

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

CAROLINE PERTILE

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO: CAUSA,
PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO**

Lages, SC

2021

CAROLINE PERTILE

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO: CAUSA,
PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em
Engenharia Civil do Centro Universitário Unifacvest
como requisito para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Aldori Batista dos Anjos

Lages, SC

2021

Ficha de identificação da obra

Pertile, Caroline
Manifestações Patológicas em Alvenaria de Vedação:
Causa, prevenção e recuperação / Caroline Pertile;
orientador, Aldori Batista dos Anjos, 2021.
50 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Centro Universitário Unifacvest, Graduação em Engenharia Civil,
Lages-SC, 2021.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Patologias. 3. Manifestações
Patológicas. 4. Classificação das Fissuras .
I. Batista dos Anjos, Aldori . II. Centro
Universitário Unifacvest. Graduação em Engenharia Civil.
III. Título.

CAROLINE PERTILE

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO: CAUSA,
PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação de Engenharia Civil do Centro Universitário Unifacvest-SC.

Lages, 14 de julho de 2021.

Prof. Aldori Batista dos Anjos
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Aldori Batista dos Anjos
Orientador
Instituição Centro Universitário Unifacvest

Prof. Pierre Wachsmann dos Anjos
Avaliador
Instituição Centro Universitário Unifacvest

Prof. Samuel Garcia Schmuller
Avaliador
Instituição Centro Universitário Unifacvest

Dedico à Deus, aos meus pais, Élide e Domingos, pelo incentivo depositado durante minha formação profissional e a meu marido Ricardo, por ter me dado todo o apoio necessário para que eu chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, me deu oportunidade, força de vontade e coragem para superar todos os desafios.

À minha família, em especial aos meus pais, Élide e Domingos e as minhas irmãs, Carine e Catiane, que sempre me incentivaram nos momentos difíceis, me dando força para prosseguir.

Ao meu marido Ricardo, que esteve ao meu lado em todos os momentos, me dando todo o apoio necessário para que eu chegasse até aqui. Sem você, seria tudo mais difícil.

Agradeço à empresa JMS Construtora, que me deu a oportunidade de estagiar e aprender na prática todo o conhecimento que adquiri durante minha formação. Obrigada ao Eng. Mayckon e ao Sr. Jair, por todo o ensinamento.

Aos professores da Unifacvest, por todo conhecimento passado, em especial ao orientador, Aldori Batista Dos Anjos pela contribuição dada durante todo o processo da realização do trabalho.

*“Lembre-se que as pessoas podem tirar tudo de você,
menos o conhecimento”.*

Albert Einstein

RESUMO

As manifestações patológicas em alvenaria de vedação são comuns em quase todas as edificações, são diversas as causas que contribuem com a origem do problema. Com a alta demanda no setor da construção civil e a necessidade de acelerar os processos, para construir em um menor intervalo de tempo, torna-se cada vez mais comum a presença dessas anomalias nas edificações. A monografia tem por objetivo analisar e classificar essas manifestações patológicas presentes nas paredes de vedação, apresentando a origem do problema, alternativas de prevenções, que devem ser prioridade na execução e também contém informações sobre as formas mais adequadas para recuperação quando não for mais possível prevenir. Com o trabalho pode-se observar que a maioria das medidas corretivas das anomalias são exatamente iguais as medidas preventivas, ou seja, é muito mais eficaz prevenir ao invés de corrigir, assim evita o retrabalho, custos adicionais e transtornos, além disso, nem sempre a qualidade da medida corretiva é a mesma da medida preventiva.

Palavras-chave: Manifestações Patológicas. Alvenaria de vedação. Medidas Preventivas.

ABSTRACT

Pathological manifestations in sealing masonry are common in almost all buildings, there are several causes that contribute to the origin of the problem. With the high demand in the civil construction sector and the need to speed up processes, to build in a shorter period of time, the presence of these anomalies in buildings is becoming increasingly common. The monograph aims to analyze and classify these pathological manifestations present in the sealing walls, presenting the origin of the problem, alternatives for prevention, which should be a priority in the execution and also contains information on the most suitable ways for recovery when it is no longer possible to prevent. With the work it can be seen that most corrective measures for anomalies are exactly the same as preventive measures, that is, it is much more effective to prevent rather than correct, thus avoiding rework, additional costs and inconvenience, moreover, not always the quality of the corrective measure is the same as that of the preventive measure.

Keywords: Pathological Manifestations. Sealing masonry. Preventive measures.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura de sustentação na engenharia civil e na medicina	17
Figura 2 – Sistema muscular humano	18
Figura 3 – Alvenaria de vedação de uma edificação.....	18
Figura 4 – Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal	20
Figura 5 – Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical.....	20
Figura 6 – Classificação das fissuras nas alvenarias segundo sua direção.....	24
Figura 7 – Fissuras verticais causadas por movimentações térmicas.....	25
Figura 8 – Trinca na ligação da alvenaria de vedação com o pilar	26
Figura 9 – Detalhe de instalação da tela metálica para ligação entre parede e pilar	27
Figura 10 – Exemplo de fixação da tela metálica na obra	27
Figura 11 – Colocação de barras de aço “Ferro Cabelo” para ligação entre alvenaria/pilar.....	28
Figura 12 – Recuperação de fissuras entre pilar/parede com tela de estuque	31
Figura 13 – Posicionamento de vergas e contravergas em janelas.....	33
Figura 14 – Posicionamento de vergas em portas.	33
Figura 15 – Padrões de fissuras que podem acontecer devido a ausência ou ineficiência de vergas e contraverga.....	33
Figura 16 – Exemplo real de ausência de contraverga na janela.....	34
Figura 17 – Verga e contraverga no contorno de vão de janela (sendo L a largura do vão da janela)..	35
Figura 18 – Vergas e contravergas contínuas em alvenaria com aberturas sucessivas	35
Figura 19 – Fissura desenvolvida predominantemente na diagonal.....	37
Figura 20 – Algumas possíveis causas de recalques	37
Figura 21 – Modelo teórico de fissuras em regiões com presença de elemento estrutural em balanço	38
Figura 22 – Exemplo real de fissuras em regiões com presença de elemento estrutural em balanço ...	38
Figura 23 – Correção de fissuras em alvenaria na presença de elementos estruturais em balanço.....	39
Figura 24 – Modelo de fissuração provocado pela ausência ou encunhamento precoce	40
Figura 25 – Encunhamento com cunhas de concreto	40
Figura 26 – Encunhamento com tijolos cerâmicos maciços	40
Figura 27 – Encunhamento com argamassa específica	40
Figura 28 – Encunhamento em obra com argamassa específica	41
Figura 29 – Sequência para realização do encunhamento das alvenaria de vedação.....	42
Figura 30 – Manchamentos e fungos devido à umidade ascendente.....	43
Figura 31 – Impermeabilização de vigas baldrame	44
Figura 32 – Procedimento para evitar umidade ascensional	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resistência a compressão	20
Tabela 2 – Dimensões dos blocos de vedação	20
Tabela 3 – Classificação da fissura quanto a abertura.....	23
Tabela 4 – Resumo comparativo entre tela metálica e ferro cabelo para ligação entre parede de alvenaria e pilar de concreto quanto ao desempenho.....	29
Tabela 5 – Resumo comparativo entre tela metálica e ferro cabelo para ligação entre parede de alvenaria e pilar de concreto quanto ao uso	30
Tabela 6 – Etapas da colocação de telas metálicas e ferro cabelo para ligação entre parede de alvenaria e pilar de concreto	31
Tabela 7 – Resumo das fissuras verticais entre pilar e alvenaria	32
Tabela 8 – Resumo das fissuras nas aberturas de portas e janelas	35
Tabela 9 – Traço indicativo de argamassa para encunhamento	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SC – Santa Catarina

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

SVV – Sistema de Vedação Vertical

UR – Umidade Relativa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVOS	16
1.2.1	Objetivo Geral	16
1.2.2	Objetivos Específicos	16
1.3	METODOLOGIA	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	CONCEITOS	17
2.1.1	Patologia das construções	17
2.1.2	Manifestações patológicas	18
2.1.3	Alvenaria de vedação	19
2.1.4	Causa	21
2.1.5	Prevenção	21
2.1.6	Recuperação	21
2.1.7	Manutenção	21
2.2	CLASSIFICAÇÃO DAS FISSURAS	22
2.2.1	Abertura	22
2.2.2	Atividade	23
2.2.3	Direção	24
2.3	PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO	24
2.3.1	Fissuras por movimentações térmicas na junção pilar / alvenaria	25
2.3.2	Fissuras por ausência ou ineficiência de vergas e contravergas	33
2.3.3	Fissuras por recalques diferenciais	36
2.3.4	Fissuras em regiões com presença de elementos estruturais em balanço	38
2.3.5	Fissuras por falhas no encunhamento	40
2.3.6	Manifestações patológicas provenientes da umidade na alvenaria	43
3	CONCLUSÃO	46
4	BIBLIOGRAFIA	47

1 INTRODUÇÃO

Com a alta demanda no setor da construção civil, houve a necessidade de se construir em um menor intervalo de tempo, deparando-se então, com uma série de problemas. Com a existência de softwares mais avançados as estruturas dos edifícios vêm se tornando cada vez mais flexíveis e esbeltas, ficando mais suscetíveis ao aparecimento de sintomas patológicos (MUCI *et al.*, 2013, p. 15).

A patologia das construções pode ser entendida como a ciência que busca estudar os defeitos dos materiais, dos componentes e dos elementos da edificação como um todo, diagnosticando suas causas, estabelecendo mecanismos de evolução, formas de manutenção, medidas de prevenção e de recuperação (THOMAZ, 1989).

Para Sena *et al.* (2020, p. 22) as manifestações patológicas são degradações observadas na edificação, que podem ocorrer desde a elaboração do projeto, ou durante o período de execução da obra, por métodos construtivos ou materiais inapropriados, ou ainda adquiridas ao longo do tempo pela utilização da edificação.

As manifestações patológicas simples são àquelas que podem ser analisadas e resolvidas através de uma padronização, tornando-se assim mais fácil o diagnóstico e o tratamento das mesmas, não demandando que o profissional responsável possua conhecimentos elevados sobre o tema (SENA *et al.*, 2020, p. 22).

Muci *et al.* (2013, p. 15) destacam a importância das alvenarias de vedação para os edifícios, pois, possuem a função de dividir e proteger o ambiente das intempéries. No entanto, quando elas fissuram, causam desconforto ao usuário, em alguns casos de fissuras passantes, perdem a sua função de proteção dos ambientes, atingindo assim o estado limite de utilização ou de serviço da edificação.

Devem-se prevenir as manifestações patológicas, assim, evitando o retrabalho, o transtorno e o prejuízo para realizar a recuperação das mesmas. No entanto, quando não for possível, o indicado é tratá-las de modo eficiente com técnicas adequadas para cada caso.

Os principais requisitos a serem garantidos em uma edificação são: segurança estrutural, estanqueidade à água, conforto térmico, conforto acústico e durabilidade. Estes podem ser comprometidos por manifestações patológicas, que devem ser evitadas ou corrigidas. (CAPORRINO, 2018, p. 42).

A presente monografia tem como objetivo abordar as manifestações patológicas mais comuns observadas em alvenaria de vedação e apresentar alternativas de prevenções e também

conterá informação sobre as formas mais adequadas para recuperação das manifestações patológicas.

Este trabalho está dividido em três principais eixos de pesquisa, primeiramente trata-se da parte introdutória do trabalho, sendo a justificativa, objetivo geral, objetivo específicos e metodologia.

No capítulo 2 temos as principais definições sobre patologia das construções, manifestações patológicas e alvenaria de vedação. Aborda também sobre as classificações das fissuras de acordo com a abertura, atividade e direção e as principais manifestações patológicas que ocorrem em alvenaria de vedação, as melhores técnicas de prevenções e recuperações de acordo com pesquisas e estudos existentes. Por último finaliza-se com conclusão do trabalho apresentado abordando algumas sugestões.

1.1 JUSTIFICATIVA

Antigamente as estruturas eram menos deformáveis e as alvenarias muito mais resistentes, o material das vedações eram de tijolos de barro, desse modo, tinham maior capacidade para suportar essa transferência de cargas (Monteiro, 2004). Atualmente com o avanço do sistema construtivo e programas computacionais, as estruturas foram ficando mais esbeltas e, conseqüentemente, mais deformáveis. Entretanto, as vedações foram ficando mais frágeis, sujeitas ao aparecimento de sintomas patológicos, quando solicitadas além de sua capacidade resistente (Monteiro, 2004).

A alvenaria convencional é o método de construção mais utilizado no Brasil, principalmente pelo preço acessível e a facilidade de execução quando comparada com outros sistemas. É um tema que desperta grande interesse para avaliação e estudo, devido ao aumento significativo das patologias nas edificações, prejudicando tanto os aspectos estéticos, quanto os funcionais da obra. A busca frequente de profissionais qualificados e mão de obra especializada para a resolução das patologias está cada vez mais frequente.

A falta de prevenção da manifestação patológica afeta o desempenho das edificações, causando retrabalho, transtorno e prejuízo para realizar a restauração. Além disso, a ausência do controle de qualidade e mão de obra especializada pode ocasionar diversos tipos de patologias, sendo muito importante saber diferenciá-las.

Por esse motivo, a pesquisa irá analisar e classificar as principais manifestações patológicas em alvenaria de vedação, buscando as melhores alternativas de prevenções ou recuperação das mesmas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo analisar e classificar as principais manifestações patológicas em alvenaria de vedação, apresentando as causas do problema e alternativas de prevenção e recuperação.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Descrever os conceitos de patologia das construções, manifestação patológica, alvenaria de vedação e outros;
- b) Classificar as fissuras de acordo com a abertura, atividade e direção;
- c) Analisar as principais manifestações patológicas em alvenaria de vedação e apresentar alternativas de prevenções e recuperação.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para realização deste trabalho será através de pesquisas bibliográficas, onde abordará as informações sobre o trabalho a partir de livros, artigos, monografias, teses, dissertações e sites, explicando conceitos e técnicas de prevenção e recuperação das manifestações patológicas em alvenaria de vedação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONCEITOS

Algumas definições serão abordadas a seguir para auxiliar no entendimento dos temas a serem dissertados.

2.1.1 Patologia das construções

Para Sena *et al.* (2020, p. 17), a definição de patologia na construção é semelhante ao emprego do termo na área da saúde, o qual tem sua origem no grego, de uma derivação dos termos *pathos*, que significa sofrimento, doença, e *logos*, significando ciência, estudo. Desta maneira, a patologia seria o estudo das doenças de modo geral, caracterizando um estado ou condição anormal onde as causas podem ser conhecidas ou desconhecidas. Este conceito de patologia é válido tanto para a área da Medicina quanto para outras áreas do conhecimento humano, tal como a Engenharia.

Para França *et al.* (2011, p. 72), é fácil estabelecer uma semelhança entre os elementos estruturais de uma edificação e o esqueleto humano, sendo que a função de ambos seria prover sustentação, conforme se verifica na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura de sustentação na engenharia civil e na medicina.



Fonte: (FRANÇA *et al.*, 2011, p. 73).

Também se encontram similaridade entre os elementos de alvenaria e a musculatura do corpo humano, conforme mostra Figuras 2 e 3, que teriam como ponto em comum preencher as estruturas citadas acima.

Figura 2 – Sistema muscular humano.



Fonte: (TECNOLOGIA E CIÊNCIA, 2016).

Figura 3 – Alvenaria de vedação de uma edificação.



Fonte: (PEREIRA, 2018).

Vale ressaltar que as semelhanças entre o corpo humano e estruturas das edificações não param.

“[...] a pele poderia ser comparada aos revestimentos, o sistema circulatório seria como as instalações elétricas, de gás, esgoto e água potável, enquanto que o aparelho respiratório seria o sistema de ventilação (janelas, ar condicionado, sistemas de exaustão etc.)” (FRANÇA *et al.*, 2011, p. 72).

Quando uma estrutura apresenta anomalias, é comum fazer uma recuperação por meio de reparos, e isso poderia ser comparado ao remédio receitado na medicina, percebe-se a semelhança para resolver ambos os problemas, assim como o médico precisa conhecer a fundo as causas de uma enfermidade, para poder aplicar o correto tratamento, receitando os remédios adequados, o especialista precisa conhecer bem as causas das anomalias nas edificações, para propor as soluções mais adequada a cada situação (FRANÇA *et al.*, 2011, p. 72).

2.1.2 Manifestações patológicas

Frequentemente os termos **patologia** e **manifestação patológicas** são utilizados como sinônimos, cabe enfatizar sobre a distinção entre eles.

A patologia das edificações é o ramo da engenharia (ciência) responsável pelo estudo das causas e mecanismos de anomalias e problemas nas estruturas, enquanto a manifestação patológica é a própria expressão desses problemas encontrados nas edificações (SENA *et al.*, 2020, p. 23).

Uma fissura encontrada em uma edificação não seria uma patologia, mas sim uma manifestação patológica, ou seja, um sintoma que indica um mecanismo de degradação (doença), o qual poderia estar acontecendo (causa) por conta de um processo de corrosão de armaduras, ou por deformação excessiva da estrutura (FRANÇA *et al.*, 2011).

De acordo com Costella *et. al.* (2015, apud OLIVEIRA *et al.*, 2019, p. 4), os motivos das anomalias encontradas nas edificações são diversificados, podendo ser por envelhecimento

natural da estrutura, uso de materiais inadequados, erros de projeto e execução, falta de manutenção necessária na construção, ações de intempéries, dentre outras. Esses fatores podem gerar manifestações patológicas dos mais variados tipos como: fissuras, trincas, rachaduras, manchas, descolamentos, deformações, rupturas, corrosões, etc.

De acordo com França *et al.* (2011, p. 75) “não se vê a patologia e sim se estuda patologia, pois ela é uma ciência. O que se enxerga em uma vistoria são as manifestações patológicas, ou seja, os sintomas que a edificação apresenta”.

2.1.3 Alvenaria de vedação

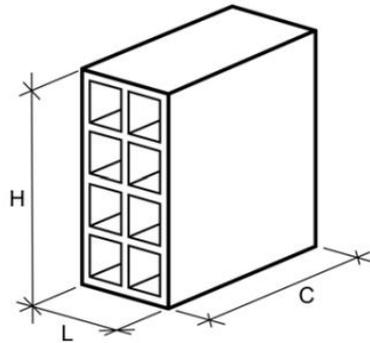
As alvenarias podem ser definidas como elementos constituídos por unidades denominadas como componentes, ou seja, blocos cerâmicos ou de concreto, geralmente são unidas por material ligante, exemplo a argamassa, mas também podem ser simplesmente encaixadas ou sobrepostas. Estes elementos, por sua vez, fazem parte de um sistema mais completo, denominado de sistema de vedação vertical (SVV), que compreende ainda os revestimentos de ambos os lados (SENA *et al.*, 2020, p. 119).

A principal função das paredes de alvenaria de vedação é a proteção dos ambientes e do próprio edifício, respeitando os requisitos estabelecidos em projeto, sendo específico para cada situação. É fundamental que as alvenarias destinadas à vedação possuam: estanqueidade, isolamento térmico e acústico, estabilidade mecânica, segurança ao fogo, estética, durabilidade e economia, sempre associadas a características e propriedades funcionais para que o projeto cumpra seus objetivos (MEDEIROS e FRANCO, 1999, p. 4).

São duas as funções exercidas por uma alvenaria em um edifício: ser somente alvenaria de vedação, capaz de suportar seu próprio peso e dividir partes internas ou externas de um edifício; ou ser uma alvenaria estrutural, capaz de suportar seu peso próprio e também as demais cargas de elementos que se apoiam sobre ela (OLIVEIRA *et al.*, 2019, p. 4).

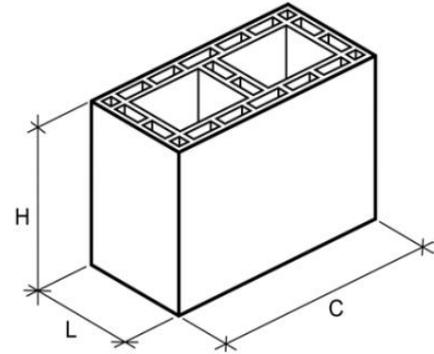
De acordo com a NBR 15270-1 (ABNT, 2005), os blocos cerâmicos de vedação são produzidos para ser usado com furos na horizontal, representado na figura 4 e também com furos na vertical, representado na figura 5. Os blocos cerâmicos para vedação constituem as alvenarias externas ou internas que não têm a função de resistir a outras cargas verticais, além do peso da alvenaria da qual faz parte.

Figura 4 – Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal.



Fonte: NBR 15270-1 (ABNT, 2005).

Figura 5 – Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical.



Fonte: NBR 15270-1 (ABNT, 2005).

A resistência à compressão dos blocos cerâmicos de vedação, calculada na área bruta, deve atender aos valores mínimos indicados na tabela 1, conforme apresentado pela NBR 15270 (ABNT, 2005).

Tabela 1 – Resistência a compressão.

Posição dos Furos	MPa
Para blocos usados com furos na horizontal (figura 4)	$\geq 1,5$
Para blocos usados com furos na vertical (figura 5)	$\geq 3,0$

Fonte: Adaptado de NBR 15270-1 (ABNT, 2005).

Os blocos de vedação têm as dimensões classificadas de acordo com a referida norma e podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Dimensões dos blocos de vedação.

Largura – L (cm)	Altura – H (cm)	Comprimento – C (cm)
9	9	19 e 24
	14	19, 24 e 29
	19	19, 24, 29 e 39
11,5	11,5	24
	14	24
	19	19, 24, 29 e 39
14	9	24 e 29
	19	19, 24, 29 e 39
19	19	19, 24, 29 e 39
24	24	24, 29 e 39

Fonte: Adaptado de NBR 15270-1 (ABNT, 2005).

2.1.4 Causa

Segundo Sena *et. al.* (2020, p. 24), a causa é geralmente associada a um agente, responsável por desenvolver a manifestação patológica. Exemplo disso, seria o surgimento de uma fissura em uma viga de concreto, devido a ação do momento fletor, o agente causador seria a carga à qual a viga se encontra submetida, caso não houvesse a ação da carga, não haveria a fissura.

2.1.5 Prevenção

Prevenção é evitar que algo aconteça. Exemplo disso, seria prevenção de doenças, vale tanto na área da Medicina quanto da Engenharia. Na construção civil, prevenir manifestações patológicas, é algo muito importante, pois, evita retrabalho, transtornos e prejuízos. É melhor prevenir do que precisar reparar depois.

2.1.6 Recuperação

Para Thomaz (1989, p. 159), os reparos devem ser analisados tendo em mente as causas que deram origem ao problema, buscando sempre eliminar ou minimizar. As medidas de recuperação deverão basear-se sempre nas medidas preventivas, quanto maior a aproximação entre a medida preventiva e a solução corretiva, maior será a eficiência do reparo.

2.1.7 Manutenção

Segundo Sena *et. al.* (2020, p. 29), manutenção é um conjunto de atividades executadas a fim de manter a conservação ou a recuperação da capacidade funcional de uma edificação e dos sistemas que a compõem, atendendo a segurança do usuário. Faz-se necessário abordar seus principais tipos:

- **Manutenção corretiva:** Tomada de ação apenas depois da ocorrência do problema, ou seja, “esperar quebrar para consertar”.
- **Manutenção Preventiva:** Atua antecipadamente para evitar reparos.
- **Manutenção Preditiva:** Estão relacionadas às inspeções e monitoramentos, que buscam prever ações necessárias para manter os sistemas em funcionamento. Identificam eventuais anomalias, contribuindo assim para realizar a manutenção preventiva.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS FISSURAS

A fissuração é um mecanismo ligados aos materiais que, quando impostos a solicitações, deformam-se. Caso esta deformação seja superior a capacidade resistente do material, este tende a aliviar suas tensões, ocorrendo a fissura ou rompimento. O grau de intensidade da fissuração será proporcional aos movimentos e a fragilidade dos materiais (SAHADE, 2005).

Conforme Oliveira *et al.* (2019) citada por Taguchi (2010) “as fissuras são as manifestações patológicas de maior ocorrência em alvenaria de vedação. É fundamental conhecer o problema e identificar suas causas para saber qual ação deverá ser tomada na tentativa de recuperar a alvenaria”.

De acordo com Civilização Engenharia (2018) as fissuras são aberturas estreitas e alongadas na superfície de um material, possuem gravidade menor e superficial. Porém, toda rachadura se inicia como uma fissura, logo, é importante observar se existe uma evolução do problema ao longo do tempo, ou não.

Classificar as fissuras de acordo com parâmetros como abertura, atividade, e direção, é uma etapa muito importante no processo de recuperação, pois auxilia na investigação de suas causas.

2.2.1 Abertura

De acordo com Ceotto *et al.* (2005, apud TAGUCHI, 2010, p. 31) considera-se como fissuras aquelas que são visíveis a olho nu, quando observadas a uma distância maior que um metro, ou também aquelas que, independentemente da sua abertura, estejam provocando penetração de umidade para dentro das edificações.

As aberturas que ocorrem nas edificações são consideradas manifestações patológicas, geralmente observadas em alvenarias, vigas, pilares, laje, pisos entre outros elementos. Se os materiais forem solicitados com um esforço maior que sua resistência estará sujeita a ocorrência de tensões, gerando uma abertura na edificação e conforme sua espessura será classificada como fissura, trinca, rachadura, fenda ou brecha, podemos observar a classificação na Tabela 3 (OLIVEIRA, 2012).

Tabela 3 – Classificação da fissura quanto a abertura

ANOMALIAS	ABERTURAS
Fissura	Até 0,5mm
Trinca	de 0,5mm a 1,5mm
Rachadura	de 1,5mm a 5,0mm
Fenda	de 5,0mm a 10,0mm
Brecha	Acima de 10,0mm

Fonte: Adaptado de Oliveira (2012, apud OLIVEIRA *et. al.*, 2019, p. 5).

As fissuras merecem atenção especial, pois se tratam de uma anomalia importante, que serve de alerta de um possível estado de risco para a estrutura no caso de fissuras em alvenaria estrutural ou no concreto. A abertura também compromete o funcionamento da obra em serviço (isolamento térmica, isolamento acústica, estanqueidade à água, entre outros) e o incômodo constrangedor que uma fissura gera nos usuários da edificação. (THOMAZ, 1989, p. 15).

2.2.2 Atividade

A classificação das fissuras segundo a sua atividade é muito importante para definir o sistema de recuperação mais adequado, pois através da movimentação da fissura é possível fazer uma relação com a técnica e material mais compatível para a deformação. (MUCI *et al.*, 2014, p. 32).

As fissuras podem ser classificadas em duas formas, **ativas** ou **passivas**. As fissuras **ativas** são aquelas que apresentam variações sensíveis de abertura e fechamento, que estão ainda em movimento. As ativas ainda admitem uma nova subdivisão, em que podem ser **sazonais** ou **progressivas**. Se houver variação de temperatura e umidade, embora sejam fissuras ativas, não indicam ocorrência de problemas estruturais, estas são chamadas de **sazonais**. Se tenderem a apresentar uma abertura sempre crescente, podendo apresentar problemas estruturais, estas são chamadas de **progressivas**, e devem ser corrigidas antes do tratamento das fissuras. As fissuras passivas são aquelas que não apresentam variações sensíveis ao longo do tempo, ou seja, estão estabilizadas. (SAHADE, 2005, p. 15-16).

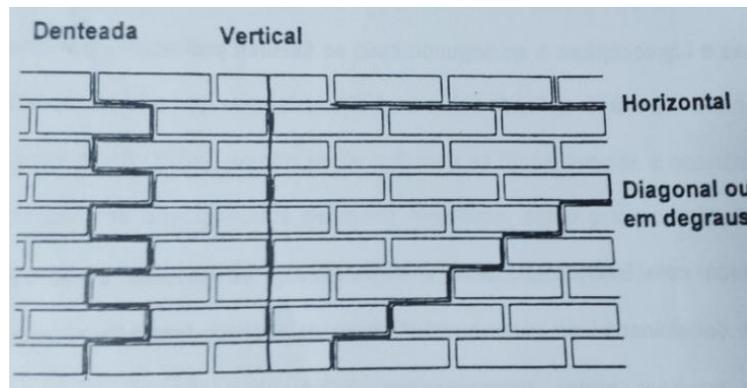
No entanto, para caracterizar as fissuras como problemas que venham a comprometer de alguma forma a estrutura, deve-se antes identificar a origem, intensidade e gravidade das fissuras, podendo ser classificadas em ativas, quando há crescente variação de sua abertura e comprimentos e são as que podem oferecer riscos a estrutura, e passivas quando estas aberturas estão estabilizadas. Além disso, podem ter diversas causas dentre movimentações térmicas, movimentações higroscópicas, sobrecargas, recalques de fundações e retração (JUNIOR e BARBOSA, 2019, p. 37).

2.2.3 Direção

Eldridge (1982, apud LORDSLEEM JR., 1997) classifica as fissuras segundo sua direção nas seguintes configurações:

- Vertical;
- Horizontal;
- Denteada;
- Diagonal ou em degraus.

Figura 6 – Classificação das fissuras nas alvenarias segundo sua direção.



Fonte: Eldridge (1982, apud LORDSLEEM JR., 1997).

Magalhães (2004, p. 40) afirma que “por sua simplicidade a utilização da classificação das fissuras de acordo com sua direção é adequada para análise prévia de fissuras, como parte de um processo de diagnóstico”.

2.3 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO

Segundo Caporrino (2018, p. 42), as trincas são consideradas de grande importância entre as manifestações patológicas, pois, pode-se identificar através delas um aviso de um possível colapso da estrutura e o comprometimento do desempenho da edificação, além do abalo psicológico que exercem sobre as pessoas.

Caporrino (2018, p. 42) complementa sobre a importância de prevenir anomalias e, quando ocorrerem, tratá-las de modo eficiente com técnicas adequadas.

A seguir são apresentadas as manifestações patológicas mais frequentes em alvenarias de vedação, identificando suas causas, alternativas de prevenção e técnicas de recuperação. Foi adotada como base para a classificação o livro Sena *et al.* (2020), apresentada no capítulo 4.

2.3.1 Fissuras por movimentações térmicas na junção pilar / alvenaria

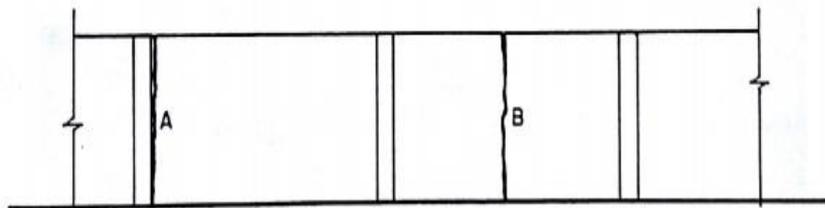
Os elementos e componentes de uma edificação estão sujeitos a variações de temperatura, modificando a dimensão dos materiais de construção, gerando movimentos de dilatação e contração, causando tensões que poderão provocar o aparecimento de fissuras. (THOMAZ, 1989, p. 19).

As movimentações térmicas de um material estão relacionadas com as propriedades físicas do mesmo e com a intensidade da variação da temperatura; a magnitude das tensões desenvolvidas é função da intensidade da movimentação, do grau de restrição imposto pelos vínculos a esta movimentação e das propriedades elásticas do material (THOMAZ, 1989, p. 19).

Thomaz (1989, p. 20) afirma ainda que “todos os materiais utilizados nas construções estão sujeitos a dilatações com o aumento de temperatura, e a contrações com a sua diminuição. A intensidade desta variação dimensional, para uma dada variação de temperatura, varia de material para material”.

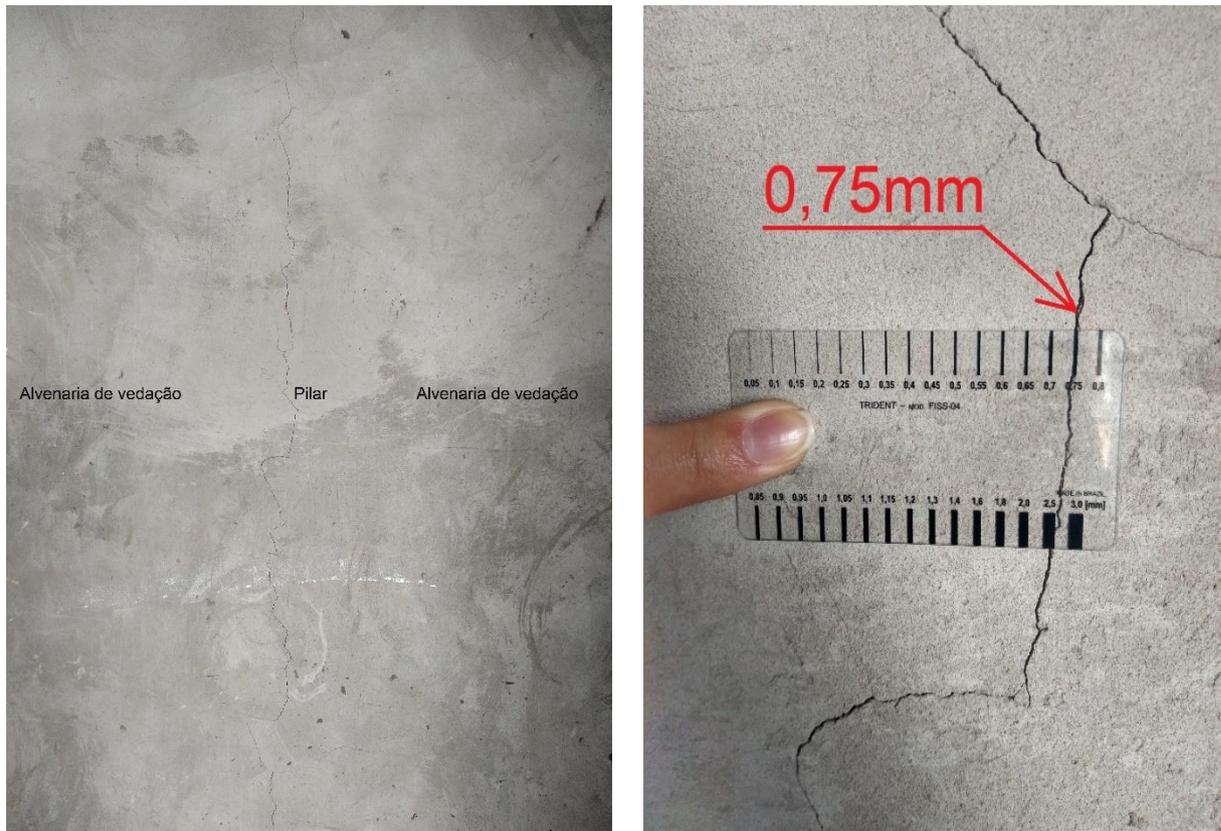
Segundo Sena *et al.* (2020, p. 125), as fissuras por movimentações térmicas podem aparecer em regiões de interface entre a alvenaria e elementos estruturais (A) quanto nas paredes contínuas (B), conforme mostra a Figura 7.

Figura 7 – Fissuras verticais causadas por movimentações térmicas:
A) fissura entre alvenaria e pilar, B) fissuras no corpo da alvenaria.



Fonte: (THOMAZ, 1989, p. 27).

Figura 8 – Trinca na ligação da alvenaria de vedação com o pilar.

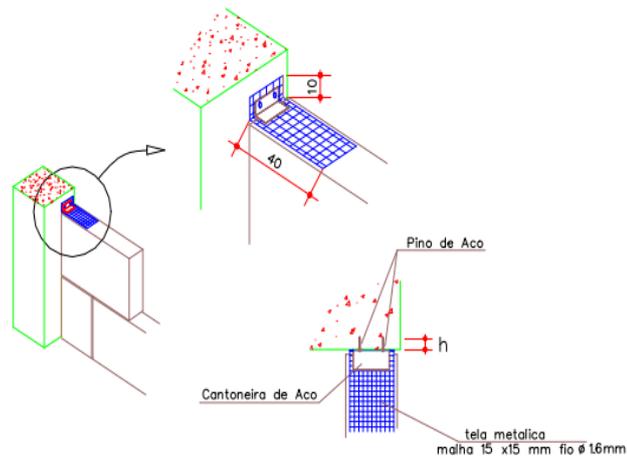


Fonte: do autor, 2021.

O elemento estrutural deve ser preparado para receber a alvenaria, promovendo melhor interação entre a parede e o elemento estrutural. No caso da ligação lateral, deve-se procurar garantir aderência suficiente com o pilar para resistir às movimentações diferenciais previstas. É necessário realizar a limpeza do pilar, retirando os restos de materiais aderido ao longo da obra, umedecer e chapiscar a superfície do pilar com argamassa de cimento e areia, com ou sem o uso de adesivo sintéticos e esperar pelo menos 72 horas para o início do assentamento dos blocos ou tijolos (MEDEIROS e FRANCO, 1999, p. 57).

Segundo Sena *et al.* (2020, p. 126), as regiões de interfaces entre paredes de alvenaria e pilares de concreto, é recomendável a execução de amarrações com tela galvanizada, iniciando na primeira fiada de alvenaria e posteriormente a cada duas fiadas na extensão da interface alvenaria/pilar. Para fixação da tela, recomenda-se a utilização de pistola finca pinos e um cuidado especial a ser tomado é que o pino seja fixado exatamente na dobra da tela, conforme pode ser observado nas Figuras 9 e 10, para que não haja possibilidade de movimentações. Uma maneira de facilitar isso é empregando uma cantoneira metálica que auxilia a dobra da tela no local correto e a fixação do pino. Caso o pino não seja fixado na dobra, podem acontecer fissuras de interface mesmo com a utilização desta solução.

Figura 9 – Detalhe de instalação da tela metálica para ligação entre parede e pilar.



Fonte: (MEDEIROS e FRANCO, 1999, p. 55).

Figura 10 – Exemplo de fixação da tela metálica na obra.



Fonte: (MEDEIROS e FRANCO, 1999, p. 63).

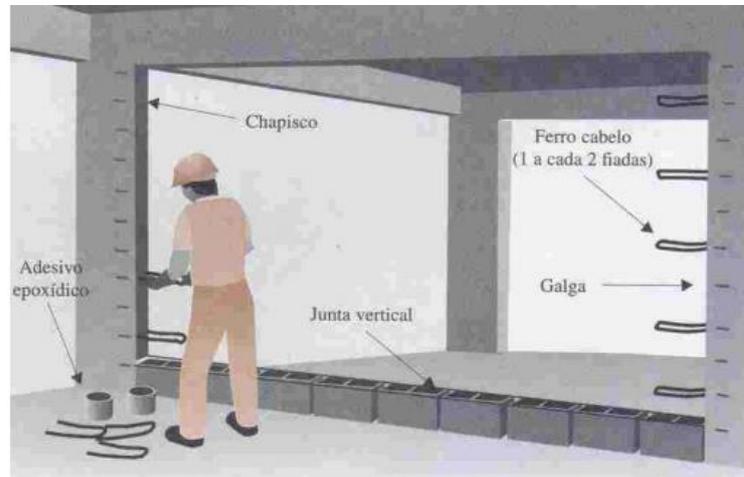
Caso não for possível providenciar a tela metálica, podem ser colocadas armaduras nos pilares por meio de broca e adesivo de base epoxi para fazer amarrações entre estrutura/vedação, mantendo a mesma recomendação de fixação a cada duas fiadas (SENA *et al.*, 2020, p. 127).

De acordo com a NBR 8545 (ABNT, 1984) a ligação do pilar com a alvenaria pode ser realizada com barras de aço com diâmetro de 5 a 10mm.

A fim de promover o travamento da alvenaria na direção perpendicular a parede, deve-se galgar as fiadas da elevação na face dos pilares e marcar as posições indicadas para fixação dos ferros-cabelo que, em geral, são posicionados de duas em duas fiadas, a partir da segunda fiada. Essa prevenção deverá ser feita por meio de ferros-cabelo que podem ser montados com barras de aço CA-50 ($\text{Ø} = 5.0 \text{ mm}$), dobradas em forma de “U” ou com

telas de aço galvanizado de malha quadrada (15 x 15) mm² (Ø = 1,5 mm). (MUCI *et al.*, 2014, p. 39).

Figura 11 – Colocação de barras de aço “Ferro Cabelo” para ligação entre alvenaria/pilar.



Fonte: Souza *et al.* (1996, apud TRAMONTIN, 2005, p. 35)

Utilizando as telas metálicas nas amarrações entre paredes e nas ligações de paredes com pilares podem representar um ganho de produtividade na execução das alvenarias entre 20 e 40 % quando comparadas às soluções convencionais com “ferro cabelo” (MEDEIROS e FRANCO, 1999, p. 14).

As Tabelas 4, 5 e 6 apresentadas na sequência mostram um resumo comparativo das telas metálicas com o ferro cabelo, listando alguns pontos quanto ao desempenho, ao uso e as etapas da colocação de ambas.

Tabela 4 – Resumo comparativo entre tela metálica e ferro cabelo para ligação entre parede de alvenaria e pilar de concreto quanto ao desempenho.

TELA METÁLICA	FERRO CABELO
QUANTO AO DESEMPENHO	
Desempenho global superior.	Desempenho limitado e difícil de ser obtido satisfatoriamente.
Maior capacidade de evitar o surgimento das primeiras fissuras na interface entre parede e pilar.	Ineficiência do ferro cabelo reto. Potencial do ferro dobrado comprometido pela dificuldade na execução.
Maior homogeneidade da aderência ao arranchamento.	Grande variação nos resultados de aderência devido a enorme influência da mão-de-obra.
Menor influência da mão-de-obra.	Grande influência da mão-de-obra na chumbagem e posicionamento do fio na junta de argamassa.
Maior capacidade de ancoragem à argamassa.	Baixa aderência com a argamassa. Depende muito da posição na junta horizontal e da existência de barra transversal para funcionar adequadamente (ferro cabelo dobrado tipo estribo).
Maior capacidade de redistribuição de tensões. Efeito de difusibilidade da armadura no interior da junta de argamassa.	Potencial de concentrações de tensões e consequente ruptura brusca.
Arame protegido contra corrosão. Galvanização aumenta vida útil em cerca de 10 vezes.	Sujeito à corrosão rápida se exposta à umidade e ação de revestimento de gesso, principalmente quando o recobrimento fica comprometido.
Estabilidade lateral da parede limitada ao seu potencial de resistência à tração.	Dificuldade de posicionamento correto e capacidade de cisalhamento muito maior que a resistência à tração da alvenaria.
Pouca dependência da aderência com a argamassa: macro ancoragem na malha quadrada.	Depende da aderência com argamassa, mesmo existindo uma dobra transversal à espessura da parede.

Fonte: Adaptado de (MEDEIROS e FRANCO, 1999, p. 17).

Tabela 5 – Resumo comparativo entre tela metálica e ferro cabelo para ligação entre parede de alvenaria e pilar de concreto quanto ao uso.

TELA METÁLICA	FERRO CABELO
QUANTO AO USO	
Maior grau de racionalização do serviço de colocação da armadura de ancoragem.	Maior desperdício de material e mão-de-obra.
Chegando cortada nos tamanhos necessários a tela pode ser rapidamente fixada sem necessidade de beneficiamento.	Requer corte, dobra e chumbagem no concreto, dificultando a colocação.
Maior possibilidade de ajuste em diferentes situações, como: ligação de paredes de diferentes espessuras, ligação de paredes não ortogonais, reforço de paredes com blocos vazados.	Maior dificuldade para ajuste das várias situações de projeto.
Potencial de uso em toda a extensão da junta horizontal de argamassa, armando a parede para resistir à esforços de flexão e cisalhamento.	Fios unidirecionais contínuos, sem fios transversais soldados, apresentam desempenho restrito para esta finalidade, dependendo unicamente da aderência argamassa-armadura.
Facilidade de recobrimento do fio de pequeno diâmetro pela argamassa.	Maior dificuldade para recobrimento adequado. Necessidade de camada extra de argamassa para assentamento dos blocos da fiada superior.
Permite sobreposição se necessário, como no encontro de paredes não ortogonais e emendas por traspasse, por exemplo	Não permite sobreposição devido a limitação de espessura da junta horizontal.
Facilidade para aplicação da argamassa e assentamento dos blocos. Mesmo fixada ao pilar a tela permite manobra.	O ferro cabelo chumbado é pouco maleável dificultando a execução da alvenaria.
Uso imediato após colocação.	Necessidade de espera para cura completa do adesivo usado na chumbagem.
Fixação por meio de cravação com pino através de finca pinos de baixa velocidade.	Chumbagem no pilar com uso de adesivo epóxi.
Uso de pino e cantoneira permite fixação com segurança.	Uso de brocas para fazer furos de chumbagem é dificultado pela armadura do pilar.
A dobra ocorre somente no momento da colocação da tela na junta.	A posição final ocorre desde a fixação, perturbando o andamento da execução da parede e de outros serviços.
Menor necessidade de controle de qualidade.	Necessidade de maior controle devido a um maior número de operações unitárias e uso de adesivo em local de difícil execução.
Maior potencial de atendimento ao projeto.	Uso restrito.
Garantia de qualidade do produto pelo fabricante. Tela, pinos e cantoneiras são industrializados.	Preparação dos materiais em obra dificulta garantia do conjunto.

Fonte: Adaptado de (MEDEIROS e FRANCO, 1999, p. 18).

Tabela 6 – Etapas da colocação de telas metálicas e ferro cabelo para ligação entre parede de alvenaria e pilar de concreto.

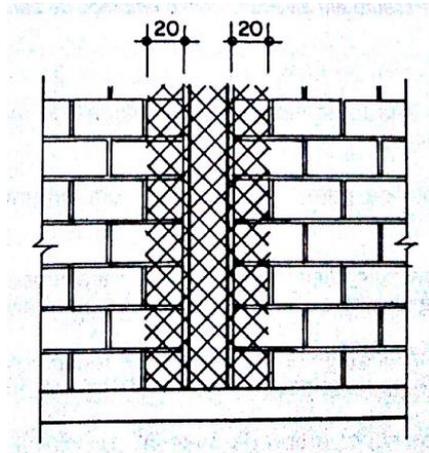
ETAPAS	TELA SOLDADA	FERRO CABELO
Corte e dobra		X
Nivelamento das posições de fixação	X	X
Marcação das posições	X	X
Fixação com cantoneira e pino	X	
Furação do pilar (x2)		X
Limpeza do furo		X
Mistura do adesivo		X
Aplicação do adesivo		X
Chumbagem		X
Tempo de cura		X
Dobra para posição final	X	
Colocação da camada extra de argamassa		X
TOTAL	4	10

Fonte: Adaptado de (MEDEIROS e FRANCO, 1999, p. 19).

Para Thomaz (1989, p. 165) as alvenarias são os componentes da obra mais suscetíveis à fissuração e as que mais destacam aos olhos dos usuários. Logo, as recuperações dessas fissuras na alvenaria são mais frequentes.

O procedimento de reparo para fissuras entre o pilar e alvenaria é através da inserção de material flexível, usando tela metálica leve, como por exemplo tela de estuque. Nas paredes revestidas é necessário a remoção desse material para a aplicação de uma nova argamassa, juntamente com a colocação da tela. O transpasse mínimo da tela no pilar é de 20 cm para cada lado, conforme indicado na Figura 12, (THOMAZ, 1989, p. 165).

Figura 12 – Recuperação de fissura entre pilar/parede com tela de estuque.



Fonte: (THOMAZ, 1989, p. 165).

Neste tipo de recuperação a tela poderá ser fixada na alvenaria com o emprego de pregos ou cravos de metal e deverá estar medianamente distendida; a alvenaria e o pilar deverão ser chapiscados após a colocação da tela, e a argamassa de recuperação deverá ter baixo módulo de deformação (traço 1:2:9 em volume) (THOMAZ, 1989, p. 166).

Tabela 7 – Resumo das fissuras verticais entre pilar e alvenaria.

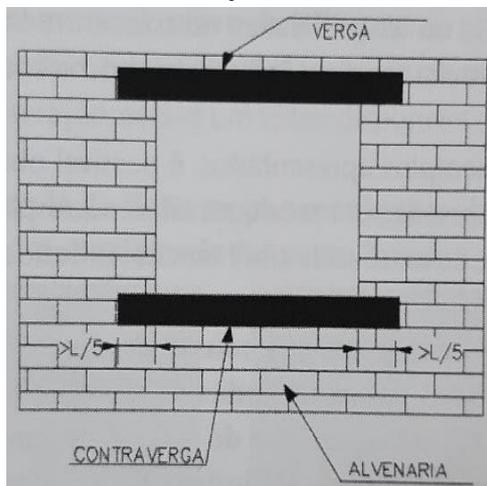
Característica	Possíveis Causas	Medidas Preventivas	Medidas Corretivas	Referências
Fissuras verticais entre pilar e alvenaria	<ul style="list-style-type: none"> •Movimentação térmica; •Movimentação higroscópica; •Retração dos produtos a base de cimento. 	<ul style="list-style-type: none"> •Encunhamento com argamassa expansiva quando a estrutura é pouco deformável; •Utilização de tela de amarração entre pilar/alvenaria; •Fixação de tela metálica ou náilon na interface pilar/alvenaria no momento do emboço. 	<ul style="list-style-type: none"> •Reexecução do emboço com reforço de tela metálica ou náilon na interface pilar/alvenaria; •Aplicação de selante flexível no encontro pilar/alvenaria; • Restauração com pintura acrílica. 	<ul style="list-style-type: none"> •Thomaz (1989), •Souza & Ripper (1998), •Zanzarini (2016).

Fonte: Adaptado de (OLIVEIRA, 2019, p. 18).

2.3.2 Fissuras por ausência ou ineficiência de vergas e contravergas

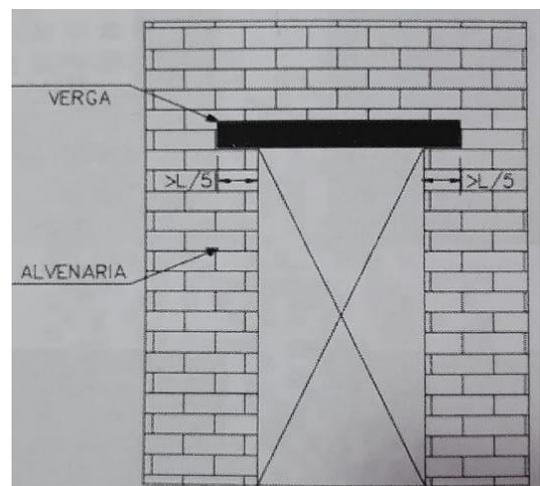
Para Caporrino (2018, p. 12) **vergas** são cintas armadas utilizadas sobre aberturas nas alvenarias, para resistir as cargas resultantes dos elementos acima das aberturas. **Contravergas** são cintas armadas utilizadas na parte inferior das aberturas nas alvenarias, resistindo a concentração de tensões, evitando fissuras. As Figuras 13 e 14 ilustram o posicionamento das vergas e contravergas.

Figura 13: Posicionamento de vergas e contravergas em janelas.



Fonte: (SENA *et al.*, 2020, p. 131).

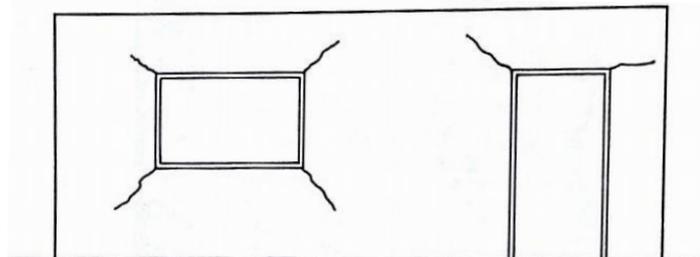
Figura 14: Posicionamento de vergas em portas.



Fonte: (SENA *et al.*, 2020, p. 131).

A ausência ou má execução de vergas e contravergas nas aberturas ocasionam o aparecimento de fissuras conforme indicado na Figura 15 e 16, devido a concentração de tensões existentes.

Figura 15: Padrões de fissuras que podem acontecer devido a ausência ou ineficiência de vergas e contravergas.



Fonte: (SENA *et al.*, 2020, p. 130).

Figura 16 – Exemplo real de ausência de contraverga na janela.



Fonte: do autor, 2021.

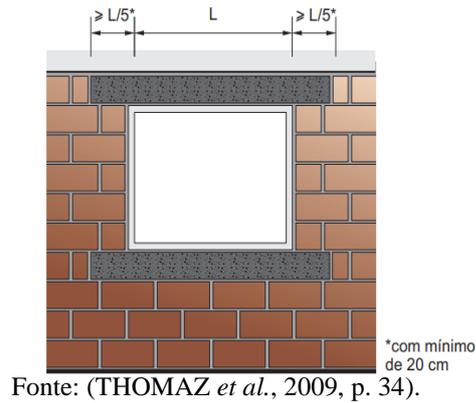
A produção de vergas e contravergas, que, incorporadas à alvenaria para a distribuição das tensões, tendem a se concentrar nos cantos das aberturas de portas e janelas, pode ser executada de várias maneiras, em função da organização da obra e da disponibilidade de mão de obra e equipamentos (CAPORRINO, 2018, p. 21).

Segundo Thomaz *et al.* (2009, apud SENA *et al.*, 2020, p. 129) a execução das vergas e contravergas podem ser por meio de blocos canaletas, pré-moldadas e até mesmo executadas no local por meio de formas, porém é recomendável que tenham no mínimo duas barras de 6,3mm ao longo de seu comprimento longitudinal.

Conforme a NBR 8545 (ABNT, 1984) as vergas e contravergas devem ter um transpasse de pelo menos 20 cm de cada lado e altura mínima de 10 cm. Mas segundo Sena *et. al.* (2020, p. 129) com o passar do tempo percebeu-se que não se pode ter um transpasse único para qualquer vão de portas/janelas, mas que esta dimensão varie de acordo com o tamanho da abertura.

Com a finalidade de absorver tensões que se concentram nos contornos dos vãos, oriundas de deformações impostas, devem ser previstas vergas e contravergas com transpasse em torno de 20% da largura do vão, avançando no mínimo 20 cm para cada lado do vão, conforme indicado na Figura 17 (THOMAZ *et. al.*, 2009, p. 33).

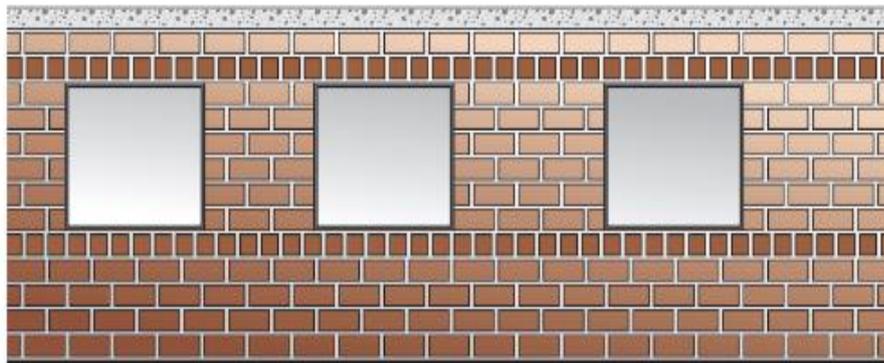
Figura 17 – Verga e contraverga no contorno de vão de janela (sendo L a largura do vão da janela).



Fonte: (THOMAZ *et al.*, 2009, p. 34).

No caso de vãos sucessivos, as vergas e contravergas devem ser contínuas (Figura 18); em casos especiais (janelas ou portas de grandes dimensões, paredes muito altas), vergas e contravergas devem ser dimensionadas como vigas (THOMAZ *et al.*, 2009, p. 34).

Figura 18 – Vergas e contravergas contínuas em alvenaria com aberturas sucessivas.



Fonte: (THOMAZ *et al.*, 2009, p. 34).

Tabela 8 – Resumo das fissuras nas aberturas de porta e janelas

Característica	Possíveis Causas	Medidas Preventivas	Medidas Corretivas	Referências
Fissuras nas aberturas de portas e janelas	<ul style="list-style-type: none"> • Concentrações de tensões nos vértices das aberturas; • Deformidade excessiva da estrutura de concreto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação de vergas e contravergas; • Dimensionamento das vergas de concreto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperação com grampos de fixação; • Reforço com telas metálicas ou náilon. • Demolição da alvenaria no entorno da abertura e execução de vergas e/ou contravergas 	<ul style="list-style-type: none"> • Souza & Ripper (1998), • NBR 6118 (ABNT, 2014), • Zanzarini (2016).

Fonte: Adaptado de (OLIVEIRA, 2019, p. 18).

2.3.3 Fissuras por recalques diferenciais

De acordo com Civilização Engenharia (2018) na construção civil o termo recalque ou assentamento é utilizado para definir o fenômeno que acontece quando uma edificação sofre um rebaixamento pelo adensamento do solo abaixo da sua fundação. O recalque diferencial é uma das principais manifestações patológicas que ocorrem nas edificações, gerando trincas e rachaduras, devido uma parte da obra ficar mais baixa que a outra, gerando esforços estruturais não considerados, podendo até levar a obra ao colapso.

A Torre de Pisa é um exemplo típico de recalque diferencial, a qual permanece de pé devido às constantes intervenções de especialistas em geotecnia, visando o reforço do solo em sua base. Outro exemplo bastante citado no Brasil são os prédios na orla da cidade de Santos (CIVILIZAÇÃO ENGENHARIA, 2018).

A fundação é responsável por transmitir ao solo as cargas da edificação, podendo ser superficial ou profunda. O recalque da fundação é a movimentação no plano vertical de toda ou parte (recalque diferencial) da fundação e conseqüentemente da edificação (ROÇA, 2014, p. 30).

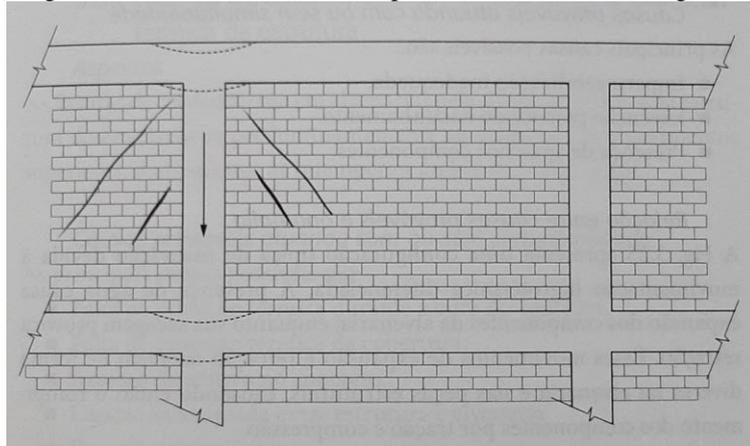
Em geral, a fissuração provocada pela ação de recalques constitui danos arquitetônicos e funcionais, mas não estruturais. Entretanto, deve-se ressaltar que em alguns casos, como o de paredes não-armadas em que os recalques provocam uma configuração deformada da fundação com concavidade para baixo, pode haver colapso devido à falta de impedimento para a propagação das fissuras (ROÇA, 2014, p. 30).

Segundo Thomaz (1989, p. 94) as fissuras provocadas por recalques diferenciados geralmente são inclinadas, confundindo-se as vezes com as fissuras causadas por deflexão de elementos estruturais. Porém, as aberturas geradas por recalques são maiores, acompanhando o ponto onde ocorreu a maior deformação.

Os solos são constituídos basicamente por partículas sólidas, entremeadas por água, ar e não raras vezes material orgânico. Sob efeito de cargas externas todos os solos, em maior ou menor proporção, se deformam. No caso em que estas deformações sejam diferenciadas ao longo do plano das fundações de uma obra, tensões de grande intensidade serão introduzidas nas estruturas da mesma, podendo gerar o aparecimento de trincas (THOMAZ, 1989, p. 83).

Para Caporrino (2018, p. 81) na alvenaria de vedação as fissuras geradas por recalque diferencial da fundação, ocorrem principalmente na diagonal, a partir das faces do pilar que sofreu recalque de fundação, conforme observado na Figura 19.

Figura 19 – Fissura desenvolvida predominantemente na diagonal.

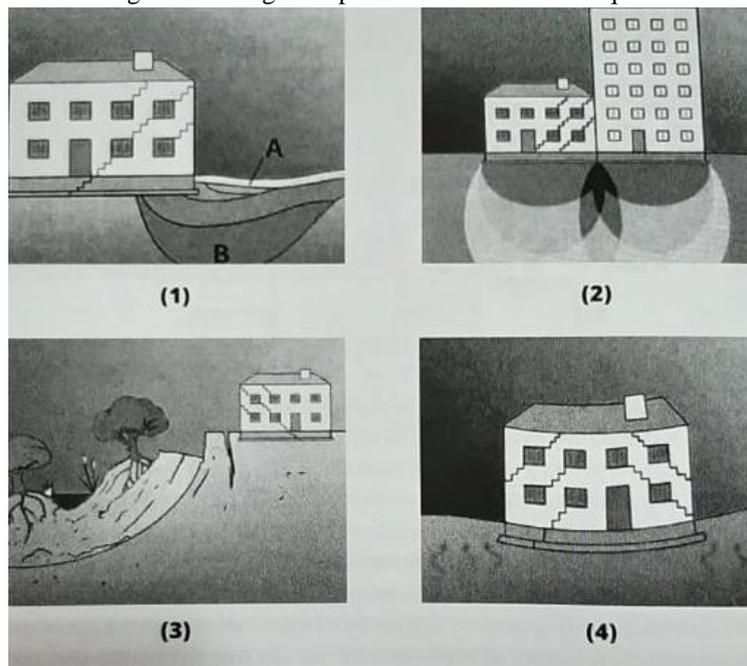


Fonte: (CAPORRINO, 2018, p. 81).

As principais causas da ocorrência de recalque diferencial segundo Caporrino (2018, p. 81) e Sena *et al.* (2020, p. 132) observado respectivamente na Figura 20:

- (1) Alterações no solo, camadas deformáveis;
- (2) Recalques causados por edificações vizinhas gerando sobreposição de bulbos de tensões;
- (3) Escavações e/ou proximidade de taludes instáveis;
- (4) Rebaixamento de aquífero;
- Vibrações e fundação dimensionada inadequadamente;

Figura 20 – Algumas possíveis causas de recalques.



Fonte: (SENA *et al.*, 2020, p. 132).

Para este tipo de anomalia, recomenda-se que as aberturas sejam monitoradas antes de se indicar o tratamento, pois se a abertura ainda estiver em evolução, deve-se observar a estabilidade da construção e, em muitos casos, a solução pode ser um reforço de fundação. Se a abertura se estabilizou e não prejudica a solidez da edificação, pode-se proceder com seu fechamento. Os monitoramentos preliminares nas aberturas podem ser feitos com selagem de gesso ou vidro; e, caso haja movimentação dos mesmos, pode-se fazer o uso de fissuômetros fixados no local (SENA *et al.*, 2020, p. 133).

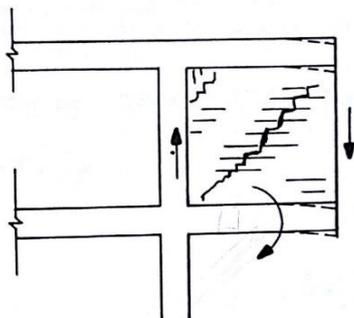
Para Caporrino (2018, p. 82) os recalques podem ser solucionados de algumas formas, por exemplo, sanar problemas com o solo, se possível, executar reforço da fundação, caso as fissuras já estejam estabilizadas, tratar com reforço em tela, é necessário avaliar qual a melhor solução para cada caso.

2.3.4 Fissuras em regiões com presença de elementos estruturais em balanço

Sena *et al.* (2020, p. 134) destaca que nem todas as trincas inclinadas (45°) são provenientes de recalques diferenciais, um exemplo disso pode ser observado nas Figuras 21 e 22, em que é possível visualizar aberturas causadas por deformação em balanço de vigas.

Um caso bastante típico de fissuração provocada pela falta de rigidez estrutural é aquele que se observa nas regiões em balanço de vigas, problema particularmente importante em edifícios sobre pilotis, onde o balanço é intencionalmente utilizado para alívio dos momentos positivos. A deflexão da viga na região em balanço normalmente provoca o aparecimento de fissuras de cisalhamento na alvenaria e/ou o destacamento entre a parede e a estrutura (THOMAZ, 1989, p. 77).

Figura 21 – Modelo teórico de fissuras em regiões com presença de elemento estrutural em balanço.



Fonte: (Adaptado de THOMAZ, 1989, p. 78).

Figura 22 – Exemplo real de fissuras em regiões com presença de elemento estrutural em balanço.



Fonte: (SENA *et al.*, 2020, p. 134).

Segundo Sena *et al.*, (2020, p. 134) para a correção dessa patologia, pode-se utilizar o seguinte procedimento (Figura 23):

(1) remoção dos revestimentos nas laterais da trinca;

- (2) fechamento da abertura com argamassa;
- (3) aplicação de tela metálica eletrosoldada, com 25mm de abertura de malha quadrada e espessura de fio de 1,24mm, passando-se 25cm para cada lado tomando a fissura como eixo;
- (4) reconstituição do revestimento argamassado;
- (5) execução da camada de acabamento (pintura ou placas cerâmicas). A eficácia dessa solução somente é possível se a movimentação da viga estiver atingida a deformação máxima considerando os esforços impostos, ou seja, a fissura precisa estar estabilizada. É indicado o monitoramento após o reparo para garantia de que as movimentações cessaram e caso o elemento estrutural ainda apresente movimentações a solução será a aplicação de selante flexível.

Figura 23 – Correção de fissuras em alvenaria na presença de elementos estruturais em balanço.

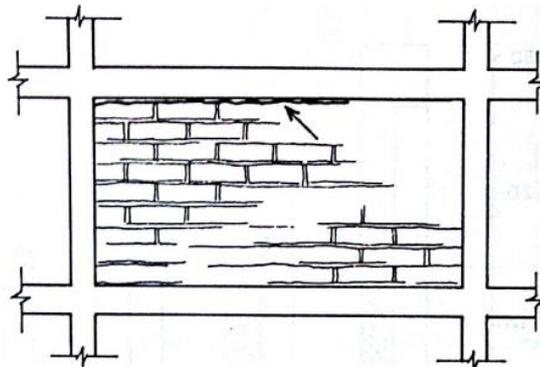


Fonte: (SENA *et al.*, 2020, p. 135).

2.3.5 Fissuras por falhas no encunhamento

O encunhamento precoce ou com materiais inadequados pode trazer fissurações na alvenaria conforme apresentada na Figura 24. Ocorre devido a deformação dos elementos estruturais acima, exemplo, vigas ou laje, gerando esforços na alvenaria, causando fissuras (SENA *et al.*, 2020, p. 135).

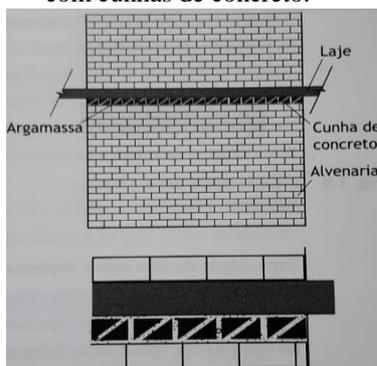
Figura 24 – Modelo de fissuração provocado pela ausência ou encunhamento precoce.



Fonte: (THOMAZ, 1989, p. 111).

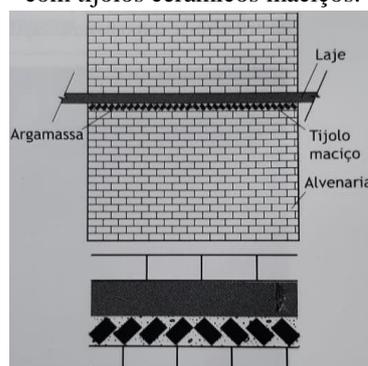
Segundo Caporrino (2018, p. 25), o encunhamento pode ser feito de três maneiras, utilizando cunhas de concreto pré-fabricadas, tijolos cerâmicos maciços inclinados que permitem que a alvenaria trabalhe rigidamente ligada à estrutura e preenchimento com argamassa de encunhamento, conforme observado respectivamente nas Figuras 25, 26 e 27. É necessário analisar a alternativa mais indicada para cada caso. Nas duas primeiras soluções (Figura 25 e 26) o espaço entre a alvenaria e a estrutura de concreto deve ter entre 10 cm e 15 cm, já na solução com argamassa de encunhamento (Figura 27), essa distância deve ser de 2 cm a 3 cm.

Figura 25 – Encunhamento com cunhas de concreto.



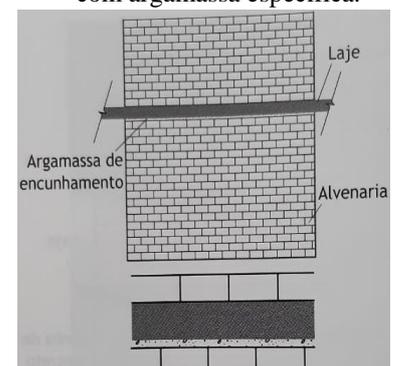
Fonte: (CAPORRINO, 2018, p. 25).

Figura 26 – Encunhamento com tijolos cerâmicos maciços.



Fonte: (CAPORRINO, 2018, p. 25).

Figura 27 – Encunhamento com argamassa específica.



Fonte: (CAPORRINO, 2018, p. 26).

De acordo com Thomaz *et. al.* (2009, p. 31), para a eficácia do encunhamento com a laje ou viga, é importante a realização da limpeza e aplicação de chapisco no componente estrutural, para o assentamento inclinado de tijolos cerâmicos maciços, empregando-se argamassa relativamente fraca (“massa podre”), formando-se assim um material mais flexível, amortecendo as deformações estruturais que seriam transmitidas direto para a alvenaria.

Para Thomaz *et. al.* (2009, p. 41), podem ser previstos traços alternativos pelo projetista para as argamassas de fixação (“encunhamento”), utilizando-se quando for o caso materiais resilientes, adesivos e outros aditivos, pode-se observar na Tabela 9 um traço indicativo de argamassa para encunhamento.

Tabela 9 – Traço indicativo de argamassa para encunhamento.

Material	Composição em volume – Materiais na umidade natural		
	Cimento	Cal hidratada	Areia
Argamassa de fixação (“encunhamento”)	1	3	12 a 15

Fonte: Adaptado de (THOMAZ *et. al.*, 2009, p. 41).

Segundo Caporrino (2018, p. 26), a argamassa de encunhamento tem a capacidade de não sofrer ruptura ao se deformar por solicitações diversas e retornar a suas dimensões originais após cessarem as solicitações. A argamassa deve ter alta plasticidade, aderência e baixo módulo de elasticidade, diminuindo, assim, a incidência de fissuração nas alvenarias, conforme indicado na Figura 28.

Figura 28 – Encunhamento em obra com argamassa específica.



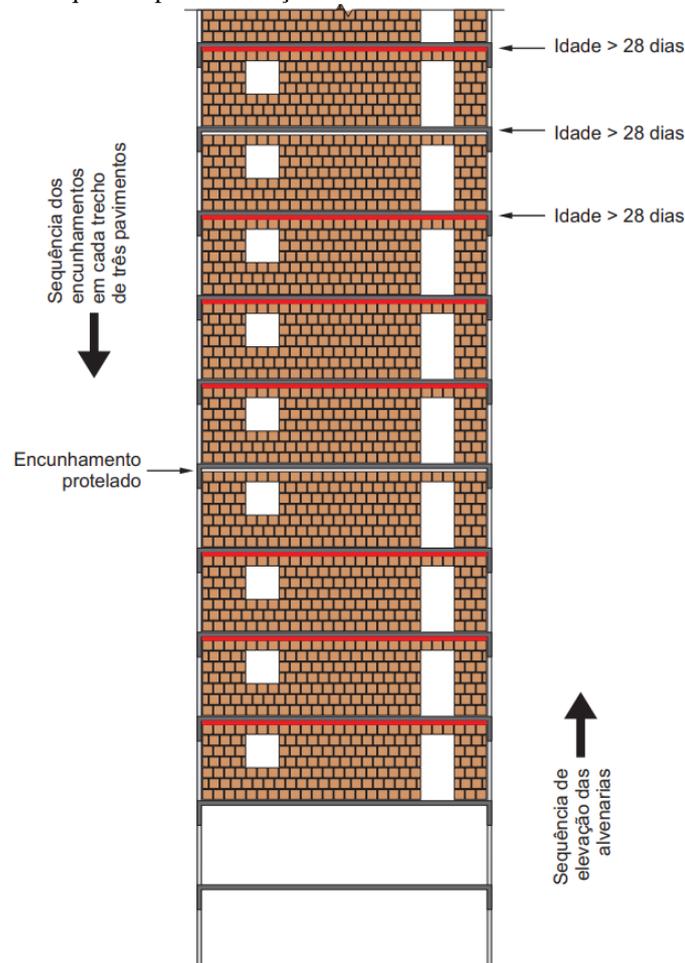
Fonte: (CAPORRINO, 2018, p. 26).

No caso de estruturas muito deformáveis, paredes muito extensas ou muito enfraquecidas pela presença de aberturas, recomenda-se a adoção de ligações ainda mais flexíveis, por exemplo com o emprego de poliuretano expandido ou “massa podre” composta com esferas de EPS (poliestireno expandido). Nesse caso, adequações de materiais e de detalhes construtivos devem ser estudadas para garantir a integridade do revestimento das paredes (THOMAZ *et. al.*, 2009, p. 31).

Para evitar a transferência de carga para as paredes de vedação durante a execução da obra, recomenda-se atrasar dez dias entre o término da elevação da alvenaria e a execução do encunhamento, em nenhuma hipótese o encunhamento do pavimento inferior pode ser executado antes de construir a parede do andar superior (THOMAZ *et. al.*, 2009, p. 49).

O ideal é que a fixação (“encunhamento”) seja feita de cima para baixo após 14 dias da elevação da parede do último pavimento. Porém, caso não seja possível realizar dessa forma devido ao planejamento da obra, recomenda-se fixar (“encunhar”) em grupos de três pavimentos, de cima para baixo, estando três pavimentos acima com alvenaria já elevada. De qualquer forma, o pavimento térreo e o primeiro pavimento só podem ser fixados (“encunhados”) ao final do serviço de fixação, conforme observado na Figura 29, (THOMAZ *et. al.*, 2009, p. 50).

Figura 29 – Sequência para realização do encunhamento das alvenarias de vedação.



Fonte: (THOMAZ *et. al.*, 2009, p. 50).

2.3.6 Manifestações patológicas provenientes da umidade na alvenaria

A quantidade de água absorvida por um material de construção depende de dois fatores: porosidade e capilaridade (THOMAZ, 1989, p. 34). Os materiais de construção, em sua grande maioria, são porosos, podem ser classificados como higroscópicos, ou seja, aqueles que absorvem ou perdem umidade de acordo com o aumento ou diminuição da umidade relativa (UR) do ambiente, respectivamente (SENA *et. al.*, 2020, p. 137).

Segundo Alves (2020) a porosidade está relacionada diretamente com a porcentagem do volume dos poros de um material e seu volume total. Através da porosidade, ou seja, a quantidade de vazios, que determina se o material é capaz ou não de absorver líquidos e deixar que os mesmos passem.

Nas vedações, a água pode ter as mais diversas fontes que variam principalmente por: chuva, condensações, água proveniente da própria construção e umidade ascensional (SENA *et. al.*, 2020, p. 137).

Os materiais porosos da construção civil provocam variações dimensionais quando submetidos a mudanças hidrosópicas, o aumento do teor de umidade gera uma expansão do material e a diminuição desse teor provoca uma contração, caso seja impedido essas movimentações poderão ocorrer fissuras nos elementos construtivos (THOMAZ, 1989, p. 33).

Nas alvenarias, um dos problemas mais comuns observados, principalmente em casas, é o manchamento ou fissurações nas bases das paredes de vedação (Figura 30). Tal problema é causado pela umidade ascendente proveniente do próprio solo, que percola pelos elementos e componentes por ascensão capilar devido às falhas ou inexistência de impermeabilização na fundação da construção (vigas baldrame). Este problema pode ainda estar associado à ocorrência de eflorescências devido à presença de sais em solução na água que vem do solo (SENA *et. al.*, 2020, p. 137).

Figura 30 – Manchamentos e fungos devido à umidade ascendente.



Fonte: (SENA *et. al.*, 2020, p. 137).

Presença de água no solo levará a ascensão da água por capilaridade à base da construção, considerando que os diâmetros dos poros capilares e o nível do lençol freático assim o permitam. No caso de não haver impermeabilização eficiente entre o solo e a base da construção, a umidade terá acesso aos seus componentes, podendo trazer diversos inconvenientes a pisos e paredes do primeiro pavimento (OLIVEIRA, 2010, p. 13).

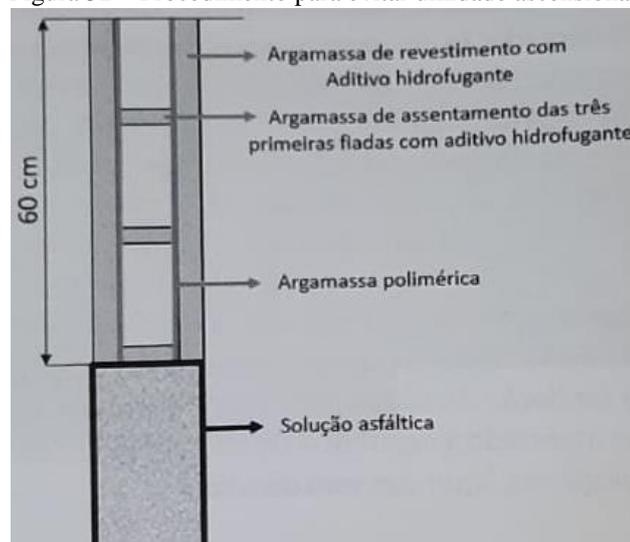
A prevenção para esta manifestação patológica é a execução de impermeabilização nas vigas baldrame (Figura 31), além de utilização de aditivos anti-umidade (hidrofugantes) na argamassa de assentamento de blocos e de revestimento até a altura média da terceira fiada, aproximadamente 60cm, após a aplicação da argamassa polimérica pode-se executar normalmente o chapisco e argamassa de revestimento, conforme observado na Figura 32 (SENA *et. al.*, 2020, p. 138).

Figura 31 – Impermeabilização de vigas baldrames.



Fonte: do autor, 2021.

Figura 32 – Procedimento para evitar umidade ascensional.



Fonte: (SENA *et. al.*, 2020, p. 138).

Segundo Sena *et. al.* (2020, p. 138), quando o problema já existe e precisa ser corrigido, recomenda-se a retirada do revestimento até uma altura superior à umidade, em seguida aplicar respectivamente, uma nova camada de argamassa polimérica, chapisco e novo revestimento argamassado com aditivo anti-umidade. Nos tijolos maciços, já existem no mercado aditivos cristalizantes que são aplicados por meio de furos inclinados e penetram pelos poros impedindo a ascensão capilar existente.

3 CONCLUSÃO

As manifestações patológicas em alvenaria de vedação, representam um conjunto de falhas decorrentes nas edificações, sejam estas causadas por falhas de projetos, problemas na execução ou material inadequado. Este estudo abordou as principais anomalias em alvenaria de vedação, mostrando alternativas de prevenções e recuperações para cada caso, lembrando sempre da importância de consultar um profissional qualificado, para avaliar qual a melhor solução para cada situação, sendo economicamente viável e proporcionando segurança a todos.

As principais manifestações abordadas nesse trabalho foram: fissuras, trincas, umidade, manchas e fungos. Apresentou-se alternativas de prevenções, ou seja, a execução de forma correta, assim, evitando o surgimento de patologias indesejadas nas edificações, gastos com execução de reparos, que podem gerar custos bem mais elevados comparados aos de prevenção.

Pode-se observar que a maioria das medidas corretivas das anomalias em alvenaria de vedação, são exatamente iguais as medidas preventivas, ou seja, é muito mais eficaz prevenir ao invés de corrigir, assim evita o retrabalho, custos adicionais e transtornos, além disso, nem sempre a qualidade da medida corretiva é a mesma da medida preventiva, pois as condições do meio podem não permitir a execução satisfatória das medidas corretivas necessárias para solucionar os problemas patológicos. Assim sendo, pode-se afirmar que o melhor método é adotar parâmetros de prevenção e não correção.

4 BIBLIOGRAFIA

ALVES, J. **Porosidade, o que é? Definição, características e exemplos de materiais.** Conhecimento Científico. Nov. 2020. Disponível em: <<https://conhecimentocientifico.r7.com/porosidade/>>. Acesso em: 23 de mai. de 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1: Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8545: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos - Procedimentos.** Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2014.

CAPORRINO, C. F. **Patologia em Alvenarias.** 2ª ed. São Paulo: Oficina de textos, 2018.

CEOTTO, L. H.; BANDUK, R. C.; NAKAKURA, E. H. **Revestimentos de Argamassas: boas Práticas em projeto, execução e avaliação.** Porto Alegre: Prolivros, 2005.

CIVILIZAÇÃO ENGENHARIA. **Conheça as principais patologias na construção civil.** Abr. 2018. Disponível em: <<https://civilizacaoengenharia.wordpress.com/2018/04/04/conheca-as-principais-patologias-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 28 mar. 2021.

COSTELLA, M.F.; PILZ, S.E.; PAVAN, R.C.; MOTTA, B.B. & SOUZA, N.S. (2015). **Determinação da Tensão de Ruptura de Materiais Utilizados na Recuperação de Fissuras em Parede de Alvenaria de Vedação.** Universidade Comunitária da Região de Chapecó and Faculdade Meridional IMED. Mestrado em Tecnologia e Gestão da Inovação e Projeto de Mestrado em Engenharia Civil.

ELDRIDGE, H. J. **Common defects in buildings.** London, Crown, 1982.

FRANÇA, Alessandra A. V.; MARCONDES, Carlos Gustavo N.; ROCHA, Francielle C. da; MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias de; HELENE, Paulo R. L. **Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil.** Técnica, São Paulo, v. 19, n. 174, p. 72-77, 2011.

JUNIOR, A. A. S. P.; BARBOSA, C. F. M. N. **Levantamento de manifestações patológicas em fachadas: estudo de caso de um conjunto de edificações residências.** Universidade Federal do Amapá. Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas. Macapá, 2019.

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. **Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: avaliação da capacidade de deformação.** 1997. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, 1997.

MAGALÃES, E. F. **Fissuras em Alvenarias: Configurações Típicas e Levantamento de Incidências no Estado do Rio Grande do Sul.** Monografia do curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

MEDEIROS, J.S.; FRANCO, L.S. **Prevenção de trincas em alvenarias através do emprego de telas soldadas como armadura e ancoragem.** Texto técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1999.

MONTEIRO, M. **Patologias em vedações: cuidados de projeto e execução.** São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.planeareng.com.br/pageartigos_041123.htm>. Acesso em: 28 fev. 2021.

MUCI, D. W. S.; NETTO, J. R. B.; SILVA, R. A. **Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: Avaliação da capacidade de deformação.** Monografia do curso de Engenharia Civil. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2013.

MUCI, D. W. S.; NETTO, J. R. B.; SILVA, R. A. **Sistemas de recuperação de fissuras da interface alvenaria de vedação - Estrutura de concreto: Comparativo entre os processos executivos e análise de custo** Monografia do curso de Engenharia Civil. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2014.

OLIVEIRA, A.M. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações.** Monografia (Especialização em Gestão em Avaliações e perícias) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

OLIVEIRA, M. V. O.; CALDEIRA, P. H. A.; JÚNIOR, L. A. S.; VIEIRA, A. C. **Análise de fissuras em alvenaria de vedação – Estudo de caso: UEMG – Unidade de João Monlevade.** Artigo Acadêmico - Universidade do Estado de Minas Gerais, 2019.

PEREIRA, Caio. Principais tipos de sistemas construtivos utilizados na construção civil. Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-sistemas-construtivos/>>. Acesso em: 14 de março de 2021.

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

SENA, G. O.; NASCIMENTO, M. L. M.; NETO, A. C. N.; LIMA, N. M. **Patologia das Construções.** Salvador: 2B, 2020.

SOUZA, R. et al. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obra.** São Paulo: Editora Pini, 1996. 275p.

SOUZA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e reforço de estruturas de concreto.** 1ª ed. São Paulo, Pini, 1998.

TAGUCHI, M.K. **Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

TECNOLOGIA E CIÊNCIA, R7. **Carregamos quase 2kg de bactérias e outros fatos curiosos sobre o corpo humano que você não conhecia.** Reprodução/CJNotebook, abr. 2016. Disponível em: <<https://noticias.r7.com/tecnologia-e-ciencia/fotos/carregamos-quase-2kg-de-bacterias-e-outros-fatos-curiosos-sobre-o-corpo-humano-que-voce-nao-conhecia-03042016#!/foto/1>>. Acesso em: 14 de mar. de 2021.

THOMAZ, E.; MITIDIER FILHO, C.V.; CLETO, F.R.; CARDOSO, F.F. **Código de práticas nº 1: alvenaria de vedação em blocos cerâmicos.** São Paulo: IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2009.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: PINI, EPUSP, IPT, 1989.

TRAMONTIN, A. P. **Avaliação Experimental dos Métodos de Prevenção de Fissuras na Interface Alvenaria de Vedação e Pilar de Concreto.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas faculdade de engenharia civil, arquitetura e urbanismo. Campinas, 2005.

ROÇA, G. B. **Análise das manifestações patológicas de uma edificação residencial - Estudo de caso.** Especialização em Patologia das Construções. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

ZANZARINI, J.C. **Análise das causas e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural – Estudo de caso.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.