocos e tijolos) cerâmicos ou de concreto; além dos outros componentes desse sistema, destacando o revestimento argamassado; as juntas

de argamassa de assentamento; as vergas, contravergas e cintas; e, a fixação da alvenaria de vedação: o encunhamento.

O capítulo 4 compreende o estudo teórico das fissuras em alvenarias de vedação e apresenta a caracterização e classificação das fissuras quanto à abertura, movimentação, formas e origem (conforme o agente ou evento causador da fissura); e a tipificação das fissuras quanto as principais causas de sua ocorrência: movimentação térmica, retração e expansão higroscópica, deformação das estruturas portantes, recalque diferencial, reações químicas dos materiais constituintes ou por ações de sobrecarga.

O capítulo 5 apresenta alguns parâmetros sobre o emprego das tecnologias de monitoramento e recuperação das fissuras, elencando algumas referências às técnicas e equipamentos comumente usados, os requisitos a serem verificados nas inspeções e as terapias de prevenção e recuperação sugeridas para o tratamento quando da ocorrência de fissuras em alvenarias de vedação.

O capítulo 6 apresenta a metodologia de pesquisa empregada e detalha a sequência de atividades realizadas pelo pesquisador em cada etapa da pesquisa, da coleta de dados à apuração dos resultados.

O capítulo 7 reúne os resultados e discussões da pesquisa; e, o capítulo 8 apresenta a conclusão do estudo com as considerações finais do autor (reflexões e ponderações do autor sobre a pesquisa). E, por fim, o estudo encerra com a apresentação do capítulo das referências seguido dos apêndices.

2 UNIDADES CONTRUTIVAS DAS PAREDES DE ALVENARIAS

A resistência e durabilidade das paredes e, eventualmente, de toda a edificação dependem do uso adequado dos tijolos e blocos cerâmicos e de concreto. A seguir serão abordadas as classificações e as principais características dessas unidades construtivas usadas na execução das paredes de alvenarias de casas e edifícios.

2.1 COMPONENTES CERÂMICOS: BLOCOS E TIJOLOS CERÂMICOS

Em 2017 foi publicada a revisão da Norma Brasileira (NBR) 15270 Componentes cerâmicos: blocos e tijolos para alvenaria, essa reestruturação dividiu a norma em duas partes. A parte 1, que trata da especificação dos requisitos dimensionais, propriedades físicas e mecânicas de blocos e tijolos cerâmicos, a serem aplicados em obras de alvenaria estrutural ou de vedação, e também instrui quanto ao método de execução: de forma racionalizada ou não. E, a parte 2 foi destinada à instrução da execução dos métodos de ensaios para os blocos e tijolos cerâmicos estruturais e de vedação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017).

A norma NBR 15270-1 (ABNT, 2017) classifica as unidades cerâmicas das paredes de alvenarias em dois tipos: componentes cerâmicos de vedação, identificados pela sigla VED, e os componentes cerâmicos estruturais, identificados pela sigla EST. Por definição segundo a norma, o termo tijolo deve ser usado para designar os componentes cerâmicos maciços (com ou sem função estrutural), e o termo bloco para os componentes vazados (com ou sem função estrutural).

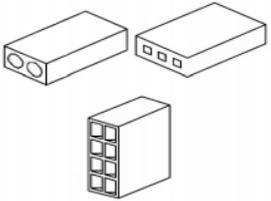
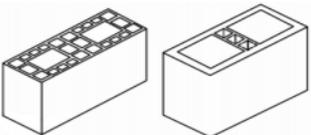
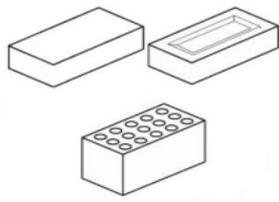
Os blocos, componentes da alvenaria de vedação, são elementos vazados, com ranhuras em suas faces externas para facilitar a aderência à argamassa, e internamente septos com diferentes cavidades, já os tijolos cerâmicos, também componentes da alvenaria de vedação, são peças maciças. Os modelos diferem em tamanho, disposição dos furos, textura, além das propriedades físicas e mecânicas, e podem também apresentar faces lisas (SOUZA, 2018; CERÂMICA CONSTRULAR, 2019).

A NBR 15270-1 (ABNT, 2017) divide os blocos e tijolos cerâmicos de vedação em três grupos, precedidos da sigla “VED” e seguidos da identificação de suas respectivas resistências à compressão: VED15, VED30 e VED40, respectivamente 1,5 Mpa, 3 Mpa e 4 Mpa. Além da resistência, as classes são divididas em tipos de blocos, sendo eles: bloco ou tijolo com furos

ou vazados horizontais (VED 15), bloco em parede vazada com vazados verticais (VED 30) e tijolo maciço ou perfurado para vedação (VED 40).

A classificação dos blocos cerâmicos de vedação segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2017) pode ser observada de forma resumida na Tabela 1, proposta por de Costa (2018, p. 29):

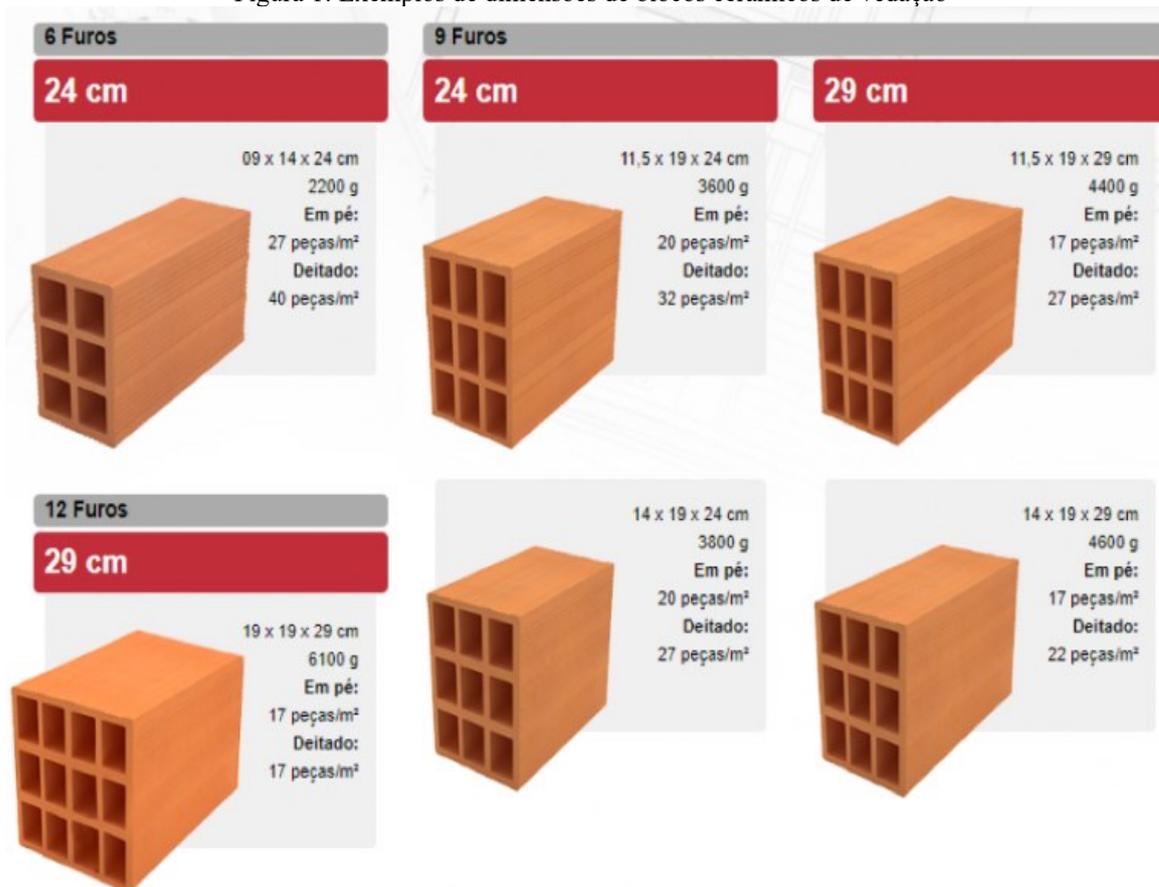
Tabela 1: Classificação das unidades cerâmicas de vedação

Classe	Resistência a compressão Mpa	Teor de absorção de água %	Espessura mínima das paredes do bloco ou tijolo em mm		Esquemática
			Externa	Interna	
VED 15	1,5 Mpa	8 a 25%	7	Não há	
VED 30	3,0 Mpa	8 a 21%	7	6	
VED 40	4,0 Mpa	8 a 25%	-	-	

(fonte: COSTA, 2018, p. 29)

Os blocos de vedação devem ter forma prismática e obedecer às dimensões nominais definidas em norma. A Figura 1 apresenta alguns tipos de dimensões de blocos de vedação referidos na norma NBR 15270-1 (ABNT, 2017), a título de exemplificação.

Figura 1: Exemplos de dimensões de blocos cerâmicos de vedação



(fonte: CERÂMICA CONSTRULAR, 2019)

A NBR 15270-1 (ABNT, 2017) também aborda a execução da alvenaria racionalizada e define os blocos cerâmicos para alvenaria racionalizada como sendo elementos participantes ou não da estrutura, que possuem furos ou vazados prismáticos modulados que contribuem na otimização da execução e redução do desperdício de materiais. Esses vazados previamente projetados oportunizam a compatibilização das alvenarias com as tubulações das instalações hidráulicas e elétricas (MELO, 2020).

Através da técnica da paginação o projeto de alvenarias detalha como as paredes devem ser executadas bloco a bloco. A Figura 2 mostra a execução de uma parede de vedação com utilização de blocos cerâmicos para alvenaria racionalizada. O encunhamento da parede interna da edificação junto à laje faz uso do bloco de canaleta compensadora, em formato de U, cuja altura é a metade da altura do bloco normal conforme Figura 3 (MELO, 2020).

Figura 2: Alvenaria de vedação racionalizada com bloco cerâmico



(fonte: AD NORMAS, 2018)

Figura 3: Modelos de blocos compensadores conforme NBR 6136

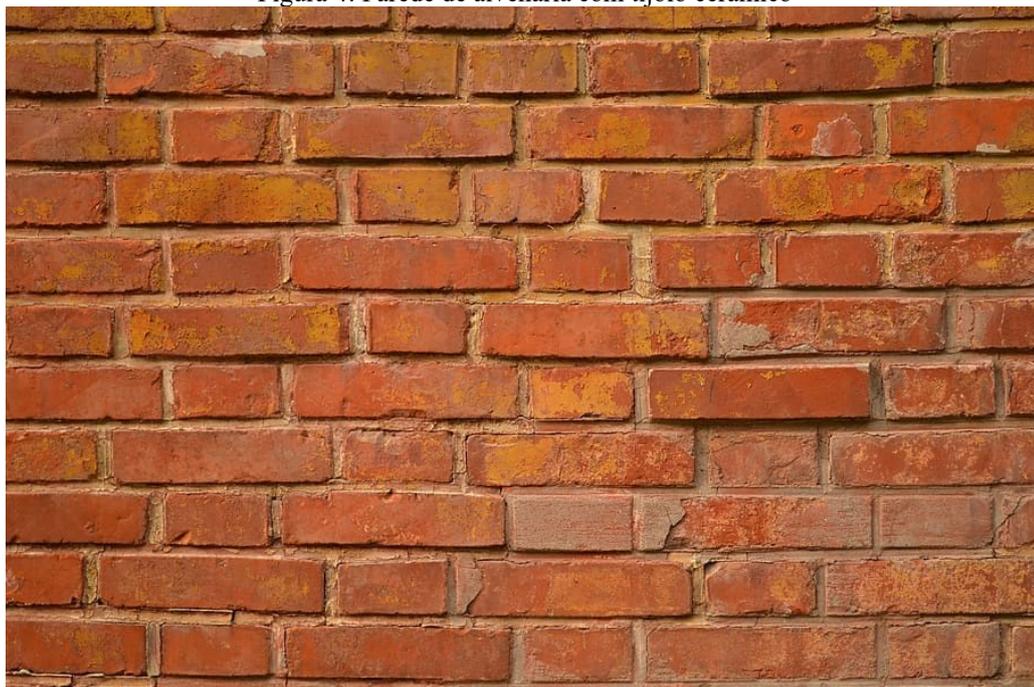


(fonte: ABNT, 2016)

Essa tecnologia de padronização das alvenarias implementada pela NBR 15270-1 (ABNT, 2017) é recente e já começa impactar construções mais novas, entretanto em construções mais antigas ainda estarão presentes as práticas menos especializadas. Portanto, as inspeções de engenharia para diagnóstico, prevenção e recuperação das manifestações patológicas presentes nas paredes de vedação deverão levar em conta alguns aspectos anteriores a norma, tais como, a existência da variabilidade químico-mineralógica das argilas constituintes dos materiais cerâmicos, variabilidade das dimensões, formas e resistência à compressão dos blocos e tijolos usados nas construções.

Conforme Tailor (2018), os tijolos cerâmicos (maciços) podem ser usados como superfície de acabamento de acordo com suas diferentes cores, tamanhos e formas, atendendo objetivos arquitetônicos e estéticos da edificação, no geral essas unidades cerâmicas absorvem água facilmente, que podem dar origem a eflorescência devido à presença de sais na água. A aspereza de suas superfícies pode causar o crescimento de bolores, se não forem devidamente limpas e impermeabilizadas, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4: Parede de alvenaria com tijolo cerâmico



(fonte: PXFUEL, 2021)

2.2 COMPONENTES DE CONCRETO: BLOCOS DE CONCRETO

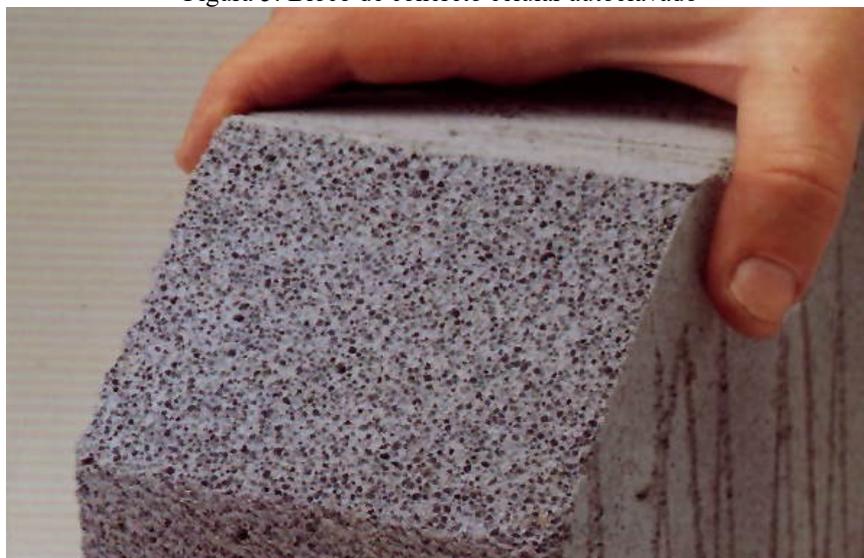
2.2.1 Blocos de concreto ACC (maciços)

Os mais conhecidos são os blocos de concreto celular autoclavado - *autoclaved cellular concrete* (ACC). Eles são fabricados a partir da mistura de cinzas volantes, cimento, cal, gesso e um agente de aeração, e seu processo de fabricação não contempla a inclusão de agregado (pedrisco). A cinza volante é um subproduto da indústria reaproveitado na fabricação dos blocos ACC, caracterizando-os como um material ecológico (TAILOR, 2018).

Os blocos ACC possuem menor densidade e são indicados exclusivamente para alvenarias de vedação, churrasqueiras, preenchimento de lajes, sem função estrutural, geralmente não são considerados atraentes ou adequados para funcionar como revestimento exposto, pois requerem

um acabamento protetor, isso porque o material é poroso e se deterioraria se deixado exposto, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5: Bloco de concreto celular autoclavado



(fonte: CLUBE DO CONCRETO, 2014)

O bloco ACC apresenta boa resistência à umidade isso porque seus microporos não são conectados, isso impede o transporte capilar de umidade a longas distâncias. Em relação à condutividade térmica, os blocos ACC têm baixa condutividade térmica. Como os blocos AAC são feitos de cinzas volantes, que têm uma condutividade térmica mais baixa em comparação com a argila natural, o que resulta em blocos mais resistentes ao calor.

A densidade seca do bloco AAC varia de 451 kg/m^3 a 1000 kg/m^3 , o que reduz a carga sobre a fundação e outros componentes estruturais da edificação, levando a uma redução de 55% no peso das paredes. Por causa da redução do peso próprio, a construção de blocos AAC atrai pela redução de custos na obra (TAILOR, 2018).

2.2.2 Blocos de concreto (vazados) de vedação

O bloco de concreto é formado pela mistura de quatro componentes: cimento, areia, pedrisco e água. O bloco vazado de concreto simples usado para paredes de alvenaria de vedação, não tem função estrutural, sua resistência varia de 2 e 3 Mpa, conforme a NBR 6136 (ABNT, 2016). Portanto os blocos de concreto aplicados em paredes de vedação podem ser usados em edifícios com qualquer altura (SOUZA, 2018).

Segundo a NBR 6136 (ABNT, 2016) os blocos devem ter arestas vivas e não devem apresentar trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento ou afetar a

resistência e durabilidade da construção, não sendo permitido qualquer reparo que oculte defeitos eventualmente existente no bloco. A Figura 6 apresenta a execução de uma parede de vedação com bloco de vedação.

Figura 6: Parede de vedação com blocos de concreto



(fonte: CÂMARA, 2020)

Como desvantagens os blocos de concreto absorvem mais água que os cerâmicos, apresentam um desenvolvimento térmico fraco. E, quando usados nas paredes externas, necessitam de pintura acrílica para evitar a umidade. A alvenaria com blocos de concreto exige mais cuidado nas juntas de dilatação, que devem ser menores, pois os blocos de concreto se movimentam mais (SOUZA, 2018).

Utilizam como argamassa de assentamento a argamassa industrializada ou a argamassa feita em obra com cimento, cal, areia e água. Em relação ao revestimento das paredes, aceita revestimento argamassado com até 2 cm de espessura (paredes internas) aplicado diretamente sobre sua superfície, se for usado gesso adotar espessura de 0,5cm. Ainda, pode-se usar para paredes internas e externas o revestimento argamassado de 2,5 cm, o que atende todas as zonas climáticas brasileiras (SOUZA, 2018).

Os blocos de alvenaria de vedação apresentam dimensões classificadas conforme a NBR 6136 (ABNT, 2016), sendo as principais famílias os módulos M-20, M-15 e M-10, larguras nominais

de 20 cm, 15 cm e 10 cm, referindo-se as larguras 19, 14 e 9 cm, respectivamente conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Principais famílias de blocos de concreto de vedação

Designação	Dimensões (mm)			
	Largura	Altura	Comprimento	Amarração
Módulo M-20 (largura nominal de 20 cm)	190	190	390	
			190	
			90	
			40	
Módulo M-15 (largura nominal de 15 cm)	140	190	390	340 (em L) 540 (em T)
			190	
			90	440 (em T)
			40	
Módulo M-10 (largura nominal de 10 cm)	90	190	390	
			190	
			90	
			40	290 (em T)
			290	
			190	
			90	290 (em T)
			190	
			90	

(fonte: MORAES et al., 2008)

Os blocos de concreto de vedação ainda podem apresentar faces com texturas, sendo classificados como blocos aparentes. Nos blocos, cujas faces apresentam texturas, as tolerâncias dimensionais podem ser maiores, nas dimensões relativas à face texturada, conforme a NBR 6136 (ABNT, 2016).

Figura 7: Bloco de Concreto de Vedação



(fonte: TATU PRÉ-MOLDADOS, 2021)

A Figura 7 mostra um exemplo de execução de muro com bloco aparente de concreto, coloridos e com faces texturadas (TATU PRÉ-MOLDADOS, 2021).

3 DE MAIS COMPONENTES DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO

As alvenarias são estruturas formadas pela junção de elementos de alvenaria e argamassa de assentamento. Em função dos seus componentes, denominados de unidades de alvenarias, tais como, materiais pétreos, blocos (vazados) e tijolos (maciços) de cerâmica, sílica-cal ou concreto, apresentam bom comportamento quanto à compressão, mas são mais vulneráveis às solicitações de tração, flexão e cisalhamento, principalmente porque sua estrutura é constituída pela junção dessas unidades de alvenarias com a argamassa de assentamento, o que lhes confere propriedades diferenciadas quanto à resistência mecânica, módulo de elasticidade¹, Coeficiente de Poisson² configurando-as como estruturas com características heterogêneas e anisotrópicas³ (THOMAZ; HELENE, 2000).

Vários outros fatores também influenciam no comportamento mecânico das paredes de alvenaria, segundo Thomaz e Helene (2000), tais como:

- a) geometria, rugosidade superficial e porosidade do componente de alvenaria;
- b) índice de retração, poder de aderência e de retenção de água da argamassa de assentamento;
- c) esbeltez, eventual presença de armaduras (alvenarias armadas ou parcialmente armadas), número e disposição das paredes contraventantes⁴;
- d) amarrações, cintamentos, disposição e tamanho dos vãos de portas e janelas;
- e) enfraquecimento provocado pelo embutimento de tubulações, rigidez dos elementos de fundação, geometria do edifício etc.

¹ O módulo de elasticidade também é uma propriedade importante de estruturas em alvenaria, a partir dele é possível compreender o comportamento da alvenaria e prever suas deformações (SILVA; RICHTER; DÉ SIR, 2010).

² O Coeficiente de Poisson é um modelo matemático capaz de reproduzir o comportamento de uma alvenaria, o qual pode ser estimado com as deformações específicas longitudinais e transversais no ensaio de compressão da alvenaria (SILVA; RICHTER; DÉ SIR, 2010).

³ Um material é anisotrópico quando suas propriedades mecânicas são diferentes em diferentes direções, ou seja, materiais anisotrópicos não se deformam igualmente em todos os sentidos e direções (SILVA; RICHTER; DÉ SIR, 2010).

⁴ Quando a alvenaria funciona como contraventamento da estrutura é necessário que exista uma ligação efetiva e rígida entre esses elementos. Neste caso, as paredes estarão submetidas a um estado elevado de tensões, devendo apresentar características de resistência mecânica compatíveis com as solicitações (BAYEAUX, 2000).

Quanto à tipologia as paredes de alvenarias de vedação podem ser: internas ou externas em relação à edificação; de eixo ou de face em relação a sua posição junto à estrutura; vinculada ou desvinculada em termos de ligação com a estrutura e quanto ao seu processo de produção, moldada *in loco* ou industrializada (VALLE, 2008).

Portanto, conforme Valle (2008), a alvenaria de vedação pode ser definida como uma estrutura não armada e que depende diretamente da estabilidade de outros elementos construtivos confinantes ou de suporte, e está sujeita a ações mecânicas externas ou internas, que implicam na garantia de sua própria estabilidade. Ainda, segundo Kalil (2006), são aquelas que resistem apenas ao seu próprio peso, e tem como função separar ambientes ou servir de fechamento externo, sem função estrutural.

3.1 REVESTIMENTO ARGAMASSADO

A execução de um adequado revestimento sobre as paredes de alvenaria tem grande impacto no desempenho final do sistema de vedação, visto que o desempenho de cada parte reflete no desempenho de todo o sistema. O revestimento pode ser argamassado ou não argamassado⁵. Em função da diversidade dos revestimentos verticais, se arbitrou como referência apenas caracterizar nessa pesquisa o revestimento argamassado.

Segundo a Associação Brasileira de Cimento *Portland* (ABCP, 2003) e conforme dispõe a NBR 13529 (ABNT, 2013) o revestimento argamassado é um sistema de proteção de uma superfície porosa, formado por uma ou mais camadas superpostas, com espessura normalmente uniforme, resultando em uma superfície apta a receber de maneira adequada uma decoração final, devendo cumprir importantes funções como:

- a) proteger os elementos de vedação da edificação da ação direta dos agentes agressivos;
- b) auxiliar das vedações nas suas funções de isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água e gases;
- c) regularizar a superfície dos elementos de vedação, servindo de base regular para outro revestimento ou constituir-se no acabamento final;
- d) contribuir para a estética de vedações e fachadas (ABCP, 2003).

⁵ Revestimentos não argamassados: gesso, cerâmica, pedras decorativas, texturas e outros conforme define a NBR 13529 (ABNT, 2013).

Para se ter uma ideia numérica da importância do revestimento como elemento isolante, um revestimento de argamassa com espessura entre 30 a 40% da espessura da parede, pode ser responsável por 50% do isolamento acústico, 30% do isolamento térmico e contribui em 100% pela estanqueidade de uma vedação de alvenaria comum (ABCP, 2003).

Segundo a NBR 13529 (ABNT, 2013) em relação às suas propriedades a argamassa de revestimento pode ser caracterizada como uma mistura homogênea de agregados miúdos, aglomerantes inorgânicos e água, contendo ou não aditivos⁶ e adições⁷, com propriedades de aderência e endurecimento. Ainda, segundo essa mesma norma as camadas de revestimentos argamassados são denominadas como: chapisco, emboço (ou massa grossa) e reboco (ou massa fina).

A camada de chapisco tem como função o preparo da base com finalidade de uniformizar a superfície visando melhorar a aderência do revestimento. O emboço é uma camada de revestimento aplicado sobre o chapisco para regularizar a superfície para receber outra camada de reboco ou revestimento decorativo (acabamento final). E, a camada do reboco, última etapa, usada para cobertura do emboço e para dar o acabamento final (ABNT, 2013).

Segundo a NBR 13749 (ABNT, 2013) as espessuras admissíveis dos revestimentos argamassados são de 0,5cm a 2cm para paredes internas, e de 2 a 3cm para paredes externas. Ainda, conforme recomenda a NBR 7200 (ABNT, 1998) para garantir a qualidade do revestimento argamassado, as tubulações de água e esgoto devem estar adequadamente embutidas, bem como os eletrodutos e as demais tubulações previstas no projeto. Vãos de portas e janelas devem estar definidos e quando da necessidade de contramarcos estes devem estar previamente fixados, atendidas essas condições se evita o aparecimento de fissuras nesses pontos críticos.

3.2 JUNTA DE ARGAMASSA NAS PAREDES DE ALVENARIA

Conforme a NBR 13281 (ABNT, 2005) a argamassa para assentamento em alvenaria de vedação é indicada para ligação de componentes de vedação (como blocos e tijolos) no

⁶ Adições são materiais inorgânicos naturais ou industriais adicionados às argamassas para modificar as suas propriedades (pó calcário, saibro, materiais pozolânicos, entre outros) conforme a NBR 13529 ABNT (2013).

⁷ Aditivo é um produto adicionado à argamassa em pequena quantidade, com a finalidade de melhorar uma ou mais propriedades, no estado fresco ou endurecido, conforme a NBR 13529 ABNT (2013).

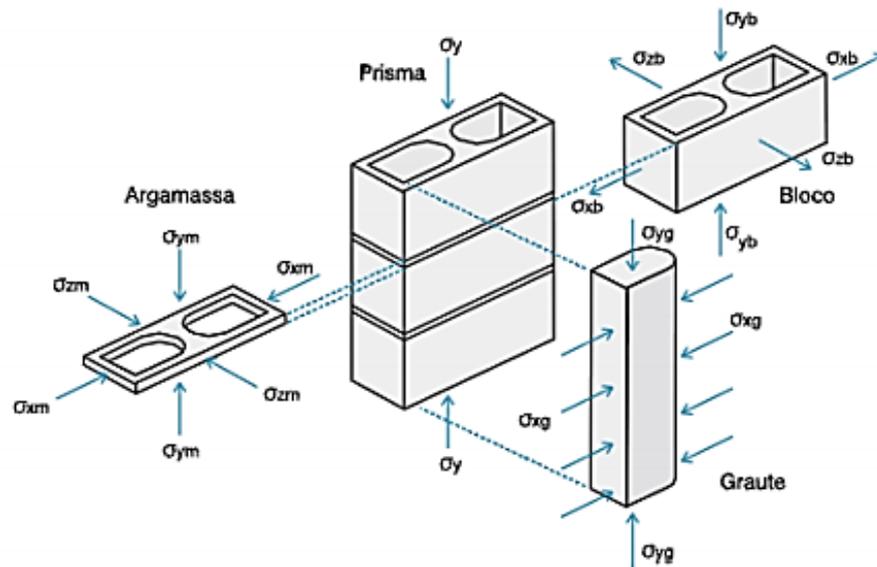
assentamento em alvenaria, com função de vedação. E a argamassa para assentamento em alvenaria estrutural além da função de ligação entre os componentes, também apresenta função estrutural.

Conforme Kalil (2006) quando uma alvenaria está sob compressão existe na região de contato entre a unidade de alvenaria e a junta de argamassa um esforço de tração transversal. Isso se deve pelo fato de a argamassa ser mais deformável, tendendo a se deformar transversalmente mais que a unidade de alvenaria. Em função desses dois materiais estarem solidariamente unidos são forçados a se deformarem igualmente em suas interfaces, causando esforços de compressão transversal na base e no topo das juntas e esforços de tração transversal de valores iguais, nas faces superiores e inferiores das unidades de alvenaria, Figura 8.

Em decorrência desse comportamento, segundo Kalil (2006), podem ser observados os seguintes aspectos:

- a) quanto maior a espessura da junta, menor é a resistência da parede de alvenaria, devido ao aumento do esforço de tração transversal na unidade, causando o rompimento com a aplicação de menores valores de cargas de compressão;
- b) quanto maior o módulo de deformação das unidades menor é a resistência da alvenaria, pois unidades muito rígidas conduzem a um aumento da tensão de tração na interface unidade/argamassa devido ao baixo módulo de elasticidade da junta;
- c) a resistência da alvenaria pode ser maior do que a da argamassa da junta, mas dificilmente ultrapassa a resistência da unidade (KALIL, 2006).

Figura 8: Distribuição das tensões verticais e horizontais nos materiais



(fonte: MOHAMAD, LOURENÇO e ROMAN, 2008)

Portanto, segundo Mohamad, Lourenço e Roman (2008) o conhecimento das características mecânicas dos materiais isolados e da interação entre os mesmos pode contribuir para uma melhor compreensão dos fatores envolvidos na deformabilidade e ruptura do conjunto e, por consequência, maximizar a capacidade resistente do sistema.

A incompatibilidade ou não-deformabilidade entre os materiais é um dos principais motivos que levam à falha das alvenarias: rompimento dos blocos à tração. Assim, blocos resistentes à tração aumentam a capacidade de resistência da alvenaria solicitada à compressão. Em relação a contribuição da junta de argamassa na resistência da alvenaria mediante o uso de argamassas muito resistentes traz como consequência o efeito da ruptura, pois não consegue acompanhar as movimentações normais da alvenaria (REFATI, 2013).

Resumindo, se a argamassa possuir metade da resistência do bloco dificilmente influenciará negativamente na parede, por outro lado se for muito resistente, assumindo valores maiores que o dobro do bloco, pode trazer efeitos indesejáveis à parede, gerando efeitos como a ruptura frágil, não contribuindo para as devidas acomodações da estrutura diante dos esforços. Ainda, se as paredes forem construídas com argamassa com resistência muito baixa, ocorrerá o efeito de esmagamento localizado, associado ao aparecimento de trincas ou fissuras verticais na alvenaria devido à concentração de tensões em alguns pontos. Nesse processo de ruptura, observa-se a perda de coesão da argamassa, o esmagamento da junta e o esfacelamento da superfície inferior e superior do bloco (REFATI, 2013).

3.3 VERGA, CONTRAVERGA E CINTA

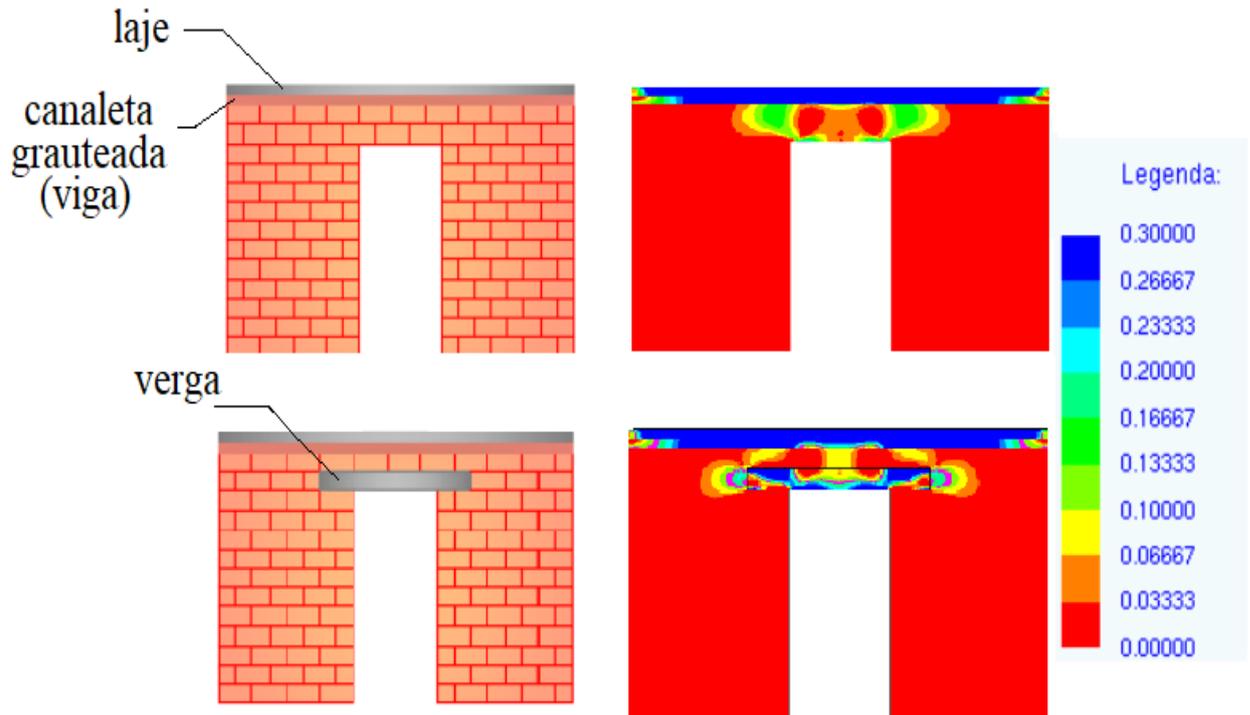
Conforme destaca Kalil (2006), nas paredes de alvenaria em geral deve-se ter cuidados especiais com as concentrações de aberturas: portas e janelas ou vãos abertos muito grandes. Para evitar o acúmulo de tensões nessas áreas de projeto, deve-se recorrer à utilização de elementos de reforço como, por exemplo: as vergas, contravergas e cintas. Em aberturas de janelas ou portas com mais de 1,5 m de comprimento, em uma parede de alvenaria, deve-se ter o cuidado de prever a necessidade de um reforço estrutural. Essas estruturas otimizam a distribuição das cargas, reduzindo a tensão desenvolvida na parede.

A verga é uma viga colocada sobre o vão de portas e janelas, com a finalidade de transmitir esforços verticais aos trechos de paredes adjacentes às aberturas, cargas provindas de lajes ou de outros componentes da supraestrutura. A contraverga é uma viga de concreto usada sob a janela para evitar a fissuração da parede. Na alvenaria estrutural com blocos a contraverga é fiada diretamente abaixo da abertura designada à janela, não presente em aberturas de porta, e tem a função de homogeneizar a distribuição das tensões que geralmente formam fissuras em 45 graus (E-CIVIL, 2021).

Ainda, segundo Sampaio (2010), painéis de alvenaria com aberturas de portas e janelas sem verga e contraverga apresentam tensões de tração sobre e sob as aberturas, assim essas regiões acima e abaixo da abertura de vãos são locais muito favoráveis ao aparecimento de fissuras provenientes das tensões de tração e por isso devem ser reforçadas.

Em seus estudos sobre fissuras em aberturas de paredes de alvenaria estrutural, e com a ajuda de recursos computacionais, Sampaio (2010) conseguiu demonstrar usando uma paleta de cores a intensidade da distribuição das tensões de tração nos painéis de alvenarias. Conforme mostra a Figura 9, a cor azul do espectro corresponde a região de maior tensão (0,3 Mpa) e a cor vermelha a ausência da tensão (0 Mpa).

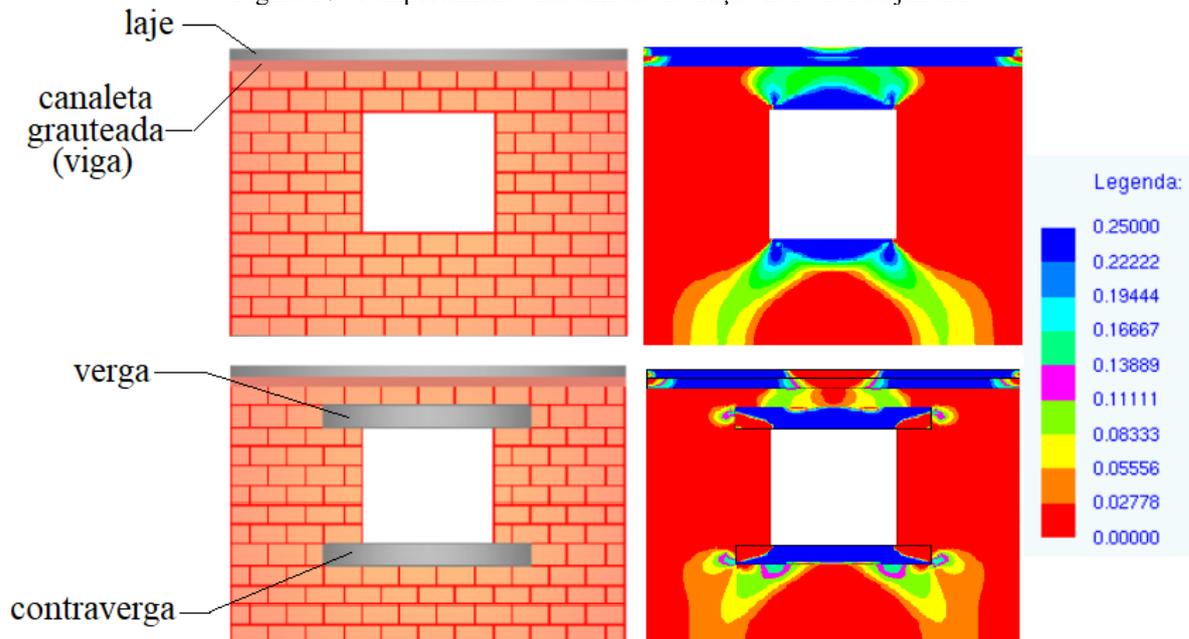
Figura 9: Distribuição das tensões em painéis de alvenaria com variação de tensões de 0 a 0,3 Mpa



(fonte: SAMPAIO, 2010, p. 77, 79)

Conforme se observa na Figura 9, na parede com abertura de porta com verga, as tensões antes localizadas acima do vão são absorvidas pela verga, sendo uma pequena parcela transmitida pelas laterais da verga à parede, considerada aceitável.

Figura 10: Comportamento das tensões de tração nos vãos de janelas



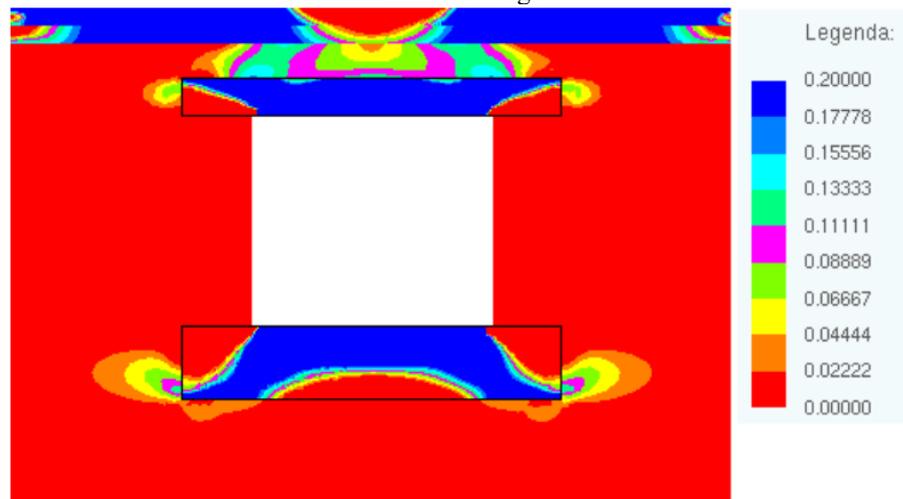
(fonte: SAMPAIO, 2010, p.83, 87)

Conforme apresentado na Figura 10, na parede com abertura de janela com utilização de verga e contraverga, pode-se observar que a verga e a contraverga absorveram grande parte da tensão

de tração, entretanto na parte inferior da contraverga se observa que parcela significativa das tensões ainda é transferida para a parede de alvenaria.

Segundo Sampaio (2010), deve-se observar o correto dimensionamento da verga e contraverga. Assim, ao se mudar a altura da contraverga, por exemplo, conforme mostra a Figura 11, valores bem baixos de tensão são transmitidos para a parede de alvenaria.

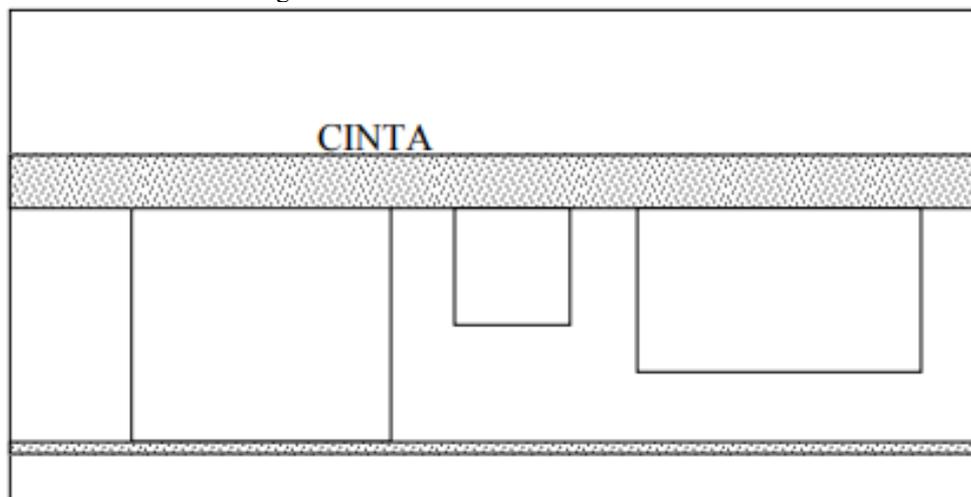
Figura 11: Comportamento das tensões de tração nos vãos de janelas usando viga de contraverga com o dobro da altura da verga



(fonte: SAMPAIO, 2010, p. 95)

Também é muito comum a ocorrência da concentração de duas ou mais aberturas em uma mesma parede. Para solucionar esse problema, recomenda-se o uso de uma viga, conhecida como cinta contínua, conforme mostra o desenho esquemático Figura 12.

Figura 12: Desenho técnico da cinta contínua



(fonte: KALIL, 2006)

A Figura 13 apresenta um exemplo de execução de cinta contínua, onde fica evidente a incorporação da verga pela cinta.

Figura 13: Execução da cinta contínua em parede externa incorporando a verga

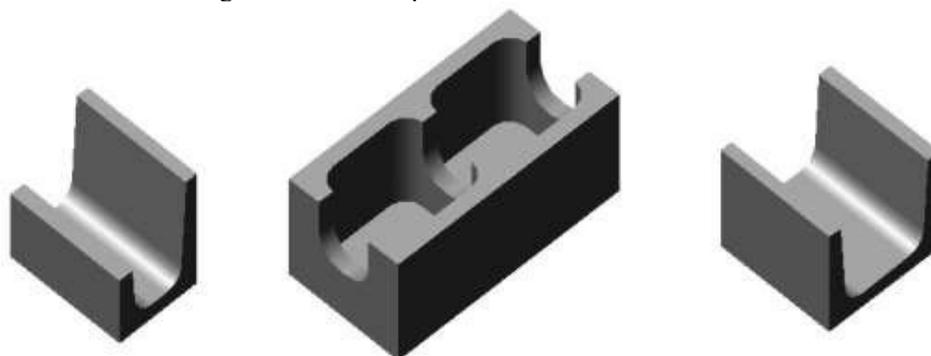


(fonte: PEREIRA, 2019)

A cinta é um elemento estrutural semelhante à viga, que se apoia sobre as paredes de alvenaria, normalmente construída em concreto (armado), com a finalidade de distribuir cargas, uniformizando a tensão exercida sobre a alvenaria. Seu uso previne recalques diferenciais não considerados e ainda auxilia no contraventamento e na amarração das paredes. Nas paredes externas é comum adotar-se cinta contínua na altura da verga, como mostra a Figura 13 (KALIL, 2006).

Conforme o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) as vigas de vergas e contravergas podem ser executadas com elementos pré-moldados, ou ainda, moldadas *in loco* em concreto ou utilizando bloco canaleta; e, as cintas podem ser executas: moldadas *in loco* em concreto ou utilizando bloco canaleta conforme mostra a Figura 14 (SINAPI, 2017).

Figura 14: Blocos tipo canaleta conforme NBR 6136



(fonte: ABNT, 2016)

3.4 FIXAÇÃO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Durante a execução da alvenaria de vedação deve-se prever uma folga entre a alvenaria e o elemento estrutural imediatamente superior (viga). Essa folga entre alvenaria e estrutura é conhecida como encunhamento (MAPA DA OBRA, 2017).

Assim sendo, o preenchimento da última fiada da parede não é feito com o mesmo bloco de vedação. Segundo o SINAPI (2017) a fixação de alvenaria de vedação ao elemento estrutural superior (viga) pode ser executada usando-se três tecnologias: argamassa, tijolos/cunhas ou espuma expansiva de poliuretano.

A argamassa de vedação pode ser aplicada com uso de bisnaga ou colher de pedreiro, fazendo-se o preenchimento completo do vão entre a alvenaria e a estrutura de concreto armado, conforme mostram a Figura 15 e a Figura 16, respectivamente.

Figura 15: Fixação da alvenaria de vedação com argamassa aplicada com bisnaga



(fonte: CÂMARA, 2020)

Figura 16: Fixação da alvenaria de vedação com argamassa aplicada com colher de pedreiro



(fonte: VEDACIT, 2019)

Para fixação (encunhamento) da alvenaria de vedação com tijolo maciço, assentam-se os tijolos maciços na diagonal, preenchendo todas as juntas com argamassa especificada pelo projetista, conforme Figura 17.

Estudo sobre fissuras em paredes de vedação com alvenaria de blocos e tijolos (vazados ou maciços) de concreto ou cerâmico

Figura 17: Encunhamento com tijolos maciços cerâmicos inclinados



(fonte: CÂMARA, 2020)

Usando a espuma expansiva aplica-se um cordão de espuma em ambos os lados da parede de forma a preencher completamente o vão entre a parede e a estrutura, geralmente essa folga entre a alvenaria de vedação e a estrutura deve ser de 2 cm a 3 cm, conforme Figura 18. Sua aplicação não é indicada para paredes externas, pois a espuma expansiva possui baixa resistência aos raios ultravioletas, o que deteriora o material rapidamente.

Figura 18: Fixação alvenaria de vedação com espuma expansiva



(fonte: TORGA, 2020)

Para evitar o surgimento de fissuras na fixação da alvenaria de vedação e com o elemento estrutural são necessários alguns cuidados: o primeiro deles é certificar-se de que a estrutura foi finalizada com 60 dias de antecedência. Após essa idade a deformabilidade estrutural estará cessada, conforme explica o engenheiro César Zanchi Daher, diretor e presidente da Dahertec (DAHER *apud*. MAPA DA OBRA, 2017).

Segundo o engenheiro antes de começar a aplicação da argamassa ou do poliuretano, o local deve estar limpo e com as paredes umedecidas. Em edificações com mais de um pavimento, a execução deve começar dos níveis mais elevados até chegar ao térreo, permitindo que os pavimentos inferiores suportem melhor as deformações.

4 FISSURAS EM ALVENARIAS DE VEDAÇÃO

Segundo Silva (2011) as manifestações patológicas das edificações é uma ciência que estuda as origens, causas, mecanismos de ocorrência, manifestações e consequências das situações em que os edifícios e suas partes deixam de apresentar o desempenho mínimo preestabelecido, ou seja, é uma ciência que busca explicar a ocorrência de tudo o que se relaciona com a degradação de uma edificação e a manifestação patológica é a visualização do sintoma dessa degradação. De acordo com a definição dada por esse autor, o texto desse trabalho sempre se refere aos danos verificados como manifestações patológicas.

Segundo Silva (2002) existe uma fronteira muito tênue entre a estrutura e outros elementos construtivos que compõem a edificação. Por esse motivo, a classificação de uma manifestação patológica em estrutural ou não estrutural varia na literatura, isso decorre do fato de serem raras as situações em que a manifestação patológica esteja confinada a um único elemento construtivo sem qualquer interferência ou dependência de outro elemento construtivo da edificação.

Ainda, segundo o mesmo autor, no caso das paredes de alvenarias não estruturais, essas dependem da estabilidade de outros elementos construtivos confinantes ou de suporte, combinadas ou não com ações mecânicas externas e internas que eventualmente ocorrem em uma edificação.

Dentro da visão do estudo das manifestações patológicas de caráter não estrutural as paredes compartilham com outros elementos construtivos várias manifestações patológicas que variam conforme sua origem ou forma. Seja por ação da umidade da própria construção, do terreno, da precipitação, da condensação e higroscopicidade dos materiais; por ação da temperatura que causa variação dimensional dos elementos: movimentação térmica por expansão ou retração devido a variação dos coeficientes de dilatação dos materiais; por ação das reações químicas por excesso de sais solúveis ou reativos nos materiais que em contato com a água (ou umidade) geram reações expansivas durante o processo de cristalização aumentando o volume e causando fissuração (DUARTE, 1998; SILVA, 2002).

4.1 CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS FISSURAS

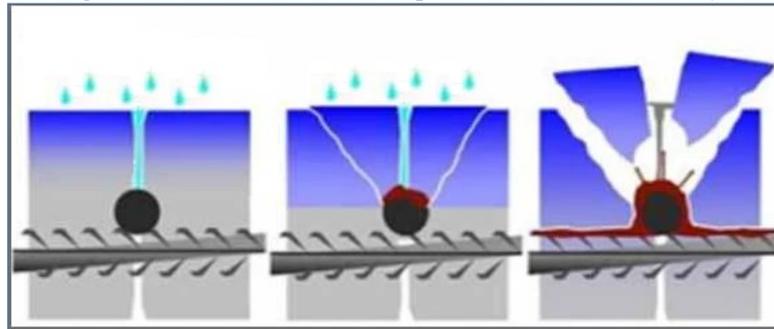
As construções devem ser executadas de forma a resistirem às cargas de sua própria estrutura e utilização, bem como das originadas da ação de agentes e fenômenos naturais, ou daquelas originadas da interação entre seus materiais constituintes, que podem transmitir movimentações e esforços entre si. As alvenarias como parte constituinte do sistema construtivo estão sujeitas à ocorrência de manifestações patológicas e de seus sintomas, e a fissura é um desses possíveis sintomas (MAGALHÃES, 2004).

A fissura é um tipo comum de manifestação patológica nas edificações que pode interferir na estética, na durabilidade e nas características estruturais da construção. Dentre as principais causas citadas na literatura, segundo Magalhães (2004), a interação de contato das paredes com outros elementos construtivos tais como: lajes, vigas, pilares, elementos constituintes das fundações, coberturas, pisos, forros e esquadrias, são as mais comuns para justificar o aparecimento das fissuras nas alvenarias.

Dentre as movimentações dos elementos construtivos que podem causar fissuras em paredes de alvenarias as mais comuns são sobrecargas, alterações de temperatura, retração da estrutura de concreto e expansão em virtude de umidade, recalques de fundações, vibrações, ação do vento, reações químicas, detalhes construtivos, deformações elásticas, entre outras (MAGALHÃES, 2004).

Os tratamentos indicados às fissuras que surgem na alvenaria são diferentes daqueles recomendados para fissuras que aparecem nas estruturas de concreto. Apesar de ambas as aberturas representarem problemas potenciais similares, as que afetam as estruturas precisam ser encaradas com maior seriedade, justamente por representarem riscos à estabilidade de toda a edificação em função de abrirem um caminho para corrosão do aço, conforme mostra a Figura 19. No entanto, isso não significa que as ocorrências de fissuras nas alvenarias devam ser desprezadas. Porque há risco de evoluir até a ruptura total da superfície, implicando no desprendimento de reboco ou cerâmica, contribuindo para a ocorrência de graves acidentes (KUMAR, 2019; BEREZOVSKY, 2021).

Figura 19: Fissuras no concreto oportunizam a corrosão do aço



(fonte: KUMAR, 2019)

Em especial, as fissuras em alvenarias apresentam maior dificuldade de diagnóstico do que em elementos de concreto. Por exemplo, o concreto retrai ao perder umidade e isso ocorre porque se trata de um material com comportamento ortotrópico⁸, de execução artesanal e influenciado pela qualidade de sua execução.

Segundo Duarte (1998) uma mesma causa pode originar manifestações patológicas diferentes, ou seja, fissuras com geometrias diferentes. As fissuras podem ser classificadas segundo a literatura quanto à abertura, geometria, movimentação e causas que as originam, entre outras.

4.1.1 Quanto à abertura

Para analisar uma fissura é preciso classificá-la quanto à abertura, geometria e movimentação. A NBR 9575 – Impermeabilização: seleção e projeto (ABNT, 2010) - classifica as trincas, fissuras e microfissuras de acordo com a abertura, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3: Classificação das fissuras em edificações quanto à abertura conforme NBR 9575

Nomenclatura da Anomalia	Espessura da abertura (mm)
Microfissura	Inferior a 0,05 mm
Fissura	Até 0,5 mm
Trinca	De 0,5 mm a 1,0 mm
Rachaduras	De 1,0mm até 1,5mm
Fendas	Superior a 1,5 mm

(fonte: ABNT, 2010)

⁸ Os materiais têm comportamento ortotrópico quando as propriedades em um mesmo plano são iguais, mas distintas das que ocorrem numa direção ortogonal a esse plano (BARROS, 2014).

Estudo sobre fissuras em paredes de vedação com alvenaria de blocos e tijolos (vazados ou maciços) de concreto ou cerâmico

4.1.2 Quanto à movimentação

Quanto à movimentação, as fissuras podem ser passivas ou ativas. As passivas são aquelas cuja abertura não varia ao longo do tempo, apresentam-se estabilizadas. As ativas estacionárias são aquelas que têm a espessura variando no tempo, ou seja, podem ter um comportamento oscilante, alternando períodos de retração e expansão dependendo da variação da temperatura e umidade, também denominadas como sazonais. Quando a abertura da fissura não cessa, é denominada de ativa progressiva, pois apresenta características que podem ser resultantes de problemas estruturais, os quais devem ser sanados antes do tratamento da fissura (CORSINI, 2010).

A investigação para determinar se a abertura de uma fissura está ativa ou dormente é de extrema importância porque sua progressão é um indicativo de que a causa subjacente da falha de desempenho da alvenaria continua em atuação, ou seja, a causa do problema precisa ser eliminada antes que a fissura possa ser reparada (MASON CONTRACTORS ASSOCIATION OF AMERICA, 2018).

4.1.3 Quanto à forma

Conforme Magalhães (2004) as fissuras também podem ser classificadas, segundo o desenho que apresentam, em dois tipos: isoladas (geométricas) ou disseminadas (mapeadas). A Figura 20(A) apresenta um exemplo de fissura isolada ou geométrica e a Figura 20(B) um exemplo de fissura disseminada ou mapeada.

Figura 20: Exemplos de fissuras: (A) isoladas ou geométricas, (B) disseminadas ou mapeadas na argamassa de revestimento



(fonte: (A) MAGALHÃES, 2004 e (B) CORSINI, 2010)

As fissuras isoladas (ou geométricas) são características de paredes homogêneas, que apresentam boa aderência entre a junta de argamassa e os componentes da alvenaria (tijolos e blocos), apresentam-se predominantemente retas e ortogonais à direção dos esforços de tração, ou seja, prolongam-se em uma direção predominante. As fissuras em paredes homogêneas desenvolvem-se preferencialmente nas direções verticais, horizontais ou escalonadas (inclinadas), conforme mostra a Figura 21 e a Figura 22 a seguir (MAGALHÃES, 2004).

Figura 21: Fissuras horizontal e vertical características de paredes homogêneas



(fonte: EDWARDS, 2021)

As fissuras na vertical podem ser devidas à retração higrotérmica dos componentes da alvenaria, segundo a NBR 13749 (ABNT, 2013).

Figura 22: Fissura escalonada característica de paredes homogêneas



(fonte: EDWARDS, 2021)

Quando acompanham o contorno do componente da alvenaria podem ser devidas à retração da argamassa de assentamento, conforme define a NBR 13749 (ABNT, 2013).

Figura 23: Fissura característica de paredes heterogêneas



(fonte: SILVA, 2007)

As fissuras disseminadas (ou mapeadas) conforme dispõe a NBR 13749 (ABNT, 2013) podem ser originadas, por exemplo, pela retração de secagem da argamassa, por excesso de finos no traço ou por excesso de desempenamento. No geral, elas têm forma de "mapa" conforme mostra a Figura 23, comum em paredes heterogêneas e com baixa aderência entre seus componentes e revestimentos.

4.1.4 Quanto às origens (causas)

As fissuras podem ser classificadas segundo sua origem, ou seja, conforme o agente ou evento causador da fissura:

- a) causadas por ações externas aos seus componentes: movimentações térmicas (variação temperatura), movimentação higroscópica, sobrecargas, deformações de elementos de concreto armado e recalques diferenciais;
- b) causadas por ações internas dos seus componentes: ligadas à retração dos produtos à base de cimento e às alterações químicas dos materiais de construção (VERÇOZA, 1991; MAGALHÃES, 2004).

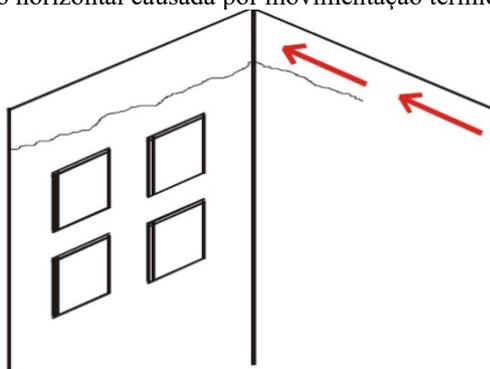
4.2 TIPIFICAÇÃO DAS CAUSAS DE OCORRÊNCIA DAS FISSURAS

Nesse item estão apresentados alguns tipos mais comuns de ocorrência de fissuras em paredes de alvenarias de vedação, causadas por movimentação térmica da laje superior, por retração e/ou expansão das lajes intermediárias, por movimentos de expansão e/ou retração do revestimento, por deformação exagerada da estrutura de concreto (vigas superiores e inferiores), por recalque de fundação, provocadas pela fragilidade de aderência na interface da alvenaria de vedação com estrutura de concreto armado, entre outras situações.

4.2.1 Fissuras por movimentação térmica

Todos os elementos componentes do sistema construtivo estão sujeitos às variações sazonal ou diária de temperaturas, isto é, sujeitos a variações de suas dimensões, ou seja, sofrem dilatação e contração. De modo geral, segundo Magalhães (2004), os movimentos de dilatação e contração são restringidos pelos diversos vínculos e engastes que envolvem os componentes constituintes da construção, gerando tensões nos materiais que provocam o aparecimento das fissuras. Para cada variação de temperatura os diferentes materiais possuem coeficientes de dilatações térmicas específicas. A Figura 24 mostra um exemplo de fissuração horizontal causada por movimentação térmica da laje de cobertura.

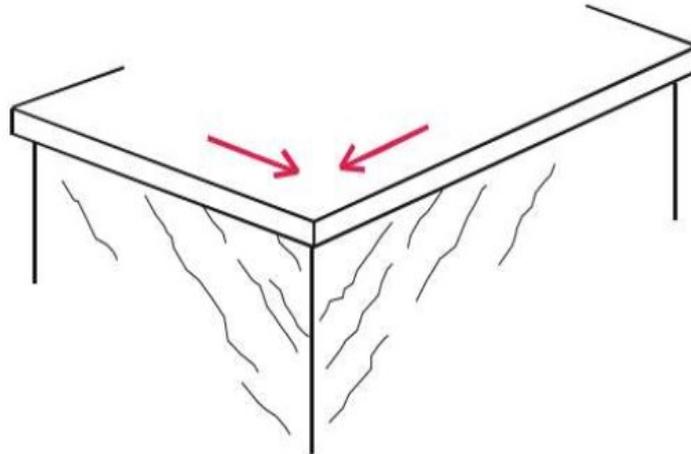
Figura 24: Fissuração horizontal causada por movimentação térmica da laje de cobertura



(fonte: DUARTE, 1998)

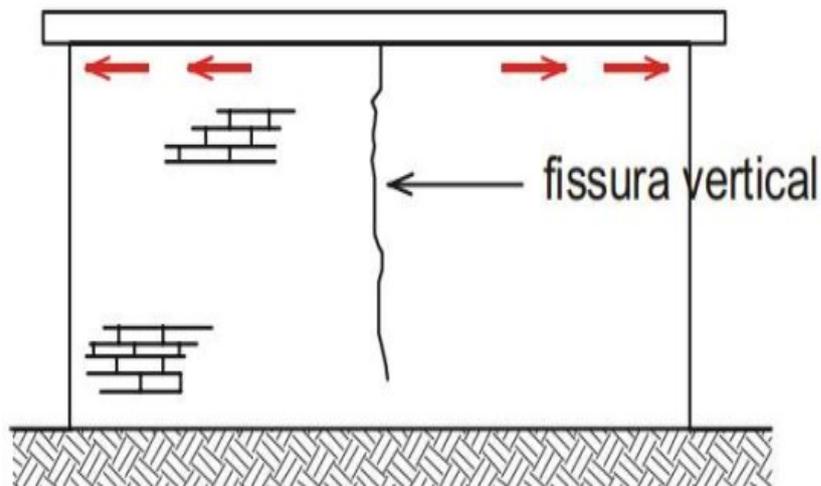
A Figura 25 mostra exemplo de fissuração inclinada, no canto da edificação, por efeito da movimentação térmica da laje de cobertura. A Figura 26 apresenta a fissura vertical por movimentação térmica da laje.

Figura 25: Fissuração inclinada causada por movimentação térmica da laje de cobertura



(fonte: VERÇOZA, 1991)

Figura 26: Fissura vertical causada por movimentação térmica da laje de cobertura



(fonte: DUARTE, 1998)

Segundo Lopes e Netto (2012) a interface entre a alvenaria e a laje de cobertura (último pavimento) merece particular atenção porque a fissuração nessa interface é motivada por diferentes fatores. Os autores destacam: a diferença entre o módulo de elasticidades e o coeficiente de dilatação térmica dos materiais que compõem a laje e as alvenarias, agravada pelo fato das paredes abaixo da cobertura estarem submetidas a menores tensões de compressão, enquanto a laje está sujeita à maior solicitação térmica.

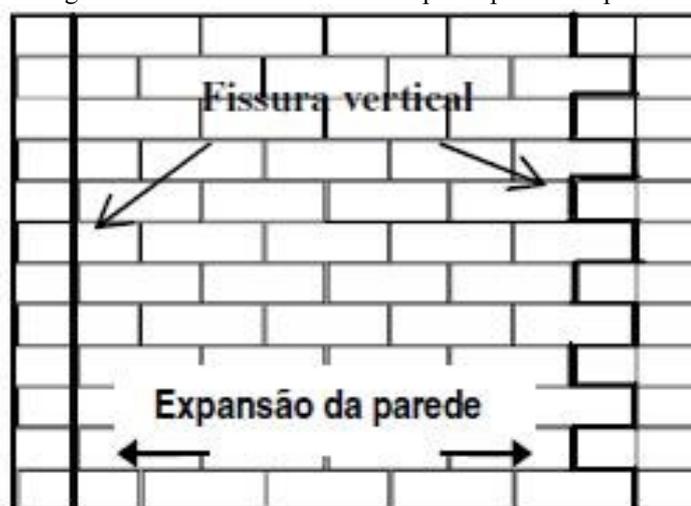
Face à irreversível tendência de flexão das estruturas dos edifícios Thomaz e Helene (2000) recomendam compatibilizar as deformações impostas entre as estruturas e as paredes de

vedação desde a fase de projeto para evitar a ocorrência de fissuras, deslocamentos e outras anomalias, adotando dispositivos de dessolidarização, tais como, juntas de dilatação, encunhamentos, apoios deslizantes (*neoprene*, *teflon*, manta asfáltica, entre outros) entre a última fiada da alvenaria e a laje de cobertura, que possibilitem o trabalho mais harmônico e solidário entre as estruturas mais flexíveis e deformáveis e as paredes (menos flexíveis e deformáveis).

4.2.2 Fissuras por retração e expansão

Segundo Magalhães (2004) as fissuras por expansão dos revestimentos na alvenaria são causadas pelas movimentações higroscópicas, ou seja, por absorção de umidade do ar pelos seus elementos constituintes que geram movimentação diferenciada entre esses elementos nas interações entre tijolos, blocos e argamassa. A Figura 27 apresenta exemplo de fissura vertical causada por expansão da parede de alvenaria.

Figura 27: Fissura vertical causada por expansão da parede

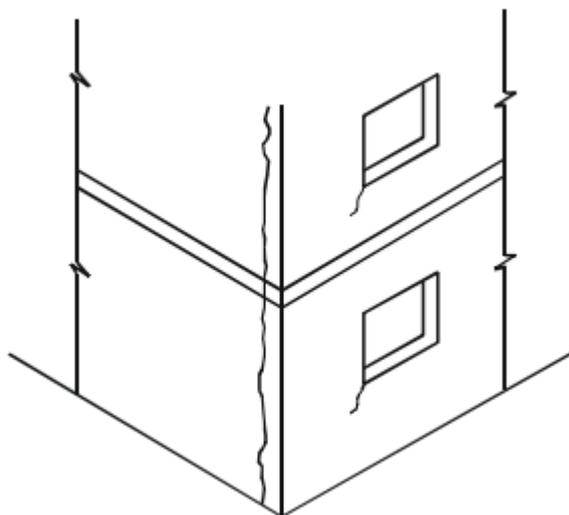


(fonte: GRIMM⁹, 1988 apud Alexandre, 2008)

A Figura 28 apresenta fissura vertical no canto do prédio originada em função da expansão da alvenaria, por deficiência de amarração entre os elementos constituintes.

⁹ GRIMM, C.T. Masonry Cracks: Cause, Prevention and Repair. Masonry International, BMB, v. 10, n. 3, p. 66-76, Building Congress, p.1430-1441, 2007.

Figura 28: Fissura vertical causada por expansão da alvenaria



(fonte: THOMAZ, 2001, p. 41)

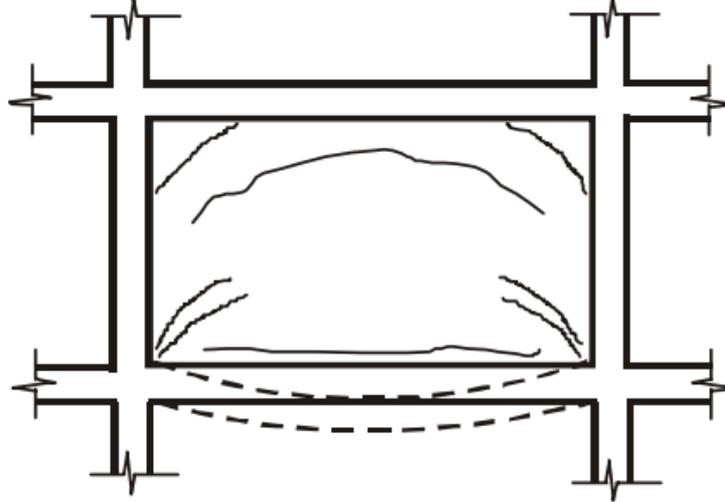
Ainda, segundo a NBR 13749 (ABNT, 2013) fissuras na vertical podem ser devidas à dilatação e retração higrotérmica (variação na absorção de água em função da variação da temperatura pelo componente da alvenaria); interfaces de base constituída de materiais diferentes; e em locais onde deveriam ter sido previstas juntas de dilatação.

4.2.3 Fissuras por deformação das estruturas de concreto armado

As paredes de alvenarias podem apresentar fissuras originadas pela deformação dos elementos estruturais de concreto armado. Geralmente as estruturas transmitem às paredes de alvenarias tensões de compressão, tração e cisalhamento, provocando fissuração. A principal influência dessas deformações sobre as alvenarias deriva dos movimentos de flexão dos elementos estruturais, tais como, lajes e vigas. A flexão desses elementos pode ocorrer por ação do peso próprio, cargas permanentes e acidentais, por deformação lenta do concreto, por ação de cargas laterais como, por exemplo, o vento (MAGALHÃES, 2004; DUARTE, 1998).

A Figura 29 mostra que a deformação exagerada da viga inferior gera fissuras horizontais e em forma de arco.

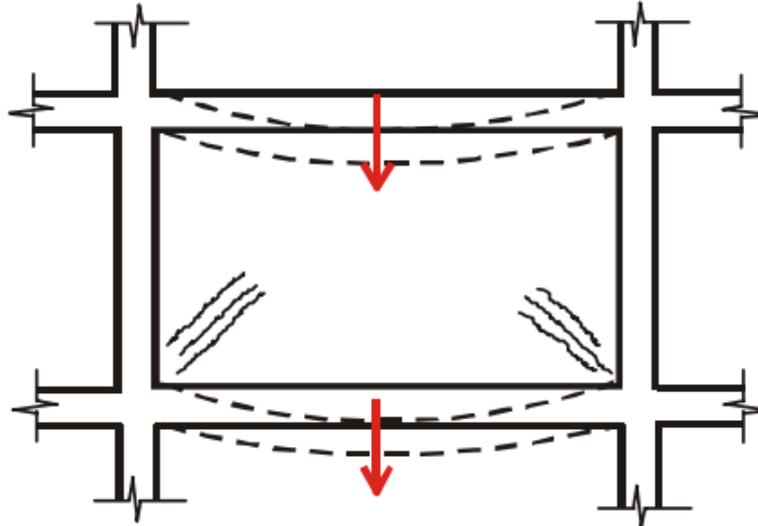
Figura 29: Fissura por deformação da viga inferior



(fonte: DUARTE, 1998)

A Figura 30 mostra fissura em parede de alvenaria por deformação conjunta das vigas superior e inferior formando fissuras inclinadas nos cantos inferiores das paredes.

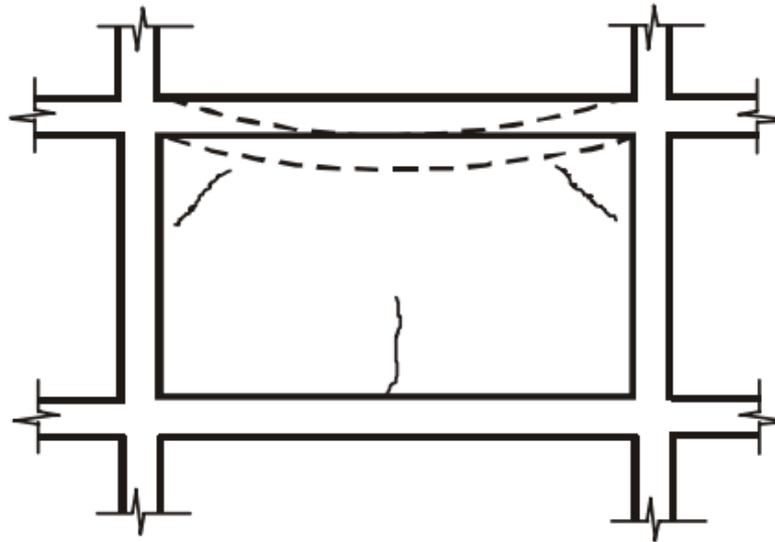
Figura 30: Fissura por deformação da viga superior e inferior



(fonte: DUARTE, 1998)

A Figura 31 mostra a ocorrência de fissuração por deformação da viga superior, gerando compressão na alvenaria, formando fissuras nos cantos superiores da parede e verticais na parte central.

Figura 31: Fissura por deformação da viga superior



(fonte: DUARTE, 1998)

A Figura 32 retrata a imagem de um edifício comercial em São Paulo que exemplifica dois tipos de manifestação patológica em relação às fissuras. A seta vermelha identifica uma fissura causada por deformação da laje inferior, em forma de arco. As setas pretas indicam a formação de fissuras horizontais originadas pela deformação das lajes intermediárias da edificação. Segundo Thomaz (2001, p. 78) vigas e lajes deformam-se naturalmente sob ação do peso próprio, ou das cargas permanentes e acidentais ou mesmo sob efeito da retração e da deformação lenta do concreto.

Ainda, segundo o autor os componentes estruturais admitem flechas que podem não comprometer em nada sua própria estética, a estabilidade e a resistência da construção; entretanto, essas flechas podem ser incompatíveis com a capacidade de deformação de paredes ou outros componentes que integram os edifícios.

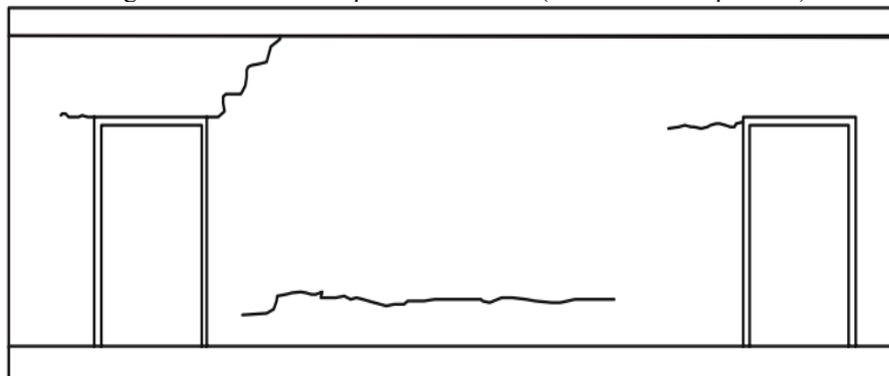
Figura 32: Fissuras horizontais e em forma de arcos em edifício comercial em São Paulo



(fonte: CAPORRINO, 2018)

As fissuras em paredes com aberturas (vãos de esquadrias, por exemplo) conforme mostra a Figura 33, apresentam formas geométricas diferentes para fissuras com mesma origem, Segundo Thomaz (2001) fissuras com esse tipo de característica são geradas pela deformação da estrutura.

Figura 33: Fissuras em parede com vãos (aberturas de esquadrias)



(fonte: THOMAZ, 2001)

4.2.4 Fissuras originadas por recalque diferencial da fundação

Segundo Wolff (2018) o recalque diferencial das fundações, Figura 34, se caracteriza como um movimento da estrutura, geralmente para baixo, de maneira desigual na edificação.

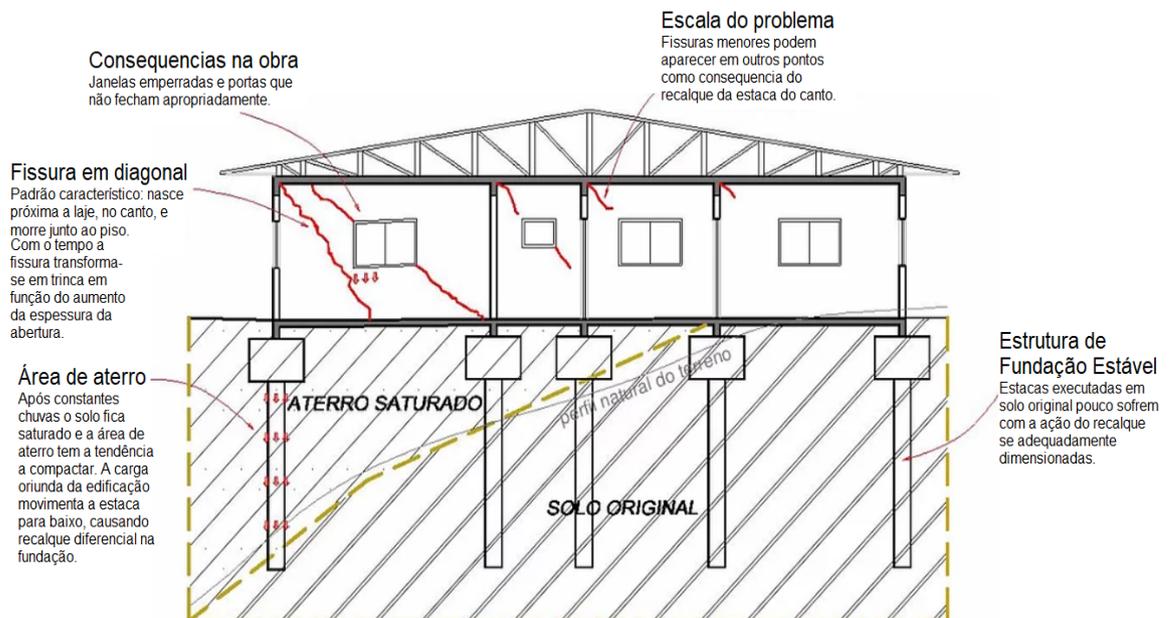
Figura 34: Recalque diferencial da fundação



(fonte: Adaptado de WOLFF, 2018)

A Figura 35 apresenta um exemplo de recalque diferencial em terreno com seção de aterro, ocorrido devido ao aumento da umidade do solo (saturação).

Figura 35: Fissuras originadas por recalque diferencial da fundação



(fonte: Adaptado de MERANCA, 2017)

As causas dos recalques diferenciados, segundo Kerkoff (2017) são carregamentos diferentes nos elementos de fundação, consolidações distintas do aterro, fundações assentadas sobre seções de corte e aterro, interferência de carregamentos de outras edificações (interferência nos

bulbos de tensões das fundações), falta de homogeneidade do solo, rebaixamento do lençol freático e a adoção de diferentes tipos de fundações em uma mesma obra.

No entanto, mesmo problemas sérios de recalque de fundação, quando resolvidos no início, podem ser corrigidos de forma eficaz. As soluções indicadas para esses casos segundo Thrasher (2019) envolvem técnicas construtivas para estabilizar a fundação, como por exemplo, o emprego de estacas de fundação como apoios (estacas metálicas, estacas armadas, etc.) para aliviar e transferir a carga demandada pela supraestrutura¹⁰, alcançando solos mais firmes ou a própria rocha.

4.2.5 Fissuras originadas por reações químicas dos materiais

Segundo Tramontin (2005) as alterações químicas dos materiais de construção geralmente manifestam-se na forma de lixiviação¹¹ e, por consequência, formam as fissuras. Dentre os tipos mais comum de ocorrência estão a hidratação retardada da cal e o ataque de sulfatos.

Quando a cal é mal hidratada durante a fabricação dos componentes, se ocorrer a umidificação posterior, os óxidos livres vão sofrer hidratação e, por consequência haverá o aumento do volume que pode causar fissuras semelhantes às da dilatação térmica (TRAMONTIN, 2005).

Outra causa é o ataque de sulfatos em argamassas de assentamento e revestimento, provocando o efeito da expansão generalizada na alvenaria, e nas ocorrências mais graves, causam a degeneração das juntas de assentamento. A manifestação da fissura nesse caso assemelha-se às que ocorrem por retração da argamassa, têm espessuras um pouco maiores e são acompanhadas por eflorescências (TRAMONTIN, 2005).

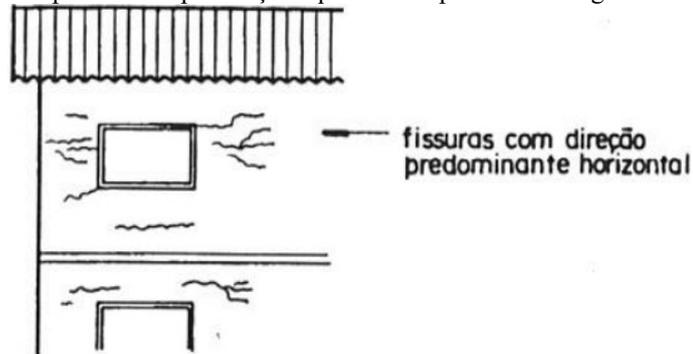
As fissuras causadas por reações químicas nas edificações geralmente derivam do potencial reativo de alguns materiais quando em contato com a água. A lixiviação ocorre quando o material possui excedente de sais solúveis ou reativos em presença de solvente (água, umidade) sofrem reações expansivas durante o processo de cristalização e aumentam de volume provocando o aparecimento da fissura. A Figura 36 mostra exemplo de fissuração por expansão

¹⁰ Supraestrutura: porção de uma estrutura que se encontra acima do nível do solo (E-CIVIL, 2021c).

¹¹ Lixiviação é o processo de extrair uma substância de um material sólido por meio da dissolução por um solvente (líquido). Na construção civil a lixiviação ocorre devido à infiltração de água que dissolve e transporta cristais de hidróxidos de cálcio e magnésio, podendo formar depósitos de sais conhecidos como eflorescências (E-CIVIL, 2021d).

da argamassa de assentamento provocada por reações químicas (DUARTE, 1998; TRAMONTIN, 2005).

Figura 36: Fissuras provocadas por reações químicas expansivas na argamassa de assentamento



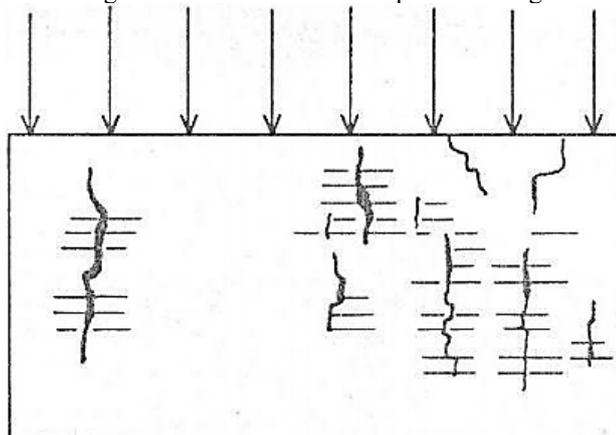
(fonte: DUARTE, 1998)

Os sulfatos são os sais que mais reagem com o C_3A do cimento tipo *Portland* contido na argamassa, essas reações expansivas causam descascamento e esfoliação na alvenaria de tijolos à vista causando um aspecto visual de envelhecimento da alvenaria (DUARTE, 1998).

4.2.6 Fissuras provocadas por ações de sobrecarga

Thomaz (2001) define a sobrecarga como uma sollicitação externa, prevista ou não em projeto, capaz de provocar a fissuração do componente com ou sem função estrutural. Na Figura 37 é mostrada a caracterização de fissuração típica de alvenaria causada por sobrecarga vertical.

Figura 37: Fissuras causadas por sobrecarga



(fonte: THOMAZ, 2001)

A sobrecarga sobre a parede de vedação decorrente da deformação dos componentes estruturais, conjugados com o encunhamento rígido da parede de alvenaria no encontro com a laje ou com

o pilar, é uma causa frequente de fissuração, principalmente porque a alvenaria de vedação não é projetada para resistir à atuação de cargas verticais, além daquelas provenientes do seu peso próprio ou pequenas cargas de ocupação como prateleiras, armários, entre outros (TRAMONTIN, 2005).

4.2.7 Fissuras provocadas na interface da alvenaria de vedação com estrutura de concreto armado

A interface da alvenaria de vedação com os pilares são áreas suscetível à fissuração devido à movimentação das estruturas. O uso da tela metálica soldada ou tela de ancoragem, conforme mostra a Figura 38, é uma técnica de amarração da alvenaria de vedação aos pilares comumente usada para evitar a ocorrência dessa manifestação patológica na alvenaria. A tela geralmente é instalada a cada duas fiadas e fixada com auxílio de uma pistola fincapino ou parafusada no elemento estrutural (TEIXEIRA, 2010).

Figura 38: Tela soldada no encontro das paredes com a estrutura



(Fonte: TEIXEIRA, 2010)

Além disso, recomenda-se a execução de “chapisco rolado” aplicado com rolo de lã, para criar textura prévia na estrutura, como medida de reforço para melhorar a aderência entre a alvenaria e a estrutura de concreto.

Figura 39: Instalação da tela metálica em ângulo de 90° e com uso de cantoneira



(Fonte: TEIXEIRA, 2010)

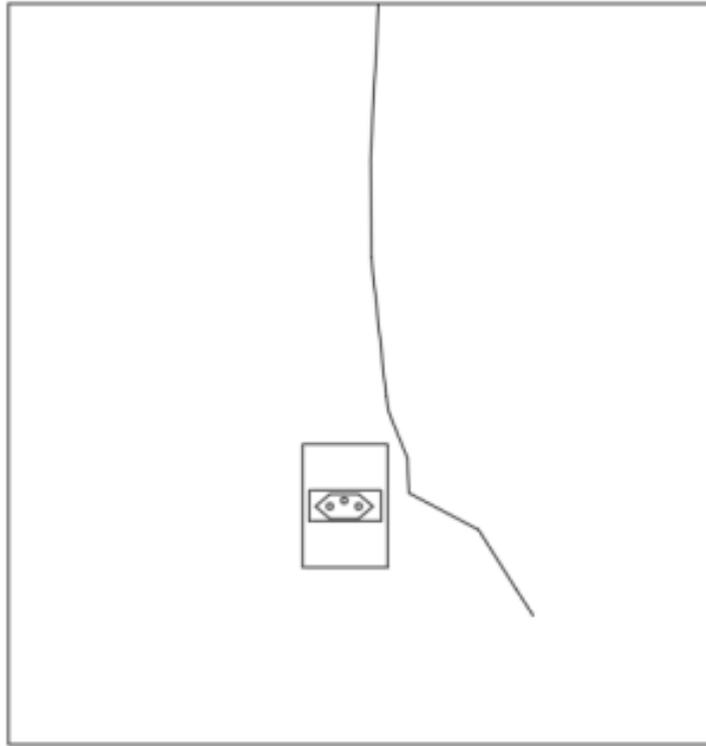
A Figura 39 ilustra a maneira como a tela é fixada entre as fiadas na argamassa de assentamento, formando um ângulo de 90°, recomenda-se ainda, uso de cantoneira metálica para a perfeita ancoragem entre os elementos (TEIXEIRA, 2010).

4.2.8 Fissuras originadas em locais de embutimento de tubulações

Quando a alvenaria se movimenta são originadas tensões nos painéis de vedação as quais são transferidas para as zonas menos resistentes da parede, como nos pontos de embutimento de tubulações (FERREIRA, 2020).

O embutimento de tubulações nas alvenarias, quando não executado de forma correta, pode provocar zonas de fragilidade. Desta forma, quando os materiais se movimentam devido a variação higroscópica ou de temperatura podem surgir fissuras nessas regiões. Conforme mostra a Figura 40 essas fissuras tendem a ser geométricas e a acompanham o caminho da tubulação.

Figura 40: Fissura originada na região de embutimento de tubulações



(Fonte: FERREIRA, 2020)

5 TECNOLOGIA PARA MONITORAMENTO E RECUPERAÇÃO DAS FISSURAS

Esse capítulo apresenta alguns parâmetros necessários para a definição da tecnologia a ser empregada, para monitoramento e recuperação das fissuras, além da especificação de materiais e técnicas a serem adotadas para orientar as inspeções nas edificações que apresentam esse tipo de manifestação patológica em sua alvenaria de vedação.

5.1 TÉCNICAS E EQUIPAMENTOS

Existem vários métodos que podem ser usados para saber se uma fissura está ativa ou inativa. O mais simples é remendar uma pequena área através da abertura com gesso ou argamassa que não retrai, conforme mostra a Figura 41, e inspecionar o remendo em intervalos regulares de tempo para acompanhar sua evolução (MCAA, 2018).

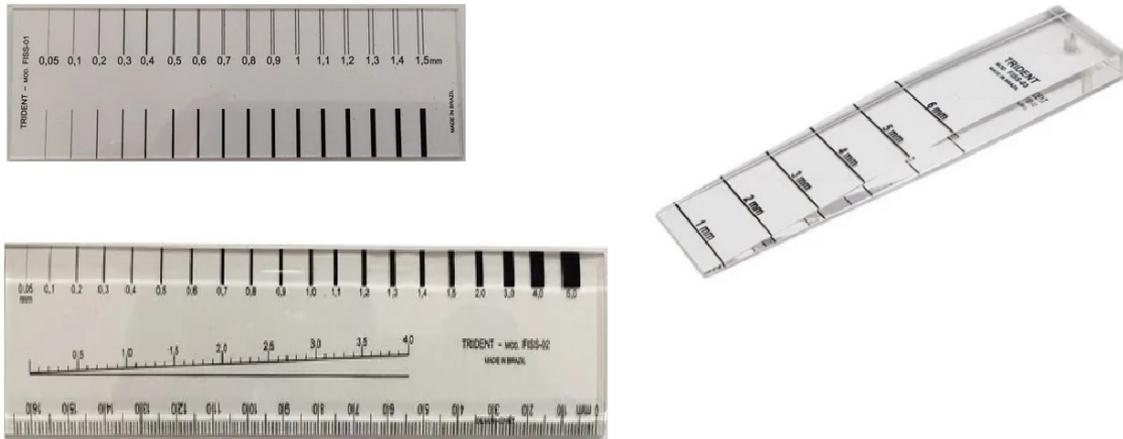
Figura 41: Remendo de gesso



(fonte: MCAA, 2018)

Outra abordagem relativamente simples é monitorar os movimentos da fissura medindo a largura da abertura usando um comparador de fissura portátil, conhecido como fissurômetro, como mostra a Figura 42. Ao comparar as medições feitas ao longo do tempo, este método fornece informações úteis sobre o movimento da fissura quanto ao aumento ou não de sua abertura conforme mostra a Figura 43 (MCAA, 2018).

Figura 42: Modelos de fissurômetros



(fonte: MERCADO LIVRE, 2021)

Figura 43: Fissurômetro: comparador portátil de fissuras



(fonte: MCAA, 2018)

As fissuras também podem ser monitoradas instalando-se um monitor composto de duas peças, Figura 44, que apresenta uma cruz vermelha sobre um sistema de grade calibrado: os movimentos de fissuras ou trincas, horizontais e verticais tornam-se claros conforme a cruz vermelha desliza sobre o sistema de grade (MCAA, 2018).

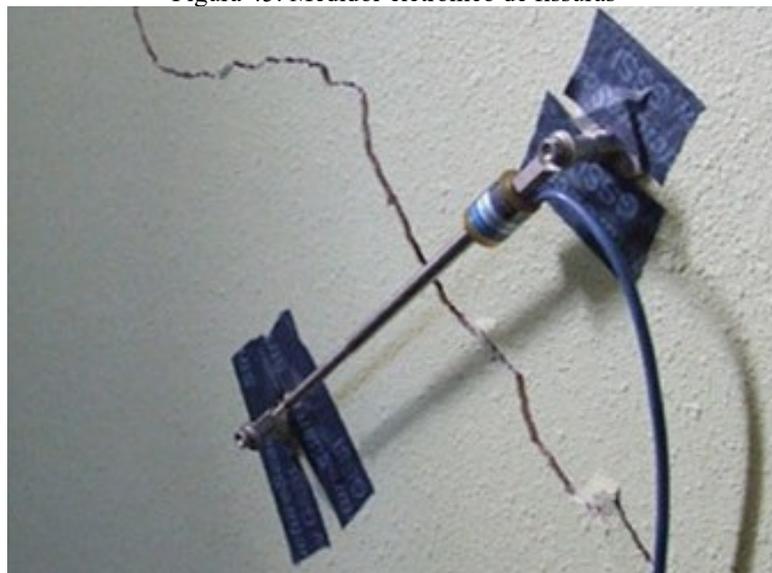
Figura 44: Monitor de fissuras de duas peças



(fonte: MCAA, 2018)

Para um monitoramento mais avançado, existem medidores eletrônicos conectados à registradores de dados que fornecem o registro contínuo dos movimentos das fissuras, conforme mostra a Figura 45. Esse sistema também pode ser acoplado a uma estação meteorológica para registrar variáveis ambientais, como temperatura e velocidade do vento. Embora essa abordagem seja mais complexa e cara do que outros métodos, ela fornece resultados mais precisos e pode potencialmente vincular o movimento da fissura a cargas térmicas ou de vento (MCAA, 2018).

Figura 45: Medidor eletrônico de fissuras



(fonte: MCAA, 2018)

Outro modelo de medidor de fissuras e trincas é a lupa medidora de fissuras e trincas em paredes, com escala 0,10mm, conforme Figura 46. Possui *leds* e escala em mm com resolução de 0,02mm.

Figura 46: Lupa medidora de fissuras e trincas



(Fonte: MERCADO LIVRE, 2021)

5.2 REQUISITOS A SEREM VERIFICADOS NA INSPEÇÃO

De acordo com a NBR 5674 (ABNT, 2012) a inspeção é uma avaliação do estado da edificação e de suas partes constituintes, realizada para orientar as atividades de manutenção. Na prática a inspeção é uma avaliação cujos objetivos visam identificar os aspectos de desempenho, funcionalidade, vida útil, segurança, estado de conservação, manutenção, utilização e operação da edificação, para posterior intervenção preventiva ou corretiva (PUJADAS et al., 2015).

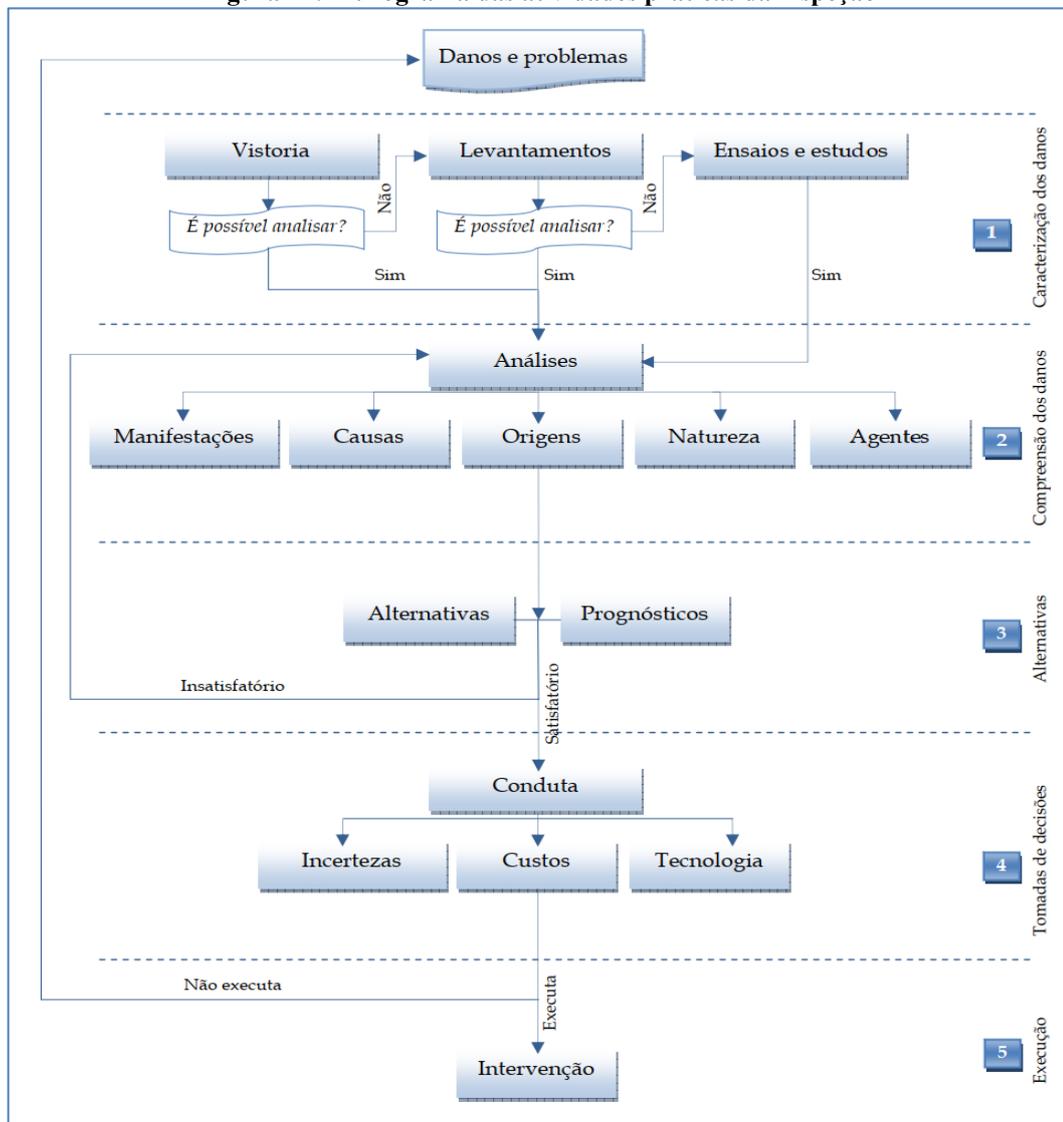
A inspeção é uma atividade técnica especializada que envolve a coleta de elementos, tanto do projeto, quanto da execução da obra, abrange o exame minucioso da construção, a elaboração de relatórios, a avaliação do estado da obra, e as recomendações, que podem apontar para a necessidade, de uma nova vistoria, de obras de manutenção ou de recuperação, de reforço ou de reabilitação da estrutura (HELENE, 2007 *apud*. TUTIKIAN; PACHECO; 2013).

Segundo a proposta de Tinoco (2009) a inspeção deve contemplar minimamente os seguintes itens: identificação do componente ou elemento construtivo afetado pela manifestação patológica; conter uma numeração de classificação dos elementos observados referente ao grau de risco, nível de risco; conter a data da inspeção realizada; identificação, caracterização ou classificação do dano, manifestação ou sintoma identificado; conter a identificação das

possíveis causas, a natureza, a origem e nominação dos agentes agressores se detectados; conter fotos ou desenhos esquemáticos, e um campo para anotações de observações diversas que se façam necessárias.

O quadro sinóptico da Figura 47, proposto por Tinoco (2009), apresenta um fluxograma das atividades práticas a serem desenvolvidas pelo responsável técnico ou engenheiro civil contratado para inspecionar e identificar os danos ou manifestações patológicas em uma edificação com objetivo de apresentar soluções e propostas alternativas para a realização das intervenções de manutenção e correções dos problemas detectados na vistoria.

Figura 47: Fluxograma das atividades práticas da inspeção



(fonte: TINOCO, 2009)

5.2.1 Níveis da inspeção

Os níveis de inspeção predial, conforme o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE), podem ser classificados em nível 1, nível 2 e nível 3. (IBAPE, 2012). A descrição desses critérios de classificação está apresentada na Tabela 4.

Tabela 4: Classificação dos níveis de risco

Nível de inspeção	Descrição
Nível 1	<ul style="list-style-type: none"> - apresenta baixa complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos; - empregada em edificações com planos de manutenção muito simples ou inexistentes; - a inspeção nesse nível é elaborada por profissionais habilitados em uma especialidade.
Nível 2	<ul style="list-style-type: none"> - apresenta média complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos, - apresenta média complexidade de padrões construtivos, sistemas convencionais; - empregada para edificações com vários pavimentos, com ou sem plano de manutenção; - necessidade de adoção de empresas terceirizadas contratadas para execução de atividades específicas como: manutenção de bombas, portões, reservatórios de água, dentre outros; - a inspeção nesse nível é elaborada por profissionais habilitados em uma ou mais especialidades.
Nível 3	<ul style="list-style-type: none"> - apresenta alta complexidade técnica, de manutenção e operação de seus elementos e sistemas construtivos, de padrões construtivos superiores e com sistemas mais sofisticados. - empregada em edificações com vários pavimentos ou com sistemas construtivos com automação; - nesse nível obrigatoriamente a manutenção segue as normas da NBR 5674 (ABNT, 2012); - exige o emprego de profissional habilitado, responsável técnico, plano de manutenção com atividades planejadas e procedimentos detalhados, <i>software</i> de gerenciamento, entre outras ferramentas de gestão do sistema de manutenção existente; - a inspeção nesse nível é elaborada por profissionais habilitados com mais de uma especialidade - nesse nível a inspeção poderá ser intitulada como de Auditoria Técnica.

(fonte: IBAPE, 2012)

5.2.2 Diagnóstico

Para que a manifestação patológica seja completamente entendida ela precisa ser diagnosticada. O diagnóstico compreende o processo de entendimento e explicação científica do fenômeno ocorrido e de sua respectiva evolução e ou desenvolvimento no local onde a manifestação patológica está ocorrendo.

Nessa fase são interpretados todos os subsídios e dados, levantados em relação ao ambiente investigado, principalmente através do exame visual no local, o que permitirá caracterizar a agressividade e qualificar a intensidade da manifestação patológica.

Os antecedentes da construção tais como informações do tipo de estrutura, idade ou tempo de serviço, procedência dos materiais constituintes, qualidade e características da construção, idade do início do problema, ocorrência de reparos anteriores, mudanças de uso, etc. podem ser coletados junto aos proprietários da obra, em documentos, manuais, projetos e dados da execução da construção (TUTIKIAN; PACHECO, 2013).

Pode-se adotar, segundo Kumar (2019), um roteiro simples de investigação aplicando um questionário com perguntas do tipo: Quando o edifício foi construído? Data e ano de construção? Pedir os projetos ou desenhos, croquis da construção e demais detalhes das construções, se disponíveis. Procurar saber quando as fissuras apareceram pela primeira vez, ou por quanto tempo as fissuras estão aparentes. Verificar se o cliente reclama de desprendimento de rebocos, peças cerâmicas, de manchas e infiltrações. Deve-se investigar também, se algum trabalho de reparo foi anteriormente realizado, em caso afirmativo, qual foi o resultado?

O reparo das fissuras depende de um diagnóstico correto dos movimentos que originaram as fissuras e se esse movimento está estabilizado ou não, e, para caracterizá-las é necessário coletar informações quanto a localização, direção, dimensão, abertura, etc. (TUTIKIAN; PACHECO, 2013; THOMAZ et al., 2014).

Ao visitar o local, recomenda-se ter em mãos os respectivos projetos da construção, para identificar se o edifício foi construído conforme o projeto. Deve-se verificar o uso atual da edificação, se houve qualquer alteração no uso da edificação. Recomenda-se fotografar as fissuras, numerá-las e anotar suas respectivas espessuras usando técnica e equipamento adequados para monitoramento e mensuração das fissuras (KUMAR, 2019).

5.2.3 Classificação das anomalias e falhas

As anomalias e falhas constituem não conformidades que impactam na perda precoce de desempenho real ou futuro dos elementos e sistemas construtivos, e redução de sua vida útil projetada. Podem comprometer, portanto: segurança; funcionalidade; operacionalidade; saúde de usuários; conforto térmico, acústico e lumínico; acessibilidade, durabilidade, vida útil, dentre outros parâmetros de desempenho definidos na norma de desempenho NBR 15575 (ABNT, 2021).

Conforme o Instituto Brasileiro de Auditoria de Engenharia (IBRAENG) a classificação das anomalias apresentada na Tabela 5 estão relacionadas aos vícios e defeitos construtivos da edificação e de seus sistemas, classificadas quanto às suas origens. E as falhas estão relacionadas à manutenção da edificação inspecionada (IBRAENG, 2015).

A Tabela 5 apresenta os critérios conforme estabelece a Norma de Inspeção Predial (IBAPE, 2012).

Tabela 5: Classificação das anomalias e falhas

Classificação das Anomalias	
Quanto à origem	Descrição
Endógenas	Originária da própria edificação (projeto, materiais e execução).
Exógenas	Originária de fatores externos à edificação, provocados por terceiros.
Natural	Originária de fenômenos da natureza.
Funcional	Originária da degradação de sistemas construtivos pelo envelhecimento natural e, conseqüente, término da vida útil.
Classificação das falhas	
Quanto à manutenção	Descrição
De planejamento	Decorrentes de falhas de procedimentos e especificações inadequados do plano de manutenção, sem aderência à questões técnicas, de uso, de operação, de exposição ambiental e, principalmente, de confiabilidade e disponibilidade das instalações, consoante a estratégia de manutenção. Além dos aspectos de concepção do plano, há falhas relacionadas às periodicidades de execução.
De execução	Associada à manutenção proveniente de falhas causadas pela execução inadequada de procedimentos e atividades do plano de manutenção, incluindo o uso inadequado dos materiais.
Operacionais	Relativas aos procedimentos inadequados de registros, controles, rondas e demais atividades pertinentes.
Gerenciais	Decorrentes da falta de controle de qualidade dos serviços de manutenção, bem como da falta e acompanhamento de custos da mesma.

(fonte: IBAPE, 2012)

5.2.4 Grau de risco

A classificação de uma anomalia, falha ou manifestação patológica segundo o IBAPE (2012) deve sempre ser fundamentada conforme a avaliação da recuperação considerando o impacto do risco que ela oferece aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio, conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6: Classificação do grau de risco

Grau de Risco	Descrição
Crítico – impacto irrecuperável	<ul style="list-style-type: none"> - Risco de provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e do meio ambiente; - Perda excessiva de desempenho e funcionalidade, causando possíveis paralisações; - Aumento excessivo de custo de manutenção e recuperação; - Comprometimento da vida útil; - Desvalorização imobiliária acentuada.
Médio – impacto parcialmente recuperável	<ul style="list-style-type: none"> - Risco de provocar a perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação sem prejuízo à operação direta de sistemas; - Deterioração precoce da edificação; - Desvalorização do imóvel em níveis aceitáveis.
Mínimo – impacto recuperável	<ul style="list-style-type: none"> - Risco de causar pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e médios; - Ocorrência de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

(fonte: IBAPE, 2012)

5.2.5 Definição de prioridade

Quanto à ordem de prioridades, a Norma de Inspeção Predial (IBAPE, 2012) recomenda que seja disposta em ordem decrescente quanto ao grau de risco e intensidade das anomalias e falhas, apurada através de metodologias técnicas apropriadas como GUT (ferramenta de “gerenciamento de risco” através da metodologia de Gravidade, Urgência e Tendência), FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*: ferramenta de “gerenciamento de risco” através da metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falha); ou ainda, pela listagem de criticidade decorrente da inspeção predial (IBAPE, 2012).

A ferramenta GUT consiste na atribuição de pesos para quantificar os itens inspecionados, ordenando por grau de prioridade, levando em consideração três critérios: gravidade, urgência e a tendência. Esse tipo de classificação contribui para o planejamento estratégico e alocação

de recursos para viabilizar as manutenções corretivas das manifestações patológicas (GOMIDE; FAGUNDES NETO; GULLO, 2009; PERIARD, 2011).

Na Tabela 7 é apresentado o modelo proposto por Gomide, Fagundes Neto e Gullo (2009), com as respectivas caracterizações das gravidades, urgências e tendências, classificadas quanto à intensidade de ocorrência (grau) e com as atribuições de pesos (valores numéricos) para ordenar a prioridade dos eventos.

Tabela 7: GUT (Gravidade, Urgência, Tendência)

GRAU	GRAVIDADE	PESO
Total	Perda de vidas humanas, do meio ambiente ou da própria edificação.	10
Alto	Ferimentos em pessoas, danos ao meio ambiente ou a edificação.	8
Médio	Desconfortos, deterioração do meio ambiente ou da edificação.	6
Baixo	Pequenos incômodos ou pequenos prejuízos financeiros.	3
Nulo		1
GRAU	URGÊNCIA	PESO
Total	Evento em ocorrência.	10
Alto	Evento prestes a ocorrer.	8
Médio	Evento prognosticado para breve.	6
Baixo	Evento prognosticado para adiante.	3
Nulo	Evento imprevisto.	1
GRAU	TENDÊNCIA	PESO
Total	Evolução imediata.	10
Alto	Evolução em curto prazo.	8
Médio	Evolução em médio prazo.	6
Baixo	Evolução em longo prazo.	3
Nulo	Não vai evoluir.	1

(fonte: GOMIDE; FAGUNDES NETO e GULLO, 2009)

A aplicação da ferramenta de gerenciamento de risco FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) consiste na execução do gerenciamento de risco através da análise dos modos de falhas e seus efeitos constatadas na inspeção (IBRAENG, 2015).

Segundo Xiao et al. (2011) *apud*. Vervloet (2018) o método FMAE leva em consideração três aspectos principais: (1) ocorrência, ou, frequência de incidência da falha; (2) severidade, ou, gravidade da falha em termos de efeitos; (3) detecção, ou, capacidade de detectar a falha antes que ela chegue ao usuário.

Segundo Vervloet (2018) no caso da inspeção predial fica complicado analisar historicamente a ocorrência das anomalias, ou mesmo agrupá-las por tipos, porque geralmente apresentam causas e características muito diversificadas umas das outras. Além disso, no ensejo de vincular um número ao grau de ocorrência de uma falha, corre-se o risco de priorizar uma situação de menor urgência em virtude de sua maior ocorrência em detrimento de outra com maior urgência, mas de menor ocorrência, e nessas circunstâncias tanto a ocorrência como a frequência podem não representar dados tão relevantes para se optar pela escolha de qual anomalia tem maior prioridade devido a sua severidade.

Como a priorização dos reparos é imprescindível para esse tipo de levantamento, a praticidade na aplicação do método e na entrega do resultado deve ser levada em consideração por esse motivo, geralmente a aplicação do método GUT sugerido pela Norma de Inspeção Predial (IBAPE, 2012) é o mais usual nas inspeções visuais e de baixa complexidade. (VERVLOET, 2018).

5.3 TERAPIAS DE PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FISSURAS

Prevenir a ocorrência de manifestações patológicas nas edificações nas últimas décadas vem sendo uma tarefa nada fácil para os engenheiros, não que se tenha perdido a qualidade com o passar do tempo, mas por causa da imensa diversidade de práticas construtivas e variedade de materiais, descaracterizando a mão de obra, que deixou de dominar e transmitir de forma empírica seus conhecimentos da arte de construir (SILVA, 2002).

Lordsleem (1997) assim como outros autores como Sabbatini (1989) defendem que a recuperação da fissura depende de uma avaliação em conjunto, de vários fatores, e destacam como principais: a causa que originou a fissura e a capacidade de deformação da fissura (ativa ou passiva) para propor a metodologia de intervenção mais adequada.

Algumas medidas preventivas, sugeridas por Silva (2002), para evitar a ocorrência de fissuração em paredes de vedação causadas principalmente por variações térmicas estão resumidas na Tabela 8.

Tabela 8: Técnicas preventivas para evitar fissuras por variação térmica

Técnicas preventivas para evitar fissuras originadas por variação térmica

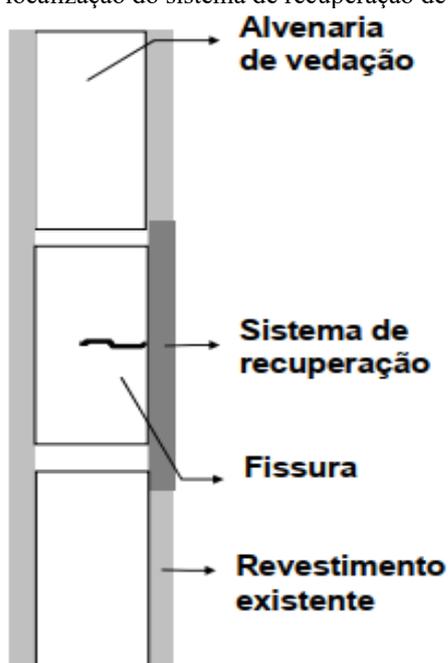
- a. Colocar isolamento térmico na face superior externa das coberturas.
- b. Utilizar pinturas com cores claras na laje de cobertura.
- c. Utilizar dispositivos de sombreamento nas coberturas.
- d. Realizar isolamento térmico externo da parede.
- e. Pintar as paredes com cores claras.
- f. Usar painéis de sombreamento para paredes.
- g. Executar juntas de dilatação em paredes com grandes extensões.
- h. Executar juntas de dilatação em coberturas e platibandas.
- i. Dessolidarizar as lajes de cobertura em relação as paredes ou apoios.
- j. Criar juntas elásticas entre a alvenaria e a estrutura.
- k. Usar materiais construtivos com mesmas características dilatométricas.
- l. Usar argamassas menos rígidas.
- m. Optar por componentes construtivos (tijolos, argamassa) mais resistentes às tensões.
- n. Aumentar a resistência da alvenaria com a colocação de armaduras (telas não oxidáveis) nas juntas; etc.

(fonte: Adaptado de Silva, 2002)

No geral, as estratégias de reabilitação das manifestações patológicas causadas por fissuras inscrevem-se basicamente nos seguintes procedimentos: eliminação completa da anomalia, substituição dos elementos e materiais, ocultação da anomalia, proteção contra o agente agressivo, eliminação das causas e reforço das características funcionais originais (SILVA, 2002).

A Figura 48 apresenta um corte esquemático com a demonstração da localização do sistema de recuperação de uma fissura em uma parede de alvenaria de vedação. O sistema de recuperação de uma fissura é assim denominado porque geralmente será composto com um conjunto de camadas que se sobrepõe para recuperar o revestimento original (LORDSLEEM, 1997).

Figura 48: Corte esquemático com localização do sistema de recuperação de fissuras em alvenarias de vedação



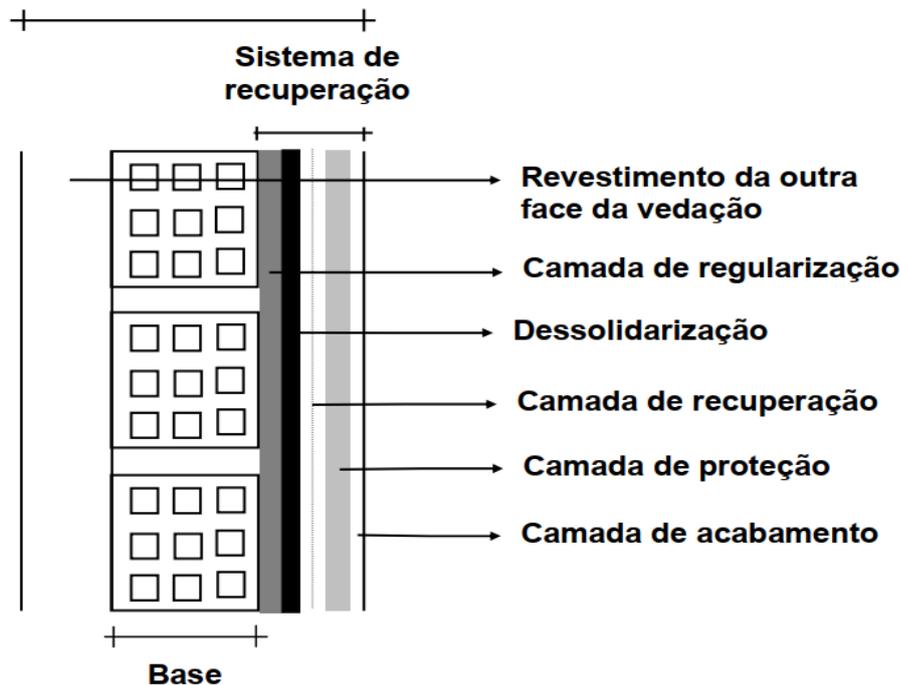
(fonte: Adaptado de LORDSLEEM, 1997)

Conforme mostra a Figura 48, do ponto de vista funcional, um sistema de recuperação de uma fissura visa reconstituir o revestimento existente na parede devolvendo-lhe sua função de vedação conferida inicialmente pela camada de revestimento de argamassa que foi danificada pela ação da fissura (LORDSLEEM, 1997).

Do ponto de vista da recuperação Allen, Edwards e Shaw (1993) definem a fissura como uma junta de movimentação de ocorrência não planejada, que se for solidamente fechada, influenciará no aparecimento de nova fissura em outro local. Isso ocorre porque as variações térmicas e higroscópicas continuam agindo sobre os materiais, levando ao aparecimento de tensões de tração e de cisalhamento que, segundo Thomaz (2001), são responsáveis por quase a totalidade dos casos de fissuração.

O sistema de recuperação de uma fissura geralmente compreende cinco etapas: camada de regularização, camada de dessolidarização (separação), camada de recuperação, camada de proteção e camada de acabamento, conforme mostra, no detalhe, a Figura 49.

Figura 49: Sistema de recuperação de fissuras em alvenaria de vedação
Vedação vertical



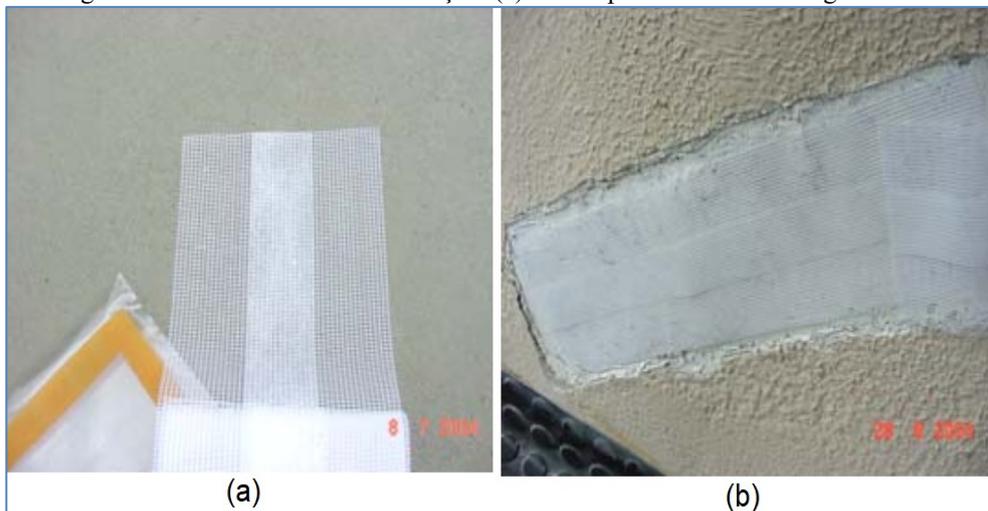
(fonte: LORDSLEEM, 1997)

Conforme proposto por Lordsleem (1997) o corte esquemático apresentado na Figura 49, as camadas que compõem o sistema de recuperação de uma vedação vertical, seguindo a sequência da mais interna para a mais externa, são:

- a) Base: substrato ou suporte, que deve estar isenta de protuberâncias, para garantir a aderência da camada de regularização que na Figura 49 está representada pelo bloco de vedação: tijolo.
- b) Camada de regularização: também denominada de camada de enchimento, serve para homogeneizar a base, eliminando a porosidade e rugosidade em alguns casos usada para recompor o substrato (SAHADE, 2005).
- c) Camada de dessolidarização: é a camada que separa a camada de regularização da camada de recuperação, tecnicamente é utilizada para dissipar as tensões da região da fissura, evitando que a fissura continue a se propagar. Para fazer a dessolidarização podem ser utilizados diversos tipos de materiais tais como: saco estopa, esparadrapo, fita crepe, lona plástica, véu de poliéster, etc. A dessolidarização será uma faixa de bandagem com largura variável entre 2 a 10 cm, que acompanhará o comprimento da fissura longitudinalmente e de forma centralizada. A Figura 50, mostra na imagem (a) o detalhe de uma tela de

poliéster com bandagem central e na imagem (b) o material aplicado sobre a camada e regularização ao longo da abertura da fissura. (SAHADE, 2005).

Figura 50: Camada de dessolidarização: (a) tela de poliéster com bandagem central



(fonte: SAHADE, 2005)

- d) Camada de recuperação: geralmente essa camada é formada por uma pasta ou argamassa em cujo interior poderá ser inserido um reforço. Existem vários tipos de reforços que podem ser utilizados conforme a necessidade, para garantir o travamento ou a flexibilidade dessa camada, são eles: tela de aço malha hexagonal, telas de aço soldadas, telas de aço expandidas, telas de poliéster (normal, engomadas, resinadas), fibra de vidro, telas de polipropileno, microfibras incorporadas à argamassa, etc. (SAHADE, 2005).
- e) Camada de proteção: a finalidade dessa camada é proteger a camada de recuperação da ação de agentes atmosféricos e ações mecânicas, as quais as alvenarias de vedação estão sujeitas. Essa camada deve permitir a passagem do vapor d'água, e sua capacidade de deformação deve ser compatível com a camada de recuperação. Em alguns casos, a camada de proteção exerce também a função de acabamento (LORDSLEEM, 1997).
- f) Camada de acabamento: tem a função de recompor a textura original do revestimento da parede, compatibilizando o sistema de recuperação com o revestimento do entorno da fissura recuperada (SAHADE, 2005).

Segundo Tokudome (2008) as formas de recuperações simples para fissuras de revestimento e trincas superficiais, resultantes de tensões de origem térmica ou higroscópica (por absorção de

água), como por exemplo, o destacamento entre pilares e paredes, provocado por retração da alvenaria.

Conforme Tokudome (2008) recomenda-se a inserção de material flexível no encontro das paredes revestidas e pilares. O procedimento recomendado é abrir uma cavidade retangular de forma que transpasse o pilar em aproximadamente 20 centímetros de cada lado, fixar uma tela metálica leve na alvenaria com o auxílio de pregos ou cravos de metal, medianamente distendida (não tensionada ou esticada).

Na sequência, conforme instrui Tokudome (2008), deve-se chapiscar o conjunto alvenaria/pilar após a colocação da tela, e revestir com argamassa de baixo módulo de deformação, ou seja, argamassa com pouco consumo de cimento, para torná-la flexível ao invés de rígida. Ercio Thomaz (2001) sugere o traço 1:2:9 (cimento: cal hidratada : areia) em volume.

Para pequenas fissuras conforme Tokudome (2008) pode-se tentar a recuperação apenas adotando o sistema de pintura. Neste caso, recomenda-se abrir na região da trinca um sulco em formato de “V” com aproximadamente 2 cm de largura na horizontal e 1 cm de profundidade, usando um instrumento com uma lâmina de aço triangular, conforme mostra Figura 51.

Figura 51: Instrumento abre trinca em “V”



(fonte: TUMELERO, 2021)

Na sequência deve-se limpar a poeira aderente à parede e deixá-la seca para aplicação de um selante flexível, que deverá ser tixotrópico¹² como, por exemplo: poliuretano e silicone.

Portanto, conforme recomenda a NBR 13749 (ABNT, 2013) faz-se necessário se observar a forma como que as fissuras se apresentam e a sua profundidade no revestimento, se superficial ou se se estende até a base de revestimento. Quando superficial, pode ser preenchida com o material de acabamentos do revestimento: massa corrida (para após ser pintada); cola do

¹² Tixotropia: capacidade de retornar à sua posição original, após receber e cessar uma determinada tensão, ou seja, a baixos níveis de tensão, seu comportamento pode ser viscoelástico (NACCACHE, s/d).

material de acabamento (como no caso de forração com papel de parede); argamassa colante (mais flexível que outras argamassas), massa acrílicas específicas para reparo de trincas e fissuras; ou preenchida com a própria argamassa. Entretanto quando as fissuras são devidas à movimentação da base devem ser estudadas soluções específicas compatíveis com a amplitude da movimentação, devendo detectar-se suas causas de origem.

6 METODOLOGIA

A pesquisa é um procedimento racional e sistemático, que tem por objetivo criar respostas para problemas que são propostos, se fazendo necessária quando não se tem respostas confiáveis para um determinado problema, ou então, quando a informação disponível é insuficiente ou insatisfatória. Toda pesquisa é baseada na utilização de métodos e técnicas de investigação científicas (GIL, 2010).

6.1 DEFINIÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA ADOTADO

Seguindo os preceitos conceituais da pesquisa científica propostos por Gil (2010), a presente pesquisa enquadra-se como um estudo de caso de cunho exploratório e descritivo. O caráter exploratório se caracterizou em função da necessidade de se buscar uma maior familiaridade com o problema com vistas a explicitá-lo, sendo necessário a coleta de dados de fontes primárias, tais como, a consulta aos projetos arquitetônico e estrutural da edificação. E o caráter descritivo, por se avaliar as características do fenômeno utilizando técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como a observação *in loco* e o levantamento de dados em campo, tais como medições e imagens coletadas no local (GIL, 2020).

No que se refere à natureza da pesquisa a mesma foi definida como do tipo não aplicada, pois foram adotadas apenas ações para coleta de dados, e não com a intenção de intervir para solucionar algum problema de manifestação patológica encontrado na edificação analisada.

Quanto à abordagem a pesquisa caracteriza-se num primeiro momento como uma pesquisa qualitativa, pois buscou analisar visualmente os tipos de fissuras encontrados na edificação e no segundo momento como uma pesquisa quantitativa em relação ao número de ocorrências de fissuras encontradas nas paredes de vedação dos pavimentos analisados.

6.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA

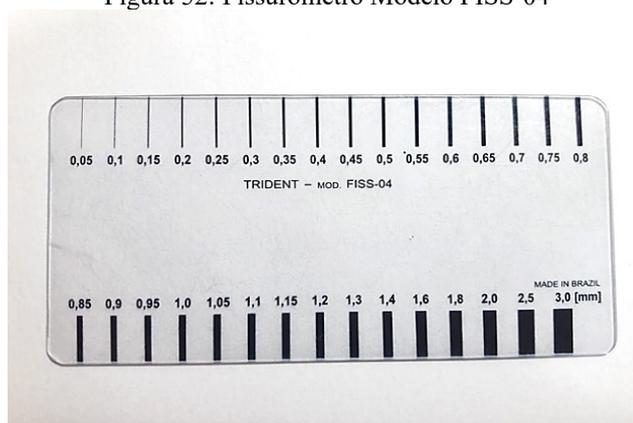
Primeiramente foi realizada uma pesquisa em artigos, dissertações, teses e livros disponíveis em plataformas de pesquisas *on-line* tais como a *Scientific Electronic Library Online (Scielo)*. Também foram consultadas as normas da ABNT e *sites* de entidades ligadas à área, tais como,

os Institutos IBAPE e IBRAENG, e empresas de engenharia ligadas ao ramo da construção civil.

Conforme Ramos (2011) a reunião de documentos, normas técnicas e conceitos relativos à temática, contribuem para a construção de um lastro teórico consistente, que permite a agregação de novos saberes. Partindo dessa premissa, foram usados como descritores as palavras: fissura, alvenaria de vedação, manifestações patológicas, paredes e blocos de vedação, para reunir o que pensam e concluem diversos autores sobre o tema e os métodos que aplicam para caracterizar as fissuras.

Como instrumento técnico para realização da inspeção visual e medição das fissuras foi usado o fissurômetro modelo FISS-04, com escala variando de 0,05 a 3 mm, conforme mostra a Figura 52.

Figura 52: Fissurômetro Modelo FISS-04



(fonte: AUTOR, 2021)

Portanto, as tecnologias usadas para coleta de dados em campo foram à inspeção visual, medição com fissurômetro, o registro fotográfico, a localização, tipificação e classificação das fissuras e/ou trincas baseados nas normas da ABNT e a consulta a projetos arquitetônico e estrutural disponibilizados pela construtora.

6.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO DA ANÁLISE DOS DADOS

Segundo Teixeira (2003), a análise e interpretação de dados são processos intrínsecos, isto é, estão intimamente vinculados, um ao outro. De acordo com Gil (2010), a interpretação tem como objetivo a procura do sentido mais amplo, o que é feito mediante sua ligação a outros conhecimentos anteriormente absorvidos.

As análises dos dados obtidos neste estudo passaram a ser informações importantes para compor a pesquisa, tendo um complemento da literatura no que diz respeito aos métodos de preventivos ou de recuperação mais usuais para tratamento das fissuras.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse capítulo estão reunidos os resultados dessa pesquisa que teve como objeto de análise uma edificação do tipo multifamiliar de 10 pavimentos localizado no bairro Bela Vista em Porto Alegre/RS.

7.1 APRESENTAÇÃO PRELIMINAR DA EDIFICAÇÃO

Tipo de construção em concreto armado com laje maciça; empreendimento recentemente concluído; em fase de entrega das unidades. O prédio é constituído de uma única torre e possui infraestrutura de lazer completa fora da projeção do edifício. A edificação tem 2 pavimentos de garagem térreo e subsolo. Pavimento Tipo conta com 6 unidades, conforme mostra na Figura 53.

Figura 53: Pavimento Tipo



(Fonte: Autor, 2021)

O projeto do prédio contempla dois modelos de planta baixa, com 2 dormitórios. As áreas privativas dos apartamentos variam de 62,09m² a 66,24m², conforme mostra a Figura 54 e Figura 55, respectivamente.

Figura 54: Apartamento Tipo (finais 1, 2, 4 e 5)



(Fonte: Autor, 2021)

Figura 55: Apartamento Tipo (finais 3 e 6)



(Fonte: Autor, 2021)

Em especial os apartamentos de fundos, localizados no segundo pavimento possuem terraço privativo, e suas áreas privativas variam de 108,75m² a 162,35m², conforme mostra a Figura 56.

Figura 56: Apartamento 2º pavimento



(Fonte: Autor, 2021)

Acabamento externo da fachada do prédio com reboco e pintura, e áreas com painéis decorativos em granito. As esquadrias externas são de alumínio. Possui dois acessos de veículos, um para atender a garagem do subsolo e outro a garagem do térreo, um acesso de pessoas e dois elevadores. A Figura 57 apresenta a foto ilustrativa da fachada frontal do prédio.

Figura 57: Fachada do prédio



(Fonte: Autor, 2021)

7.2 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS PRELIMINARES DA INSPEÇÃO

A inspeção no imóvel foi realizada no mês de outubro de 2021. Foram escolhidos estrategicamente o segundo e o décimo pavimento da edificação para a realização da inspeção. No segundo pavimento foram visitadas todas as seis unidades e no décimo foi possível acessar apenas 4 apartamentos, as unidades com finais 1, 2, 3 e 5. A escolha dos pavimentos foi propositada para se ter uma amostra que contemplasse duas situações de carregamentos distintas.

Foi realizado um levantamento das ocorrências de fissuras nas paredes de vedação da edificação, com objetivo específico de caracterizá-las e identificar as possíveis causas para então sugerir terapias cabíveis que visem eliminar ou estancar o problema.

A execução de alvenaria de vedação da edificação foi realizada com blocos cerâmicos vazados de dimensões L14 x H19 x C29 para paredes internas e externas; e de dimensões L11,5 x H19 x C29, no fechamento de *shafts* com passagens de tubulações e em locais que exigiam paredes duplas para desempenho ao fogo.

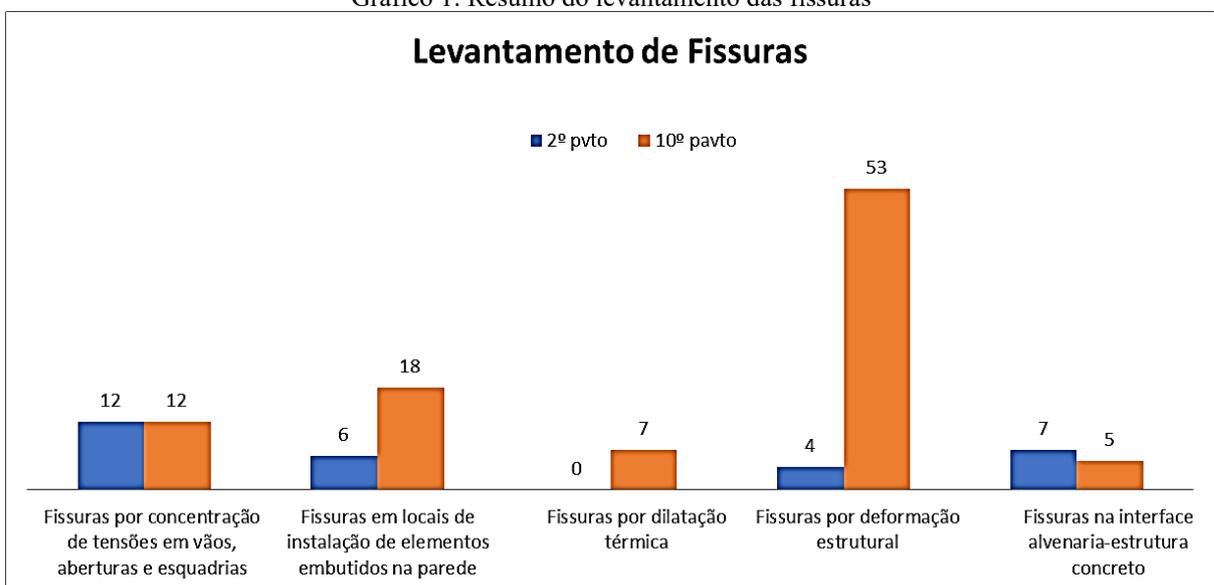
Revestimento interno e externo das paredes de alvenaria de vedação foi executado em argamassa cimentícia industrializada.

7.2.1 Levantamento das fissuras

Foram vistoriados um total de 10 apartamentos, sendo 6 no 2º pavimento e 4 no 10º pavimento. Para medir a espessura das fissuras foi utilizando o fissurômetro conforme modelo informado na Figura 52 e para medir o comprimento das fissuras uma trena metálica de 10m. Para realizar o registro fotográfico das fissuras, foi utilizada a câmera fotográfica do telefone celular.

Foram identificadas 124 fissuras no total, 29 fissuras no segundo pavimento e 95 no décimo pavimento como mostra o Gráfico 1 a seguir:

Gráfico 1: Resumo do levantamento das fissuras



(fonte: Autor, 2021)

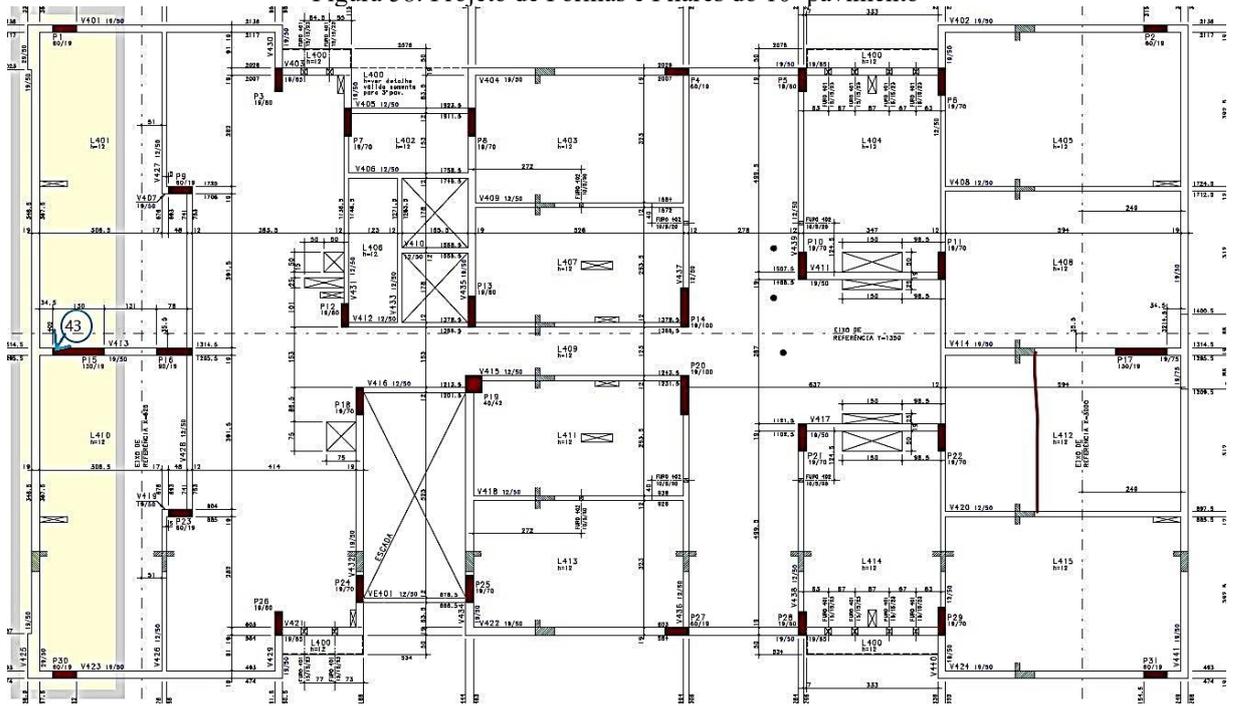
No Apêndice A consta o quadro do levantamento das fissuras encontradas no segundo e décimo pavimento da edificação para consulta mais detalhada. As possíveis causas de ocorrência das fissuras encontradas no levantamento foram:

- a) **Fissuras por concentração de tensões em vãos, aberturas e esquadrias:** as fissuras por concentração de tensões em vãos, aberturas e esquadrias quanto à forma são isoladas e inclinadas a 45°, originando-se nos cantos dos vãos e prolongando-se na diagonal devido ao acúmulo de tensão nas aberturas. Para que se evite manifestações patológicas nestes pontos devem ser previstos em projeto elementos que auxiliem na distribuição de cargas nestes pontos, como vergas e contravergas. No caso analisado foram identificadas 12 fissuras tanto no segundo como no décimo pavimento, é possível que os elementos estruturais (verga e contraverga) tenham sido mal dimensionados, levando ao aparecimento destas fissuras como consequência. Observou-se que também ocorreram fissuras com essa mesma tipificação nos cantos de aberturas de vãos de churrasqueiras, apesar de estas aberturas seguirem o mesmo princípio de qualquer outro vão sujeito cargas, foi verificado a ausência da execução do elemento estrutural para dissipar as tensões nesses vãos.
- b) **Fissuras em locais de instalação de elementos embutidos na parede:** este tipo de fissura usualmente acompanha o caminho da tubulação na parede cuja instalação precedeu um corte na alvenaria para o embutimento da mesma, ocasionando assim uma fragilidade local, gerando pontos vulneráveis para a ação higroscópica no caso de paredes externas, comuns de ocorrerem quando da instalação das tubulações de equipamentos elétricos e de ar-condicionado. No levantamento realizado foram encontradas 6 possíveis fissuras com essas características no segundo pavimento e 18 no décimo pavimento. Uma solução para evitar a ocorrência deste tipo de manifestação patológica seria prever em projeto o uso de blocos modulares com furos verticais para evitar o corte da alvenaria para passagem destas tubulações;
- c) **Fissuras por dilatação térmica:** observou-se a ocorrência desse tipo de fissura no décimo pavimento, sendo a questão da exposição da laje de cobertura à

variação térmica um forte possibilidade para justificar o aparecimento dessas fissuras na cobertura do prédio, que tem um sistema de laje impermeabilizada com uso de um leito de brita sobre a impermeabilização para proteção mecânica. As sete fissuras identificadas no levantamento ocorreram nas regiões de encunhamento;

- d) **Fissuras na interface alvenaria-estrutura concreto:** quanto à forma, apresentam-se como uma fissura isolada e vertical ocorrendo na interface entre o encontro da parede da alvenaria com o pilar de concreto. Este tipo de fissura ocorre geralmente devido a alguma falha de execução na etapa de ligação da parede de alvenaria com o elemento estrutural, como má colocação da tela metálica de amarração, chapisco mal executado (ou traço mal executado). No levantamento foram identificadas 7 possíveis ocorrências desse tipo de fissura no segundo pavimento e 5 no décimo;
- e) **Fissuras por deformação estrutural:** ocorrem devido à deformação dos elementos da superestrutura de concreto armado por conta dos carregamentos impostos sobre eles, e como se trata de uma obra nova, a atividade de acomodação da superestrutura é uma tendência, assim as tensões geradas por essas acomodações podem resultar no aparecimento de fissuras nas alvenarias de vedação, confinadas nos elementos estruturais, salientando que as fissuras podem aparecer em qualquer momento durante a vida útil do imóvel. Na obra visitada no décimo pavimento ocorre a situação de vigas em balanço, conforme área pintada, destacado à esquerda na Figura 58.

Figura 58: Projeto de Formas e Pilares do 10º pavimento

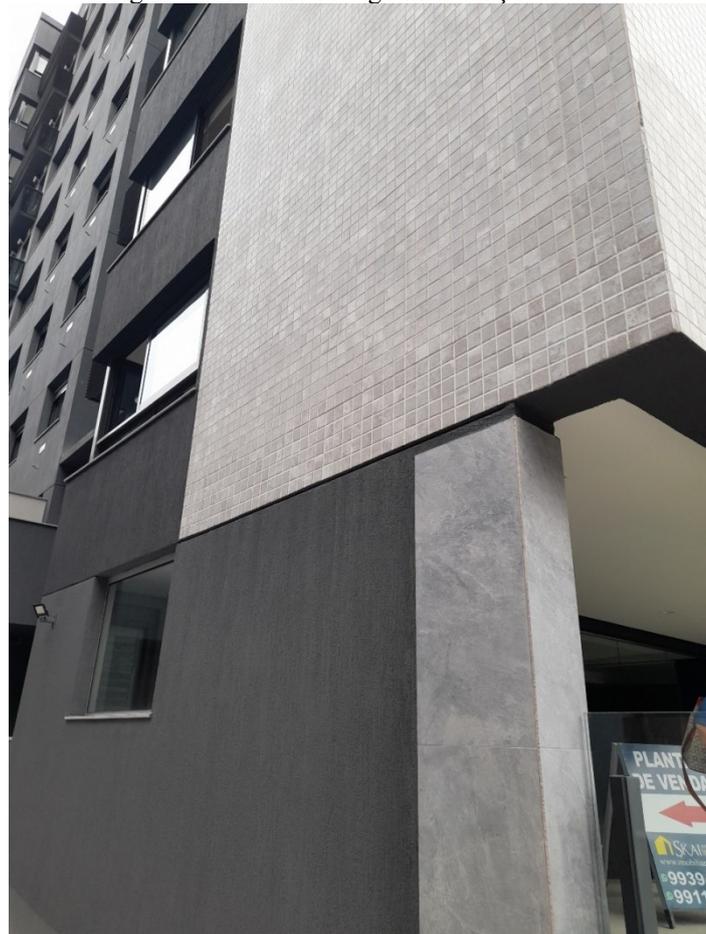


(fonte: Autor, 2021)

Este tipo de situação favorece o aparecimento de fissuras nas paredes que estão apoiadas nesses elementos. No caso em tela, podendo terem sido ocasionadas pela deformação da viga inferior à parede. Observa-se no projeto de fôrmas e pilares do pavimento tipo, Figura 58, que há uma distância considerável entre os três pilares, que apoiam essa viga em balanço, isso pode ter gerado uma grande concentração de carregamentos na região levado à deformação da viga e, por conseguinte ao aparecimento de fissuras nessas paredes de vedação.

Externamente, é possível perceber a existência da viga em balanço observando o teto do segundo pavimento da edificação. Nos demais pavimentos essa situação se repete, entretanto fica oculta pela alvenaria da fachada, conforme mostra a Figura 59.

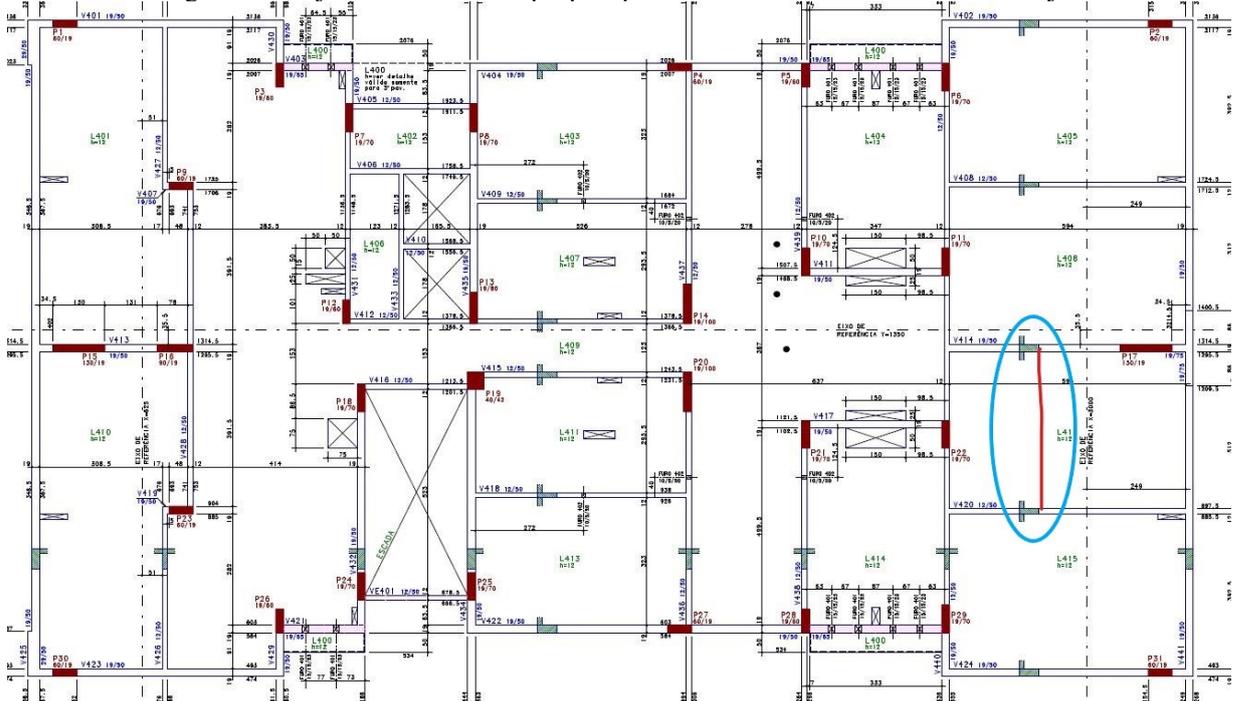
Figura 59: Detalhe da viga em balanço



(fonte: Autor, 2021)

Outra situação de projeto observada na planta de forma e pilares da obra visitada, em destaque na Figura 60, cor azul, que provavelmente seja a causa das fissuras ocorridas na parede de alvenaria naquele ponto, está relacionado a deformação por flexão da laje de piso do décimo pavimento.

Figura 60: Projeto de fômas destaque para parede executada diretamente sobre a laje



(fonte: Autor, 2021)

Várias fissuras isoladas com inclinações diversas apareceram nas duas faces da parede interna, executada sobre a laje, sem a previsão de uma viga de apoio na base, ou seja, parede foi executada diretamente sobre a laje, sendo essa possivelmente a causa das deformações no elemento (laje), levando ao aparecimento das fissuras na parede. Essa solução de projeto se justificaria se fossem utilizadas paredes de gesso acartonado, que apresentam peso menor, diferente de uma parede compostas por blocos cerâmicos.

Na próxima seção será detalhada essa situação incluindo as imagens das fissuras, para melhor entendimento desta e das demais ocorrências desse tipo de manifestação patológica na obra inspecionada.

7.3 APRESENTAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO E TIPIIFICAÇÃO DAS FISSURAS ENCONTRADAS NA INSPEÇÃO

Conforme recomendações do IBAPE (2012), apresentadas na seção 5.2.1, o enquadramento do nível de risco adotado nessa pesquisa foi o nível 1, conforme os critérios de classificação apresentados na Tabela 4.

A classificação das fissuras encontradas na obra seguiu as instruções contidas na Tabela 5 usando os critérios prescritos pelo IBAPE (2012) relacionadas aos vícios e defeitos construtivos da edificação e de seus sistemas, classificadas quanto às suas origens, ou quanto às falhas de manutenção da edificação, que no caso não se aplica por se tratar de obra nova, recentemente concluída.

Quanto a classificação do grau de risco das fissuras, levou-se em consideração as recomendações do IBAPE (2012) de que se deve sempre, fundamentar a recuperação de uma anomalia ou manifestação patológica, com base no impacto do risco que ela oferece aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio. Portanto, para o enquadramento do grau de risco das fissuras se adotou a classificação constante na Tabela 6.

Para avaliar a prioridade de execução da recuperação das fissuras encontradas na inspeção, adotou-se a recomendação do IBAPE (2012) que indica a adoção da matriz GUT (Gravidade, Urgência, Tendência) como critério de classificação para dispor em ordem decrescente a ordem de execução quanto ao grau de risco e intensidade da manifestação patológica identificada na inspeção. Para tanto foram seguidos os valores e instruções constantes da Tabela 7.

As fissuras que serão analisadas em detalhe, do segundo pavimento, estão identificadas pela numeração: 8, 17, 32 e 43, e constam localizadas na planta baixa do Apêndice C. E as fissuras que serão analisadas em detalhe do décimo pavimento estão identificadas pela numeração: 47, 57, 65, 83 a 89, 99, 103 e 107 a 111, e constam localizadas na planta baixa do Apêndice D.

7.3.1 Fissuras por concentração de tensões em vãos, aberturas e esquadrias

Foram separadas três amostras para exemplificar esse tipo de fissura: a fissura de n. 8 localizada no segundo pavimento (porta); a fissura n. 49 localizada no décimo pavimento (janela); e a fissura 57 localizada no décimo pavimento (churrasqueira).

- a) **Fissura n. 8:** localizada no segundo pavimento, 80 cm de comprimento e 0,05mm de espessura, aparente no canto superior da porta, conforme mostra Figura 61. Abertura classificada como microfissura segundo a norma NBR 9575 (ABNT, 2010). Quanto à movimentação classificada como passiva. Quanto à

forma: isolada e inclinada. Quanto à origem do agente ou evento causador da fissura: há probabilidade de ter sido causada por concentração de tensões em vãos, aberturas e esquadrias (incidência de ação externa aos seus componentes) (VERÇOZA, 1991; MAGALHÃES, 2004). Quanto ao desempenho, apresenta grau de risco mínimo, sem prejuízo à operação direta do sistema; impacta a desvalorização do imóvel em nível baixo, aceitável. A origem da fissura é endógena, ou seja, originária da própria edificação (cogita-se a possibilidade de ser por falha na execução). Em relação à classificação do grau de prioridade de reparo, conforme a matriz GUT apresentada no Apêndice B, essa fissura não tem prioridade de reparo em relação às demais fissuras identificadas na inspeção. Como terapia, para pequenas fissuras Tokudome (2008) recomenda a recuperação apenas adotando o sistema de pintura sem a necessidade de bandagens (telas), deve-se abrir o local da fissura com corte em V e usar um selante flexível, e após recompor o acabamento.

Figura 61: Fissura 2º pavimento n. 8



(fonte: Autor, 2021)

b) **Fissura n. 49:** localizada no décimo pavimento, 95 cm de comprimento e 0,05mm de espessura, aparente no canto inferior da janela, conforme mostra Figura 62. Abertura classificada como microfissura segundo a norma NBR 9575 (ABNT, 2010). Quanto à movimentação classificada como passiva. Quanto à forma: isolada e inclinada. Quanto à origem do agente ou evento causador da fissura: há possibilidade de ter sido causada por concentração de tensões em vãos, aberturas e esquadrias (incidência de ação externa aos seus componentes) (VERÇOZA, 1991; MAGALHÃES, 2004). Quanto ao desempenho, apresenta grau de risco mínimo, sem prejuízo à operação direta do sistema; impacta a desvalorização do imóvel em nível baixo, aceitável. A origem da fissura é endógena, ou seja, originária da própria edificação (cogita-se a possibilidade de ser por motivo de falha na execução). Em relação à classificação do grau de prioridade de reparo, conforme a matriz GUT apresentada no Apêndice B, essa fissura não tem prioridade de reparo em relação às demais fissuras identificadas na inspeção. Como terapia, para pequenas fissuras Tokudome (2008) recomenda a recuperação apenas adotando o sistema de pintura sem a necessidade de bandagens (telas), deve-se abrir o local da fissura com corte em V e usar um selante flexível, e após recompor o acabamento.

Figura 62: Fissura 10º pavimento n. 49



(fonte: Autor, 2021)

c) **Fissura n. 57:** localizada no décimo pavimento, 20 cm de comprimento e 0,05mm de espessura, aparente no canto superior do vão da churrasqueira, conforme mostra Figura 63. Abertura classificada como microfissura segundo a norma NBR 9575 (ABNT, 2010). Quanto à movimentação classificada como passiva. Quanto à forma: isolada e inclinada. Quanto à origem do agente ou evento causador da fissura: possibilidade de ter sido causada por concentração de tensões em vãos (incidência de ação externa aos seus componentes) (VERÇOZA, 1991; MAGALHÃES, 2004). Quanto ao desempenho, apresenta grau de risco mínimo, sem prejuízo à operação direta do sistema; impacta a desvalorização do imóvel em nível baixo, aceitável. A origem da fissura é endógena, ou seja, originária da própria edificação (cogita-se a possibilidade de falha na execução). Em relação à classificação do grau de prioridade de reparo, conforme a matriz GUT apresentada no Apêndice B, essa fissura não tem prioridade de reparo em relação às demais fissuras identificadas na inspeção. Como terapia, para pequenas fissuras Tokudome (2008) recomenda a recuperação apenas adotando o sistema de pintura sem a necessidade de bandagens (telas), deve-se abrir o local da fissura com corte em V e usar um selante flexível, e após recompor o acabamento. No caso da churrasqueira avaliar a influência da questão da variação da temperatura a que estão submetidos os materiais.

Figura 63: Fissura 10º pavimento n. 57



(fonte: Autor, 2021)

7.3.2 Fissuras em locais de instalação de elementos embutidos na parede

Foi separada uma amostra para exemplificar esse tipo de fissura, a n. 65, localizada no décimo pavimento.

- a) Fissura n. 65: localizada no décimo pavimento, 80 cm de comprimento e 0,1mm de espessura, aparente no canto inferior do tampão do ar condicionado, seguindo o caminho da tubulação, conforme mostra a Figura 64. Abertura classificada como fissura, segundo a norma NBR 9575 (ABNT, 2010). Quanto à movimentação classificada como passiva. Quanto à forma: isolada e inclinada. Quanto à origem do agente ou evento causador da fissura: causada pelo embutimento da tubulação (FERREIRA, 2020). Quanto ao desempenho, apresenta grau de risco mínimo, sem prejuízo à operação direta do sistema; impacta a desvalorização do imóvel em nível baixo, aceitável. A origem da fissura é endógena, ou seja, originária da própria edificação (possibilidade de ser por falha na execução). Em relação à classificação do grau de prioridade de reparo, conforme a matriz GUT apresentada no Apêndice B, essa fissura não tem prioridade de reparo em relação às demais fissuras identificadas na inspeção. Como terapia, recomenda-se abrir o local e fixar a tubulação com uso de um reforço de tela metálica (ou poliéster), e após recompor o acabamento (LORDSLEEM, 1997; SAHADE, 2005).

Figura 64: Fissura 10º pavimento n. 65



(fonte: Autor, 2021)

7.3.3 Fissuras por dilatação térmica

Foram separadas duas amostras para exemplificar esse tipo de fissuração, a n. 99 e a n. 103, ambas localizadas no décimo pavimento.

- a) **Fissura n. 99:** localizada no décimo pavimento, 255 cm de comprimento e 0,15mm de espessura, aparente na junção da laje de cobertura e a parede, na área de encunhamento, conforme mostra a Figura 65. Abertura classificada como fissura, segundo a norma NBR 9575 (ABNT, 2010). Quanto à movimentação por hipótese classificada como ativa. Quanto à forma: isolada e horizontal. Quanto à origem do agente ou evento causador da fissura: há grande possibilidade que tenha sido causada pela dilatação térmica da laje de cobertura (DUARTE, 1998). Quanto ao desempenho, apresenta grau de risco médio, pode provocar a perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação sem prejuízo à operação direta de sistemas, gerando deterioração precoce da edificação e desvalorizando o imóvel em níveis pouco aceitáveis. A origem da fissura é endógena, ou seja, originária da própria edificação (por falha na execução). Em relação à classificação do grau de prioridade de reparo, conforme a matriz GUT apresentada no Apêndice B, essa fissura não tem prioridade de reparo em relação às demais fissuras identificadas na inspeção. Como terapia, recomenda-se adotar um sistema de recuperação que inclua uma camada de dessolidarização (separação) para dissipar as tensões da região da fissura, evitando que a fissura continue a se propagar, pode-se usar uma tela de poliéster, por exemplo, e após recompor o acabamento (LORDSLEEM, 1997; SAHADE, 2005).

Figura 65: Fissura 10º pavimento n. 99



(fonte: Autor, 2021)

b) **Fissura n. 103:** localizada no décimo pavimento, 210 cm de comprimento e 0,10mm de espessura, aparente na ligação da viga da laje de cobertura com a parede, na área de encunhamento, conforme mostra a Figura 66. Abertura classificada como fissura, segundo a norma NBR 9575 (ABNT, 2010). Quanto à movimentação por hipótese classificada como ativa. Quanto à forma: isolada e inclinada. Quanto à origem do agente ou evento causador da fissura: há a possibilidade de ter sido causada pela dilatação térmica da laje de cobertura (DUARTE, 1998). Quanto ao desempenho, apresenta grau de risco médio, pode provocar a perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação sem prejuízo à operação direta de sistemas, gerando deterioração precoce da edificação e desvalorizando o imóvel em níveis pouco aceitáveis. A origem da fissura é endógena, ou seja, originária da própria edificação (por falha na execução). Em relação à classificação do grau de prioridade de reparo, conforme a matriz GUT apresentada no Apêndice B, essa fissura não tem prioridade de reparo em relação às demais fissuras identificadas na inspeção. Como terapia, recomenda-se adotar um sistema de recuperação que inclua uma camada de dessolidarização (separação) para dissipar as tensões da região da fissura, evitando que a fissura continue a se propagar, pode-se usar uma tela de poliéster, por exemplo, e após recompor o acabamento (LORDSLEEM, 1997; SAHADE, 2005).

Figura 66: Fissura 10º pavimento n. 103



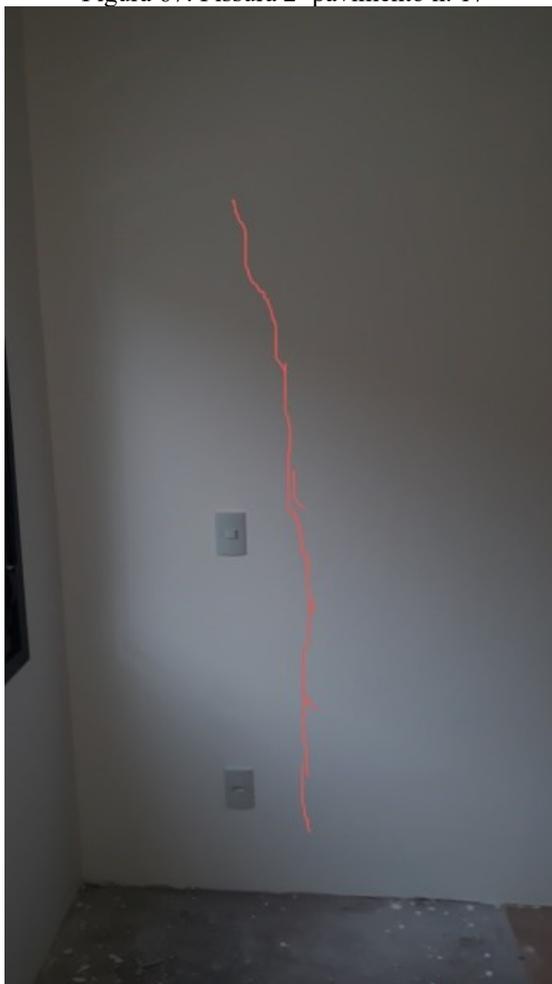
(fonte: Autor, 2021)

7.3.4 Fissuras na interface alvenaria-estrutura concreto

Foi separada uma amostra para exemplificar esse tipo de fissuração, a n. 17, localizada no segundo pavimento.

- a) **Fissura n. 17:** localizada no segundo pavimento, 200 cm de comprimento e 0,05mm de espessura, na vertical exatamente na interface de ligação da alvenaria com o pilar. Na Figura 67 o pilar está oculto pelo revestimento da parede, mas ao consultar o Apêndice C da planta baixa de localização das fissuras é possível identificar a existência do pilar. Abertura classificada como microfissura, segundo a norma NBR 9575 (ABNT, 2010). Quanto à movimentação classificada como passiva. Quanto à forma: isolada e vertical. Quanto à origem do agente ou evento causador da fissura: possibilidade de ter sido causada pela má aderência da alvenaria e o pilar (TEIXEIRA, 2010). Quanto ao desempenho, apresenta grau de risco mínimo, sem prejuízo à operação direta do sistema; impacta a desvalorização do imóvel em nível baixo, aceitável. A origem da fissura é endógena, ou seja, originária da própria edificação (por falha na execução). Em relação à classificação do grau de prioridade de reparo, conforme a matriz GUT apresentada no Apêndice B, essa fissura não tem prioridade de reparo em relação às demais fissuras identificadas na inspeção. Como terapia, Tokudome (2008) recomenda a inserção de material flexível no encontro das paredes revestidas e pilares. O procedimento recomendado é abrir uma cavidade retangular de forma que transpasse o pilar em aproximadamente 20 centímetros de cada lado, fixar uma tela metálica leve na alvenaria com o auxílio de pregos ou cravos de metal, medianamente distendida (não tensionada ou esticada). Na sequência deve-se chapiscar o conjunto alvenaria/pilar após a colocação da tela, e revestir com argamassa de baixo módulo de deformação, ou seja, argamassa com pouco consumo de cimento, para torná-la flexível ao invés de rígida (TOKUDOME, 2008).

Figura 67: Fissura 2º pavimento n. 17



(fonte: Autor, 2021)

7.3.5 Fissuras por deformação estrutural

Foram separadas três amostras para exemplificar esse tipo de fissuração, a n. 43, localizada no décimo pavimento. E as fissuras n. 83 a 89 e n.107 a 111 que estão agrupadas em faces opostas da mesma parede, também localizadas no décimo pavimento.

- a) **Fissura n. 43:** localizada no décimo pavimento, 50 cm de comprimento e 0,10mm de espessura, conforme mostra a Figura 68. Abertura classificada como fissura, segundo a norma NBR 9575 (ABNT, 2010). Quanto à movimentação classificada como passiva. Quanto à forma: isolada e inclinada. Quanto à origem do agente ou evento causador da fissura: possibilidade de ter sido causada pela flexão de viga em balanço. Quanto ao desempenho, apresenta grau de risco mínimo, sem prejuízo à operação direta do sistema; impacta a desvalorização do imóvel em nível baixo, aceitável. A origem da fissura é endógena, ou seja, originária da própria edificação (por falha de projeto ou na execução). Em

relação à classificação do grau de prioridade de reparo, conforme a matriz GUT apresentada no Apêndice B, essa fissura não tem prioridade de reparo em relação às demais fissuras identificadas na inspeção. Como terapia, recomenda-se adotar um sistema de recuperação que inclua uma camada de dessolidarização (separação) para dissipar as tensões da região da fissura, evitando que a fissura continue a se propagar, pode-se usar uma tela de poliéster, por exemplo, e após recompor o acabamento (LORDSLEEM, 1997; SAHADE, 2005).

Figura 68: Fissura 10º pavimento n. 43



(fonte: Autor, 2021)

- a) **Fissuras n. 83 a 89:** localizadas em uma mesma parede no décimo pavimento, com comprimentos variando de 20 a 80 cm, 0,05mm de espessura, conforme mostra a Figura 69. Aberturas classificadas como microfissuras, segundo a norma NBR 9575 (ABNT, 2010). Quanto à movimentação classificadas como passivas. Quanto à forma: isoladas e inclinadas. Quanto à origem do agente ou evento causador da fissura: possibilidade de terem sido causadas pela deformação estrutural da laje, ou seja, pela flexão da laje, por ausência de viga de apoio para suportar a carga da parede composta por alvenaria sobre a laje (MAGALHÃES, 2004; DUARTE, 1998). Quanto ao desempenho, apresentam grau de risco mínimo, sem prejuízo à operação direta do sistema; impacta a desvalorização do imóvel em nível baixo, aceitável. A origem das fissuras é

endógena, ou seja, originárias da própria edificação (por falha de projeto ou na execução). Em relação à classificação do grau de prioridade de reparo, conforme a matriz GUT apresentada no Apêndice B, essas fissuras não tem prioridade de reparo em relação às demais fissuras identificadas na inspeção. Como terapia, recomenda-se adotar um sistema de recuperação que inclua uma camada de dessolidarização (separação) para dissipar as tensões da região da fissura, evitando que a fissura continue a se propagar, pode-se usar uma tela de poliéster, por exemplo, e após recompor o acabamento (LORDSLEEM, 1997; SAHADE, 2005).

Figura 69: Fissuras 10º pavimento n. 83 a 89 (face parede do dormitório)



(fonte: Autor, 2021)

- b) **Fissuras n. 107 a 111:** localizadas no lado oposto da parede do item a); com comprimentos variando de 15 a 35 cm, 0,05mm de espessura, conforme mostra a Figura 70. Aberturas classificadas como microfissuras, segundo a norma NBR 9575 (ABNT, 2010). Quanto à movimentação classificadas como passivas. Quanto à forma: isoladas e inclinadas. Quanto à origem do agente ou evento causador das fissuras: possibilidade de terem sido causadas pela deformação estrutural da laje, ou seja, pela flexão da laje, por ausência de viga de apoio para suportar a carga da parede sobre a laje (MAGALHÃES, 2004; DUARTE, 1998). Quanto ao desempenho, apresentam grau de risco mínimo, sem prejuízo à operação direta do sistema; impactam a desvalorização do imóvel em nível baixo, aceitável. A origem das fissuras é endógena, ou seja, originárias da própria edificação (por falha de projeto ou na execução). Em relação à classificação do grau de prioridade de reparo, conforme a matriz GUT apresentada no Apêndice B, essas fissuras não têm prioridade de reparo em

relação às demais fissuras identificadas na inspeção. Como terapia, recomenda-se adotar um sistema de recuperação que inclua uma camada de dessolidarização (separação) para dissipar as tensões da região da fissura, evitando que as fissuras continuem a se propagar, pode-se usar uma tela de poliéster, por exemplo, e após recompor o acabamento (LORDSLEEM, 1997; SAHADE, 2005).

Figura 70: Fissuras 10º pavimento n. 107 a 111 (face parede da sala)



(fonte: Autor, 2021)

8 CONCLUSÕES

Essa pesquisa demonstrou que o estudo das fissuras é um tema relevante e atual, e com grande abrangência de conteúdo para área da construção civil. Ao realizar esse estudo de levantamento de fissuras nas paredes de vedação de uma edificação e indicar as possíveis causas e terapias, ficou demonstrado que além da inspeção visual é necessário aprofundar a investigação para perceber as causas ocultas que não são perceptíveis visualmente. É imprescindível a consulta mais detalhada aos projetos estrutural, arquitetônico e de instalações para se conseguir diagnosticar com o mínimo de acerto as causas das fissuras e propor soluções que venham de fato resolver esse tipo de manifestação patológica.

Todos os três objetivos específicos propostos nessa pesquisa foram atendidos na integralidade foi possível realizar o levantamento da ocorrência de fissuras na edificação, objeto de estudo; analisar os danos ocorridos, os tipos de manifestações patológicas, as possíveis causas, origens, os agentes causadores, fazer a classificação das fissuras e sugerir técnicas de recuperação para as ocorrências de fissuras detectadas, baseado nas recomendações técnicas constantes em normas e nas boas práticas recomendada por diversos autores que foram reunidos no referencial teórico dessa pesquisa.

Outro fator relevante demonstrado nesse estudo foi a importância de se adotar um método confiável para conduzir a análise e caracterização das fissuras, pois o volume de dados gerados em uma inspeção de fissuras, por si só pode gerar muita confusão caso não sejam coletados com critério e organizados de forma sistemática em um banco de dados apropriado, tal desorganização certamente levará o profissional dispendido de mais tempo para conferir medições e possíveis confusões na conferência dos projetos consultados ou nas imagens geradas durante a inspeção.

Outro ponto explorado no trabalho foi a questão da matriz GUT, mesmo não se mostrando tão útil a sua aplicação nesse trabalho uma vez que as manifestações das fissuras convergiram a grande maioria para um mesmo grau de gravidade, urgência e tendência, foi importante trazê-la para demonstrar a necessidade de se priorizar as manifestações de maior relevância que podem de fato afetar a vida útil do imóvel, com maior celeridade, e portanto necessitam que suas manutenções sejam priorizadas. A matriz GUT ajuda organizar o cronograma de manutenção, priorizando as manifestações patológicas potencialmente mais preocupantes e prejudiciais a edificação e seus usuários.

Como sugestões para trabalhos futuros seria interessante incluir a aplicação de outras tecnologias para investigação e monitoramento de fissuras, como o uso dos equipamentos eletrônicos referendados na seção 5.1 desse estudo. Contribuindo assim para a divulgação e implementação de novas técnicas no estudo do comportamento das fissuras para melhor diagnosticá-las e também resolver esse tipo de manifestação patológica, presente em quase 100% das edificações novas ou já em decurso de sua vida útil.

REFERÊNCIAS

AD NORMAS. A qualidade dos blocos e tijolos cerâmicos. **Revista Digital**, 2018. Disponível em: <<https://revistaadnormas.com.br/2018/05/08/a-qualidade-dos-blocos-e-tijolos-ceramicos>>. Acesso em: 25 mar. 2021.

ALEXANDRE, I. F. **Manifestações Patológicas em empreendimentos habitacionais de baixa renda executados em alvenaria estrutural**: uma análise da relação de causa e efeito. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008. 171p. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17357/000714642.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 25 maio 2021.

ALLEN, R.T.L.; EDWARDS, S.C.; SHAW, J.D.N. **The repair of concrete structures**. London, Blackie, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Manual de Revestimentos de Argamassa**. 2003. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/279/anexo/ativosmanu.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9575**. Impermeabilização: Seleção e projeto. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2010.

_____. **NBR 5674**. Manutenção de edificações: Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2012.

_____. **NBR 6136**. Blocos Vazados de Concreto simples para alvenaria: Requisitos. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2016.

_____. **NBR 7200**. Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: procedimento. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998.

_____. **NBR 13281**. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: Requisitos. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005.

_____. **NBR 13529**. Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: Terminologia. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013.

_____. **NBR 13749**. Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: Especificação. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013.

_____. **NBR 15270-1**. Componentes Cerâmicos: Blocos e tijolos para alvenaria: Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017.

_____. **NBR 15270-2**. Componentes Cerâmicos: Blocos e tijolos para alvenaria: Parte 2: Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017.

_____. **NBR 15575**. Edificações Habitacionais: Desempenho. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2021.

_____. **NBR 16868-1**. Alvenaria Estrutural: Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.

BARROS, J. **Conceitos básicos da teoria da elasticidade**. Repositório da Universidade do Minho em Guimarães, Portugal, 2014. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/13006/2/CAP2.pdf>>. Acesso em 11 nov. 2018.

BAYEAUX, P. Custos na parede. Tecnologia. **Revista Técnica**, n. 48, set. 2000. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/48/artigo285174-1.aspx>>. Acesso em: 23 abr. 2020.

BEREZOVSKY, R. S. **Quais são as causas mais comuns de fissuras nas construções?** Redação Portal AECweb / e-Construmarket, 2021. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/quais-sao-as-causas-mais-comuns-de-fissuras-nas-construcoes/16674>>. Acesso em: 13 mar. 2021.

CÂMARA, M. **Conheça a função da verga, contraverga e encunhamento na construção**. Disponível em: <<https://marcoscamaraarquitectura.com.br/conheca-a-funcao-da-verga-contraverga-e-encunhamento-na-construcao/>>. Acesso em: 7 abr. 2021.

CAPORRINO, C. F. **Patologias em alvenarias** 2 ed. São Paulo: Oficinas de Textos, 2018. Disponível em: <<https://www.ofitexto.com.br/comunitexto/entrevista-exclusiva-com-a-autora-de-patologias-em-alvenarias/>>. Acesso em 10 jul. 2021.

CERÂMICA CONSTRULAR. **Você sabe a diferença entre bloco de vedação e estrutural?** Publicado em: 8 ago. 2019. Disponível em: <<https://ceramicaconstrular.com.br/voce-sabe-a-diferenca-entre-bloco-de-vedacao-e-estrutural/>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

CLUBE DO CONCRETO. **Concreto Celular Autoclavado (AAC)**. 2014. Disponível em: <<http://www.clubedoconcreto.com.br/2014/05/concreto-celular-autoclavado-aac.html>>. Acesso em: 24 mar. 2021.

CORSINI, R. Trinca ou fissura? Como se originam, quais os tipos, as causas e as técnicas mais recomendadas de recuperação de fissuras. **Revista Técnica**, n. 160, jul. 2010. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

COSTA, P. H. B. **Estudo de qualidade dos blocos cerâmicos de vedação e autoportantes utilizados na região de Anápolis**. Dissertação Curso Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, Goiás, 85p., 2018.

DUARTE, R. B. **Fissuras em alvenarias: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação**. Boletim Técnico n. 25. Porto Alegre: Cientec, 1998. Disponível em: <http://www.cientec.rs.gov.br/upload/20160728175220boletim_tecnico_25_fissuras_em_alvenarias_causas_principais_medidas_preventivas_e_tecnicas_de_recuperacao.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.

E-CIVIL. **Significado da verga**. Dicionário da Construção Civil. 2021a. Disponível em: <<https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-verga.html>>. Acesso em 17 maio 2021.

_____. **Significado da contraverga**. Dicionário da Construção Civil. 2021b. Disponível em: <<https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-contraverga.html>>. Acesso em 17 maio 2021.

_____. **Significado da Lixiviação**. Dicionário da Construção Civil. 2021d. Disponível em: <<https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-lixiviacao.html>>. Acesso em: 13 maio 2021

_____. **Significado de supraestrutura**. Dicionário da Construção Civil. 2021c. Disponível em: <<https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-supraestrutura.html>>. Acesso em 17 maio 2021.

EDWARDS, M. **Settlement Cracks – Guide to Settlement and Subsidence Cracks in Buildings, How To Measure Them and How To Repair Cracks in Walls, Subsidence and Sills and Copings**. DIY Doctor, 2021. Disponível em: <<https://www.diydoctor.org.uk/projects/settlement.htm#project-video>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

FERREIRA, G. H. **Fissuras em edificações de concreto armado**: revisão e estudo de caso. Monografia. Curso de Graduação em Engenharia Civil. Ministério da Educação, Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil, Ouro Preto, 2020. Disponível em: <https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/2706/1/MONOGRAFIA_FissurasEdific%C3%A7%C3%B5esConcreto.pdf>. Acesso em: 25 out. 2021.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMIDE, T. L. F.; FAGUNDES NETO, J. C. P.; GULLO, M. A., **Normas Técnicas para Engenharia Diagnóstica em Edificações**. São Paulo: PINI, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE ENGENHARIA (IBRAENG). **Inspeção Predial e Auditoria Técnica Predial**: Orientação Técnica OT – 003/2015 - IBRAENG. Fortaleza, 2015. Disponível em: <http://www.ibraeng.org/public/uploads/publicacoes/OT-003-2015-IBRAENG_Inspe%C3%A7%C3%A3o_Predial_e_Auditoria_T%C3%A9cnica_Predial7.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA (IBAPE). **Norma de Inspeção Predial Nacional**. PUJADAS, F. Z. A; SALDANHA, M. S. (Coord.). Aprovada em assembleia nacional em 25 out. 2012. Disponível em: <<http://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2012/12/Norma-de-Inspe%C3%A7%C3%A3o-Predial-IBAPE-Nacional.pdf>>. Acesso: 14 mar. 2021.

KALIL, S. M. B. **Alvenaria Estrutural**. O presente trabalho consta de uma mescla entre a Apostila de Estruturas Mistas elaborada pelas Prof^{as}. Silvia Maria Baptista Kalil e Maria Regina Leggerini, com o Trabalho de Conclusão de Curso do aluno Vinicius Bonacheski, orientado pela autora. PUCRS, [2006]. Disponível em:

<<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/alvenaria-estrutural>>. Acesso em 25 mar. 2021.

KERKOFF, M. A. Trincas devido ao Recalque de fundação Publicado em 23 ago. 2017 em Construção Manutenção e Reforma. **Guide Engenharia**. Disponível em:

<<https://guideengenharia.com.br/trincas-devido-ao-recalque-de-fundacao/>>. Acesso em: 11 maio. 2021.

KUMAR, S. Reasons of Cracks in Buildings. **Constro Facilitator**, 2019. Disponível em: <<https://www.constrofacilitator.com/reasons-of-cracks-in-buildings/>>. Acesso em 13 mar. 2021.

LOPES, R.; NETTO, R. M. **Detalhes construtivos visando à prevenção de fissuras em alvenarias de vedação e alvenarias estruturais**. São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.academia.edu/6810909/DETALHES_CONSTRUTIVOS_VISANDO_%C3%80_PREVEN%C3%87%C3%83O_DE_FISSURAS_EM_ALVENARIAS_DE_VEDA%C3%87%C3%83O_E_ALVENARIAS ESTRUTURAI>. Acesso: 23 mar. 2021.

LORDSLEEM JR., A. C. **Sistemas de Recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: Avaliação da capacidade de deformação**. 174 p. Dissertação Universidade Politécnica da de São Paulo, 1997. Disponível em:

<<http://www.politech.poli.br/sistema/biblioteca/fotos/Recuperacao%20de%20fissuras%20-%20Alberto%20Casado.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2021.

MAGALHÃES, E. F. **Fissuras em alvenaria: configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2004, 188 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia, curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em:

<<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/10135>>. Acesso em 20 mai. 2021.

MAPA DA OBRA. **Execução de encunhamento exige cuidado**, 2017. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/execucao-de-encunhamento-exige-cuidado/>>. Acesso em 07 abr. 2021.

MASON CONTRACTORS ASSOCIATION OF AMERICA (MCAA). My wall has a crack – should I be concerned? **Masonry Magazine**, 2018. Disponível em:

<<https://www.masonrymagazine.com/blog/2018/06/29/tech-talk-troubleshooting-cracks/>>. Acesso em 13 mar. 2021.

MELO, M. **Alvenaria estrutural em blocos cerâmicos: paginação**. Publicado em: 27 ago. 2020. Disponível em: <<https://blogdaliga.com.br/alvenaria-estrutural-em-blocos-ceramicos-paginacao/>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

MERANCA, M. Trincas diagonais em paredes: recalque diferencial de fundações. **Grupo AE Arquitetura + Engenharia**. Publicado em 6 abr. 2017. Disponível em:

<<https://www.aegrupo.com.br/single-post/TRINCAS-DIAGONAIS-EM-PAREDES>>. Acesso em 11 maio 2021.

MERCADO LIVRE. **4 Fissurômetros transparente Trident Fiss-01-02-03 e 04**. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1347497316-4-fissurmetros-transparente-trident-fiss-01-02-03-e-04-_JM#reco_item_pos=3&reco_backend=machinalis-seller-items>

pdp&reco_backend_type=low_level&reco_client=vip-seller_items-above&reco_id=c9aa4da8-cade-44c8-95da-c0434d3ee406>. Acesso em: 10 jul. 2021.

MERCADO LIVRE. **Lupa medidor de fissuras / trincas em paredes escala 0,10mm.** Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1169073922-lupa-medidor-de-fissuras-trincas-em-paredes-escala-010mm-_JM>. Acesso: 10 jul. 2021.

MOHAMAD, G.; LOURENÇO, P. B.; ROMAN, H. R. **Juntas Verticais:** Influência no comportamento mecânico da alvenaria estrutural. Prisma, v. 29, n. CT 14, p. 5, dez. 2008.

MORAES, E. B.; BARELLA FILHO, R.; LORSLEEM Jr., A. C.; PONTES, E. C. de M.; DANTAS, N. **Alvenaria de Vedação com blocos de concreto.** Cartilha da Capacitação de equipes de produção. Comunidade Da Construção. Recife – PE, 2008. Disponível em: <<https://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/245/anexo/anexo04cart.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2021.

NACCACHE, M. **Tixotropia.** PUC-RIO. Disponível em: <https://naccache.mec.puc-rio.br/Cursos/FNNIP_files/Aula09.pdf>. Acesso em 14 mar. 2021.

PEREIRA, C. **Alvenaria de Vedação:** Vantagens e Desvantagens. Publicado em: 16 abr. 2020. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-de-vedacao/>>.

PERIARD, G. **Matriz GUT:** Guia Completo. Publicado em: 03 nov. 2011. Disponível em: <<http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>>. Acesso em: 10 maio 2021.

PUJADAS, F. Z. A.; SILVA, G. V. da; KALIL, M. L.; FRANCISCO, V. P. **Inspeção Predial:** a saúde dos edifícios. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia, Câmara de Inspeção Predial do IBAPE/SP, 2. ed. São Paulo, 2015.

PXFUEL. **Parede de tijolo.** 2021. Disponível em: <<https://www.pxfuel.com/pt/free-photo-jqrzc>>.

RAMOS, I. M. L. **Orientações Gerais do TCC.** Unidade de Ensino Médio e Técnico. Centro Paula Souza. São Paulo, 2013.

REFATI, K. K. P. **Inspeção em estruturas de alvenaria em blocos estruturais.** Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Pato Branco, 2013. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/14422/2/PB_COECI_2012_2_06.PDF>. Acesso em 30 maio 2021.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos:** formulação e aplicação de uma metodologia. 321p. Tese (Doutorado) Escola Politécnica Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.

SAHADE, R. F. **Avaliação de Sistemas de Recuperação de fissuras em alvenaria de Vedação.** Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2005.

SAMPAIO, M. B. **Fissuras em Edifícios Residenciais em Alvenaria Estrutural.** Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-graduação e Área de Concentração em Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São

Carlos, 2010. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-14022011-163734/publico/2010ME_MarlianeBritoSampaio.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2021

SILVA, A. F. da. **Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados**: estudo de caso em edifícios em Florianópolis. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. 190 p. Florianópolis, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89871/240187.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

SILVA, F. B. da. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. **Revista Técnica**, n. 174, 2011. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/174/artigo285892-2.aspx>>. Acesso em 20 mai. 2021.

SILVA, J. B. da; RICHTER, C.; DÉ SIR, J. M. **Análise do comportamento anisotrópico de prismas de alvenarias estrutural cerâmica**. XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. ENTAC 2010. 6 a 8 de out. 2010. Canela RS. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/316.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2021.

SILVA, J. M. da. **Alvenarias não estruturais patologias e estratégias de reabilitação**. Universidade de Coimbra. Seminário sobre paredes de alvenaria, P. B. Lourenço & H. Souza (Eds.), Porto, 2002. Disponível em: <<http://www.hms.civil.uminho.pt/events/alvenaria2002/Artigo%20Pag%20187-206.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL (SINAPI). **Cadernos técnicos de composições para verga, contraverga, fixação de alvenaria de vedação e cinta de amarração de alvenaria**, lote 1, v. 002, vigência: 03/2016, última atualização: dez./2017.

SOUZA, R. **Bloco cerâmico ou de concreto?** Conheça as características, vantagens e desvantagens de cada tipo de bloco. Mapa da Obra, 2018. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/bloco-ceramico-ou-de-concreto/>>. Acesso em: 24 mar. 2021.

TAILOR, J. **AAC Blocks Vs Red Bricks: How to Make the Right Choice!**. Gharpedia, 2018. Disponível em: <<https://gharpedia.com/blog/aac-blocks-vs-red-bricks/>>. Acesso em 24 mar. 2021.

TATU PRÉ-MOLDADOS. **O Bloco de concreto com acabamento que imita pedra**. 2021. Disponível em: <<http://www.tatu.com.br/>>. Acesso em 25 mar. 2021.

TEIXEIRA, C. H. **Fissuras na Interface da Alvenaria de vedação com estruturas de concreto armado**: recomendações para técnicas de prevenção. Monografia. Curso de Engenharia Civil. Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/28549>>. Acesso em: 20 out. 2021.

TEIXEIRA, E. B. **A Análise de Dados na Pesquisa Científica**: importância e desafios em estudos organizacionais. Periódico: Desenvolvimento em Questão, v. 1, n. 2, p.177-201, 2003.

THOMAZ, E.; HELENE, P. **Qualidade no projeto e na execução de alvenarias estrutural e de alvenarias de vedação em edifícios**. Escola Técnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Boletim Técnico. Série BT/PCC. São Paulo: EPUSP, 2000. Disponível em:

<http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00252.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2021.

THOMAZ, É. et al. **Defects in Masonry Walls**. Guidance on Cracking: Identification, Prevention and Repair. SOUZA, H. (Coordination). International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB). Publication 403, November 2014.

THOMAZ, É. **Trincas em edifícios**: causas, prevenção e recuperação. 6ª tiragem. São Paulo: Pini, 2001.

THRASHER. **How to identify and repair foundation wall cracks**. Foundation Repair, 2019. Disponível em: <<https://www.gothrasher.com/services/foundation-repair/crack-repair/how-to-identify-and-repair-foundation-wall-cracks/>>. Acesso em: 13 mar. 2021.

TINOCO, J. E. L. **Mapa de Danos**: recomendações básicas. Texto para Discussão v. 43, série 2: Gestão de Restauro. Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada. Olinda, 2009.

TOKUDOME, N. **Trincas em paredes**. Portal Itambé, 2008. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/trincas-em-paredes/>>. Acesso em 13 mar. 2021.

TORGA, M. **O que é o encunhamento e qual a sua importância para a edificação?** Engenharia 360, 2020. Disponível em: <<https://engenharia360.com/o-que-e-o-encunhamento-e-qual-a-sua-importancia-para-edificacao-360-explica/>>. Acesso em 7 abr. 2021.

TRAMONTIN, A. P. **Avaliação experimental dos métodos de prevenção de fissuras na interface alvenaria de vedação e pilar de concreto**. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP: 2005. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258258/1/Tramontin_AndrePenteado_M.pdf>. Acesso em: 13 maio 2021.

TUMELERO. **Abre trinca**. Disponível em: <https://www.tumelero.com.br/abre-trinca-375-atlas-40131795/p?idsku=40131795&gclid=CjwKCAiAhbeCBhBcEiwAkV2cYwJ-1VaG1pcF8N3zNVld1Zy05pwFeftzy6eLUiW2BKmHYr-Dg6YyNRoCn3AQAvD_BwE>. Acesso: 10 jul. 2021.

TUTIKIAN, B; PACHECO, M. **Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil**. Boletim Técnico 01. Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción (ALCONPAT). Unisinos. Brasil, 2013.

VALLE, J. B. de S. **Patologia das Alvenarias**: Causa, Diagnóstico, Previsibilidade. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola De Engenharia, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção. Curso de Especialização em Construção Civil. Belo Horizonte, 2008.

VEDACIT. **Vedacit aditivo compensador de retração**. Disponível em: <<https://www.vedacit.com.br/para-voce/produtos-e-solucoes/aditivos/vedacit-aditivo-compesador-de-retracao>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre: Editora Sagra, 1991.

VERVLOET, S. **Análise de indicadores para execução de inspeção predial regular obrigatória e diretrizes para o corpo técnico**. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Vitória, 2018.

WOLFF, A. **Common signs of Foundation Settlement**. Drybasement Foundation Repair, 2018. Disponível em: <<https://drybasement.com/common-signs-of-foundation-settlement/>>. Acesso em 13 mar. 2021.

APÊNDICE A – QUADRO DO LEVANTAMENTO DAS FISSURAS

Caracterização e classificação das fissuras							
Pavto.	Fissura nº	Comprimento (cm)	Espessura (mm)	Quanto à abertura	Quanto à movimentação	Quanto à forma	Quanto à origem (causa)
2º	1	200	0,10	Fissura	Passiva	Isolada- Vertical	ação externa
2º	2	20	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada-Inclinada	ação externa
2º	3	10	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada- Inclinada	ação externa
2º	4	65	0,10	Fissura	Passiva	Isolada- Vertical	ação externa
2º	5	15	0,20	Fissura	Passiva	Isolada- Horizontal	ação externa
2º	6	190	0,10	Fissura	Passiva	Isolada- Vertical	ação externa
2º	7	20	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada- Inclinada	ação externa
2º	8	80	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - lclinada	ação externa
2º	9	10	0,35	Fissura	Passiva	Isolada- Inclinada	ação externa
2º	10	39	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada- Vertical	ação externa
2º	11	10	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada- Vertical	ação externa
2º	12	8	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada- Inclinada	ação externa
2º	13	20	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada- Inclinada	ação externa
2º	14	20	0,20	Fissura	Passiva	Isolada- Inclinada	ação externa
2º	15	8	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada- Inclinada	ação externa
2º	16	100	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada- Inclinada	ação externa
2º	17	200	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada- Vertical	ação externa
2º	18	85	0,35	Fissura	Passiva	Isolada - Inclinada	ação externa
2º	19	110	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada- Vertical	ação externa
2º	20	40	0,10	Fissura	Passiva	Isolada- Vertical	ação externa
2º	21	70	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada- Inclinada	ação externa
2º	22	50	0,10	Fissura	Passiva	Isolada- Inclinada	ação externa
2º	23	10	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada- Inclinada	ação externa
2º	24	20	0,15	Fissura	Passiva	Isolada - Inclinada	ação externa
2º	25	230	0,20	Fissura	Passiva	Isolada - Inclinada	ação externa
2º	26	70	0,20	Fissura	Passiva	Isolada - Inclinada	ação externa
2º	27	45	0,10	Fissura	Passiva	Isolada - Inclinada	ação externa
2º	28	25	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinada	ação externa
2º	29	210	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada- Vertical	ação externa
10º	30	90	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada-Horiz.-Vertical	ação externa
10º	31	130	0,10	Fissura	Ativa	Isolada Inclinada	ação externa
10º	32	90	0,15	Fissura	Passiva	Isolada Hor. Vert.	ação externa
10º	33	60	0,10	Fissura	Ativa	Isolada - inclinada	ação externa
10º	34	70	0,10	Fissura	Passiva	Isolada - inclinada	ação externa
10º	35	25	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinada	ação externa
10º	36	190	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Vertical	ação externa
10º	37	20	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinada	ação externa
10º	38	25	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinada	ação externa
10º	39	70	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinada	ação externa
10º	40	50	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinada	ação externa
10º	41	250	0,10	Fissura	Passiva	Isolada - Inclinada	ação externa
10º	42	40	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinada	ação externa
10º	43	50	0,10	Fissura	Passiva	Isolada - inclinada	ação externa
10º	44	230	0,15	Fissura	Passiva	Isolada - vertical	ação externa

Caracterização e classificação das fissuras							
Pavto.	Fissura nº	Comprimento (cm)	Espessura (mm)	Quanto à abertura	Quanto à movimentação	Quanto à forma	Quanto à origem (causa)
10º	45	35	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Horizontal	ação externa
10º	46	60	0,05	Microfissura	Ativa	Isolada Horizontal	ação externa
10º	47	140	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Horizontal	ação externa
10º	48	270	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Hor. Vert.	ação externa
10º	49	95	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	50	70	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	51	120	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	52	45	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	53	110	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	54	160	0,10	Fissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	55	15	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Vertical	ação externa
10º	56	50	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	57	20	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	58	6	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - inclinação	ação externa
10º	59	27	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	60	17	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	61	80	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	62	205	0,10	Fissura	Passiva	Isolada - Incl.-verti.	ação externa
10º	63	45	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	64	20	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	65	80	0,10	Fissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	66	25	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	67	45	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	68	25	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	69	80	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	70	110	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	71	185	0,05	Microfissura	Passiva	Mapeada - Horizontal	ação externa
10º	72	60	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	73	40	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	74	80	0,10	Fissura	Passiva	Mapeada	ação externa
10º	75	25	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada- Horizontal	ação externa
10º	76	25	0,20	Fissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	77	60	0,10	Fissura	Passiva	Isolada-Inclinação	ação externa
10º	78	28	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada-Inclinação	ação externa
10º	79	15	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	80	35	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	81	100	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	82	65	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	83	55	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Inclinação	ação externa
10º	84	60	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - inclinação	ação externa
10º	85	50	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Inclinação	ação externa
10º	86	25	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Inclinação	ação externa
10º	87	25	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Inclinação	ação externa
10º	88	20	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Inclinação	ação externa
10º	89	80	0,05	Microfissura	Passiva	Mapeada	ação externa
10º	90	66	0,15	Fissura	Passiva	Isolada Horizontal	ação externa

Caracterização e classificação das fissuras							
Pavto.	Fissura nº	Comprimento (cm)	Espessura (mm)	Quanto à abertura	Quanto à movimentação	Quanto à forma	Quanto à origem (causa)
10º	91	40	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	92	30	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Inclinação	ação externa
10º	93	50	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	94	33	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	95	12	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	96	75	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	97	25	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	98	170	0,10	Fissura	Passiva	Mapeada	ação externa
10º	99	225	0,15	Fissura	Ativa	Isolada - Horizontal	ação externa
10º	100	5	0,05	Microfissura	Ativa	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	101	47	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	102	73	0,10	Fissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	103	210	0,10	Fissura	Ativa	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	104	120	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Horizontal	ação externa
10º	105	42	0,05	Microfissura	Ativa	Isolada Horizontal	ação externa
10º	106	50	0,15	Fissura	Passiva	Isolada Horizontal	ação externa
10º	107	35	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Inclinação	ação externa
10º	108	15	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Horizontal	ação externa
10º	109	15	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Vertical	ação externa
10º	110	25	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Inclinação	ação externa
10º	111	25	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Inclinação	ação externa
10º	112	23	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Inclinação	ação externa
10º	113	220	0,10	Fissura	Passiva	Isolada Inclinação	ação externa
10º	114	33	0,10	Fissura	Passiva	Isolada Inclinação	ação externa
10º	115	220	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Inclinação	ação externa
10º	116	55	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	117	20	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada Inclinação	ação externa
10º	118	10	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	119	170	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Vert. - Hor.	ação externa
10º	120	6	0,05	Microfissura	Ativa	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	121	25	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Horizontal	ação externa
10º	122	35	0,05	Microfissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	123	30	0,10	Fissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa
10º	124	65	0,10	Fissura	Passiva	Isolada - Inclinação	ação externa

**APÊNDICE B – QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO A PRIORIDADE DE
EXECUÇÃO DA RECUPERAÇÃO DAS FISSURAS**

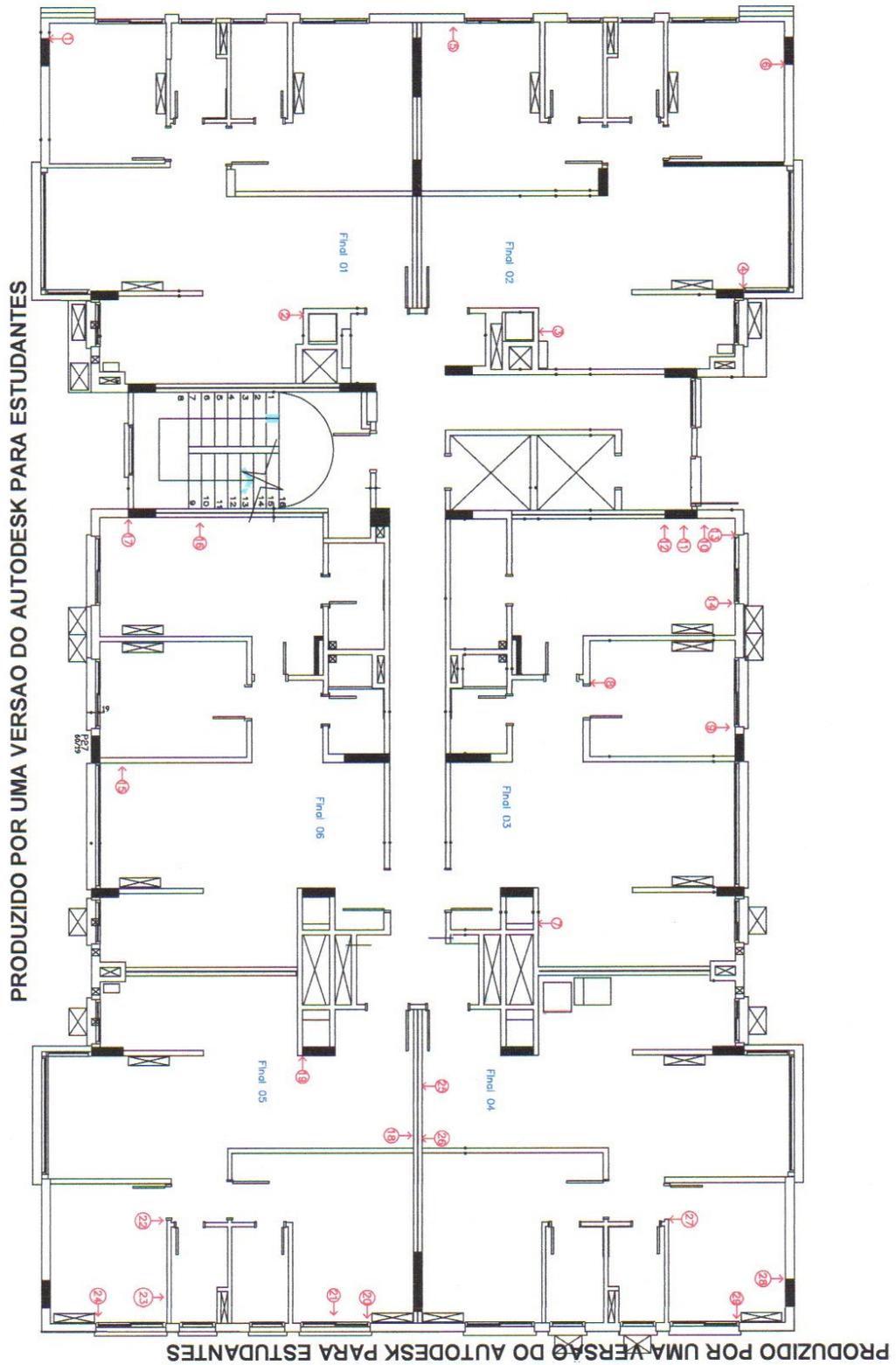
Classificação das fissuras quanto a prioridade de recuperação							
Fissura nº	Classifi-cação da anomalia quanto à origem	Classifica-ção quanto a falha de manutenção	Grau de Risco	Gravidade G	Urgência U	Tendência T	G x U x T =
1	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
2	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
3	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
4	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
5	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
6	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
7	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
8	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
9	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
10	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
11	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
12	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
13	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
14	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
15	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
16	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
17	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
18	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
19	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
20	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
21	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
22	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
23	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
24	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
25	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
26	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
27	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
28	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
29	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
30	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
31	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
32	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
33	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
34	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
35	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
36	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
37	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
38	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
39	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
40	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
41	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
42	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
43	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
44	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27

Classificação das fissuras quanto a prioridade de recuperação							
Fissura nº	Classifi- cação da anomalia quanto à origem	Classifica- ção quanto a falha de manutenção	Grau de Risco	Gravidade G	Urgência U	Tendência T	G x U x T =
45	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
46	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
47	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
48	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
49	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
50	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
51	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
52	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
53	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
54	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
55	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
56	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
57	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
58	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
59	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
60	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
61	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
62	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
63	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
64	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
65	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
66	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
67	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
68	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
69	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
70	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
71	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
72	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
73	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
74	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
75	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
76	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
77	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
78	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
79	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
80	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
81	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
82	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
83	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
84	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
85	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
86	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
87	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
88	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
89	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
90	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27

Classificação das fissuras quanto a prioridade de recuperação							
Fissura nº	Classifi-cação da anomalia quanto à origem	Classifica-ção quanto a falha de manutenção	Grau de Risco	Gravidade G	Urgência U	Tendência T	G x U x T =
91	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
92	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
93	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
94	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
95	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
96	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
97	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
98	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
99	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
100	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
101	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
102	Endógenas	obra nova	Médio	3	3	3	27
103	Endógenas	obra nova	Média	3	3	3	27
104	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
105	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
106	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
107	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
108	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
109	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
110	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
111	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
112	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
113	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
114	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
115	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
116	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
117	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
118	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
119	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
120	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
121	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
122	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
123	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27
124	Endógenas	obra nova	Mínimo	3	3	3	27

APÊNDICE C – LOCALIZAÇÃO DAS FISSURAS 2º PAVIMENTO

PRODUZIDO POR UMA VERSAO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

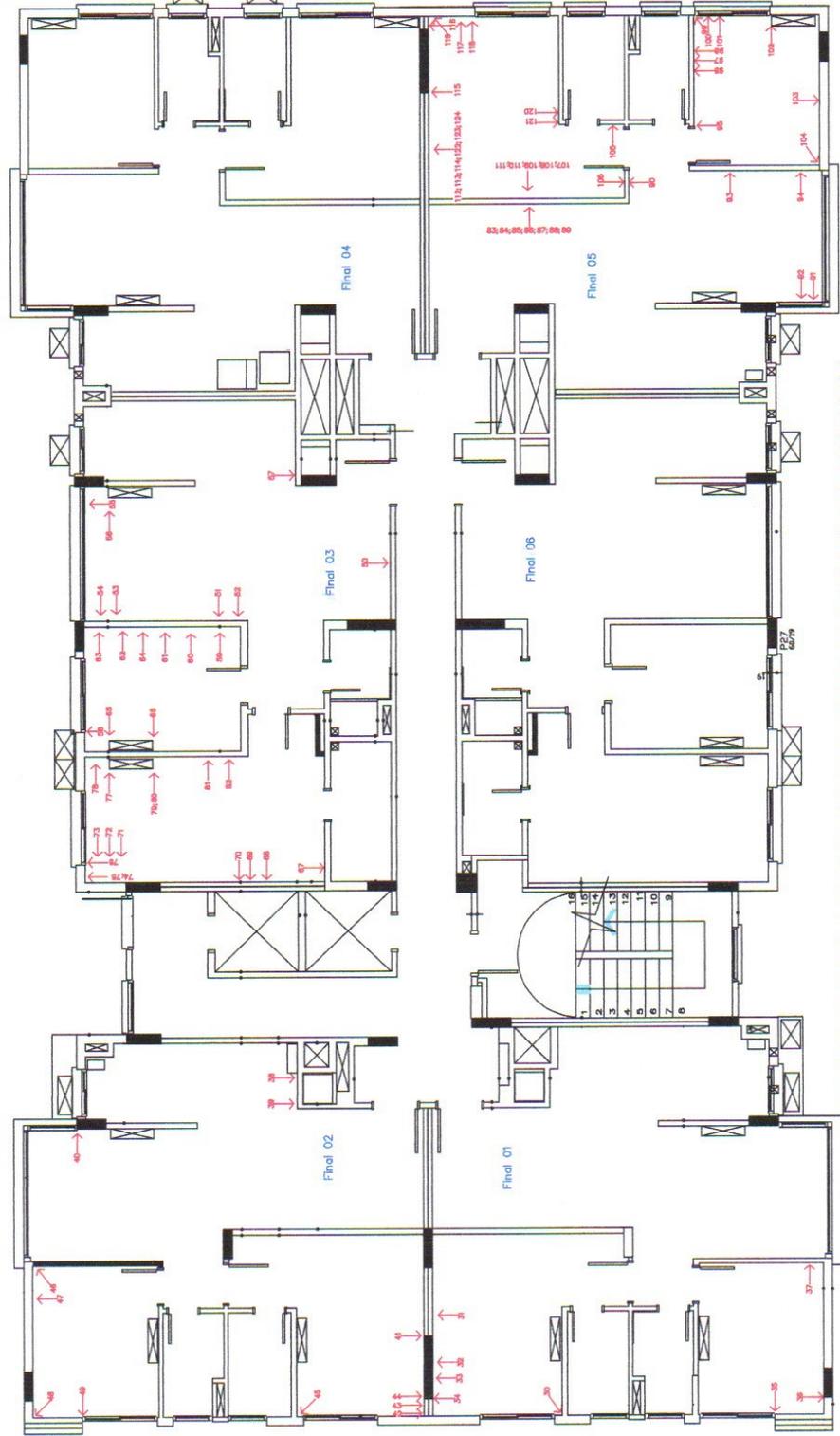


APÊNDICE D – LOCALIZAÇÃO DAS FISSURAS 10º PAVIMENTO

PRODUZIDO POR UMA VERSAO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

PRODUZIDO POR UMA VERSAO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

PRODUZIDO POR UMA VERSAO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES



PRODUZIDO POR UMA VERSAO DO AUTODESK PARA ESTUDANTES

