

## **Monografia**

# **"ANÁLISE E PROPOSIÇÕES DE MEDIDAS CORRETIVAS DE FISSURAS E TRINCAS MANIFESTADAS EM ALVENARIAS DE VEDAÇÃO EM UMA EDIFICAÇÃO ESCOLAR NO VALE DO JEQUITINHONHA"**

Autor: Emerson Campos Contão

Orientador: Prof. Dalmo Lúcio M. Figueiredo

Coorientador: Prof. White José dos Santos

Setembro/2016

EMERSON CAMPOS CONTÃO

**"ANÁLISE E PROPOSIÇÕES DE MEDIDAS CORRETIVAS DE FISSURAS E  
TRINCAS MANIFESTADAS EM ALVENARIAS DE VEDAÇÃO EM UMA  
EDIFICAÇÃO ESCOLAR NO VALE DO JEQUITINHONHA"**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil

da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Gestão e Avaliações nas Construções

Orientador: Prof. Dalmo Lúcio M. Figueiredo

Coorientador: Prof. White José dos Santos

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

Setembro/2016

Ao Pai Celestial pelo dom vida

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais e familiares pelo apoio e incentivo em todas as etapas e segmentos de minha vida.

À Lara pela compreensão e carinho.

Aos meus orientadores, sobretudo o professor White José dos Santos, pelo direcionamento e disponibilidade, sua ajuda foi primordial para realização deste trabalho.

A todos os amigos e colaboradores do Curso de Especialização em Construção Civil da UFMG pela amizade e convivência.

A todos os professores do Curso de Especialização em Construção Civil da UFMG, pelos ensinamentos, experiências e oportunidades que proporcionaram a realização de um aperfeiçoamento profissional de qualidade.

## **RESUMO**

O aparecimento de trincas e fissuras em alvenarias de vedação é uma manifestação patológica muito recorrente nas construções, mesmo com o grande e constante desenvolvimento tecnológico e de técnicas construtivas do setor. Fatores relacionados às falhas em etapas construtivas são capazes de explicar na maioria das vezes o surgimento dessas anomalias que afetam diretamente o produto final e conseqüentemente o usuário da edificação em questão. No intuito de realizar uma execução efetiva para a prevenção e recuperação de trincas e fissuras primando pela segurança, técnica e economia, se torna imprescindível o estudo de suas causas, configurações típicas e mecanismos de formação. Neste trabalho foram reunidas as manifestações patológicas mais comuns surgidas em alvenarias de vedação, adotando a classificação das mesmas a partir de suas causas que podem ser identificadas em grande parte das edificações. A partir do desenvolvimento de um estudo de caso, tendo como objeto uma edificação escolar no Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais, foi possível observar através da realização de visitas a grande quantidade de trincas identificadas em alvenarias de vedação, sendo originadas por três diferentes causas, que se resumem principalmente em falhas de métodos construtivos. Após análise das anomalias encontradas foram propostas medidas de corretivas e preventivas a partir do estudo e compreensão dos problemas identificados, com o intuito de promover o correto e esperado desempenho das paredes em alvenaria de vedação.

**Palavras-chave:** Manifestações Patológicas; Alvenarias de Vedação; Trincas e Fissuras.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Fissura horizontal entre interface da laje de cobertura e parede devido à movimentação térmica .....	23
Figura 3.2: Fissuras inclinadas (escamas) entre interface da laje de cobertura e parede devido à movimentação térmica.....	23
Figura 3.3: Fissura horizontal entre interface da laje de cobertura e parede devido à movimentação térmica.....	23
Figura 3.4: Fissura inclinada devido à movimentação térmica.....	24
Figura 3.5: Fissuras verticais nos encontros entre pilares e alvenaria e no próprio corpo da alvenaria.....	24
Figura 3.6: Fissura vertical acompanhando as juntas de assentamento.....	25
Figura 3.7: Fissura vertical se estendendo através dos componentes de alvenaria.....	25
Figura 3.8: Aparecimento de fissuras horizontais e verticais devido ao destacamento entre estrutura e alvenaria.....	26
Figura 3.9: Fissuras verticais em paredes contínuas e sem abertura devido a atuação de .....	27
Figura 3.10: Fissura horizontal em paredes contínuas e sem abertura devido a atuação de sobrecargas.....	28
Figura 3.11: Fissura provocada por sobrecargas em apoio.....	28
Figura 3.12 : Fissuras provocadas por sobrecargas em torno de aberturas.....	29
Figura 3.13: Dimensionamento de vergas e contravergas .....	30
Figura 3.14: Manifestação característica de fissuras provocadas por recalque de fundações.....	31

Figura 3.15: Manifestação característica de fissuras provocadas por recalque de fundações .....	32
Figura 3.16: Fissuras provocadas pela deformação excessiva de elemento estrutural inferior em paredes sem aberturas.....	33
Figura 3.17: Fissuras provocadas pela deformação conjunta de elementos estruturais inferiores e superiores em paredes sem aberturas. ....	33
Figura 3.18: Fissuras provocadas pela deformação excessiva de elemento estrutural superior em paredes sem aberturas.....	33
Figura 3.19: Fissura provocada pela expansão de alvenaria pelo efeito da umidade.....	34
Figura 3.20: Fissuras provocadas pela dilatação da estrutura de madeira do telhado (tesoura).....	35
Figura 3.21: Fissura vertical provocada pela deficiência de amarração. ....	36
Figura 5.1: Trinca causada por sobrecargas em torno de aberturas .....	40
Figura 5.2: Trincas causadas por sobrecargas em torno de aberturas.....	40
Figura 5.3: Recuperação de trincas com emprego de tela metálica .....	41
Figura 5.4: Recuperação de trincas com emprego de selante flexível.....	42
Figura 5.5: Trinca causada por ineficiência ou ausência de encunhamento entre viga e alvenaria .....	42
Figura 5.6: Trinca causada por ineficiência ou ausência de encunhamento entre viga e alvenaria .....	43
Figura 5.7: Trinca causada por ineficiência ou ausência de encunhamento entre viga e alvenaria .....	43
Figura 5.8: Encunhamento com argamassa expansiva .....	44
Figura 5.9: Encunhamento com tijolos maciços inclinados.....	45

Figura 5.10: Trinca causada por ineficiência ou ausência de amarração no encontro entre paredes e pilares.....	46
Figura 5.11: Trinca causada por ineficiência ou ausência de amarração no encontro entre paredes e pilares.....	46
Figura 5.12: Execução de contraverga com uso de blocos canaletas .....	48
Figura 5.13: Execução de verga com utilização de escoramento .....	48
Figura 5.14: Execução de encunhamento com argamassa expansiva .....	50
Figura 5.15: Ligação entre alvenaria e pilar com auxílio de bloco canaleta e tela metálica .....	51

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 3.1: Definição de trincas e fissuras de acordo com espessura das aberturas .....	20
Tabela 5.1: Resumo das principais manifestações patológicas identificadas.....	39
Tabela 5.2: Resumo das técnicas construtivas aplicáveis durante a execução de alvenaria de vedação de acordo com a localização da fissuração a ser evitada .....	47

## **LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS**

ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR = Norma Brasileira

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	13
2. OBJETIVOS .....	15
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivos Específicos .....	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1 Patologias das edificações .....	16
3.2 Alvenarias.....	17
3.2.1 Alvenarias estruturais.....	18
3.2.2 Alvenarias de vedação .....	18
3.3 Argamassas de assentamento .....	19
3.4 Definições de trincas e fissuras .....	20
3.5 Fissurações em alvenaria.....	21
3.5.1 Fissuras causadas por variações térmicas.....	21
3.5.1.1 Lajes de cobertura sobre paredes .....	22
3.5.1.2 Movimentações térmicas em muros .....	24
3.5.1.3 Fissuras de destacamento por movimentação térmica .....	25
3.5.2 Fissuras causadas por sobrecargas.....	26
3.5.2.1 Fissuras verticais provocadas por sobrecargas .....	27
3.5.2.2 Fissuras horizontais provocadas por sobrecargas .....	27
3.5.2.3 Fissuras provocadas por sobrecargas em apoios.....	28
3.5.2.4 Fissuras por sobrecargas em torno de aberturas .....	29
3.5.3 Fissuras causadas por recalques de fundações.....	30
3.5.4 Fissuras causadas por deformação de elementos estruturais.....	32
3.5.5 Fissuras causadas por movimentação higroscópicas.....	34
3.5.6 Fissuras causadas por erros na execução de detalhes construtivos .....	35
4. METODOLOGIA .....	37

5. ESTUDO DE CASO .....	38
5.1 Descrição e histórico do objeto de estudo .....	38
5.2 Identificação das manifestações patológicas .....	38
5.2.1 Trincas causadas por sobrecargas em torno de aberturas.....	39
5.2.2 Trincas causadas por ineficiência ou ausência de encunhamento entre viga superior e alvenaria.....	42
5.2.3 Trincas causadas por ineficiência ou ausência de amarração no encontro entre paredes e pilares.....	45
5.3 Resumo de etapas essenciais da execução de alvenarias de vedação a fim de evitar aparecimento de trincas relatadas no estudo de caso .....	47
5.3.1 Vergas e Contravergas .....	47
5.3.2 Encunhamento .....	49
5.3.3 Ligações entre pilares e alvenarias .....	50
6. CONCLUSÃO .....	52
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	54

## 1. INTRODUÇÃO

As mudanças no setor da construção civil, como em todos os setores industriais, vêm apresentando diferentes reflexos no mercado. Especificamente na indústria da construção civil, a influência pela dinâmica do mercado atrelada com a grande concorrência do setor são efeitos que demonstram a alteração da concepção das empresas, que buscam oferecer um produto economicamente acessível e que possa atender às exigências do consumidor, através do desempenho e qualidade do mesmo (SANTOS, 2003).

Novos conceitos relativos à qualidade, desempenho da edificação, direitos dos consumidores, competição empresarial e produtividade estão cada vez mais sendo introduzidos na indústria da construção civil, fazendo com que todos os agentes responsáveis pelo produto final busquem melhorias em todas as etapas do processo construtivo (MAGALHÃES, 2004).

Thomaz (1989) destaca que as conjunturas socioeconômicas de países como o Brasil, acarretaram em um aumento na velocidade das execuções de obras com baixo rigor no controle de mão de obra, materiais e serviços, provocando uma considerável queda na qualidade das construções e conseqüentemente causando o aparecimento de diversas e diferentes manifestações patológicas.

Nesse contexto, se torna evidente que para cumprir as novas tendências do mercado é necessário que manifestações patológicas sejam evitadas com o intuito de minimizar e/ou eliminar prejuízos diretos e constrangimentos com os usuários (MAGALHÃES, 2004). Para tanto, todas as etapas de construção, sejam elas planejamento, projeto, execução materiais e uso, devem ser rigidamente controladas a fim de se obter um resultado satisfatório (SANTOS *et al.*, 2014).

De um modo geral, segundo Thomaz (1989), é natural a ocorrência de manifestações patológicas em construções que partem de projetos incompatíveis ou mal detalhados, em que ocorram falhas de planejamento, ausência de especificações técnicas, deficiência de fiscalização, mão de obra qualificada e conhecimento técnico.

As trincas ou fissuras são integrantes do grupo de inúmeras manifestações patológicas que podem afetar as construções, com base em uma análise de diversos problemas

patológicos em edificações belgas, constatou-se que a incidência do aparecimento de trincas ou fissuras se encontra classificada como a segunda manifestação mais identificada. O surgimento das mesmas podem revelar e provocar alguns aspectos importantes como a advertência para um eventual estado perigoso da estrutura, comprometimento do desempenho da edificação, constrangimento psicológico em que a manifestação exerce sobre os usuários, além da motivação de grandes polêmicas teóricas e de infundáveis demandas judiciais (THOMAZ, 1989).

Nas alvenarias, sistema construtivo mais difundido no mundo devido ao baixo custo e facilidade de execução, a incidência de anomalias resultantes em trincas e fissuras é alta. Esse fato pode ser explicado devido ao avanço dos sistemas construtivos e computacionais que acarretaram na utilização de estruturas mais deformáveis, ao passo que as vedações comumente vistas e utilizadas nas construções atuais se tornaram cada vez mais frágeis (blocos de concreto ou cerâmico), impedindo, portanto, que a alvenaria tenha a capacidade resistente para suportar transferências de cargas (CAPORRINO, 2015).

O aparecimento de trincas ou fissuras ocorre a partir de processos aleatórios, mas que são originados na maioria das vezes por fenômenos físicos, químicos ou mecânicos. O grande número de variáveis envolvidas no processo com combinações complexas são de difícil entendimento e explica o surgimento dos problemas relacionados à fissuração (THOMAZ, 1989).

Nas alvenarias destinadas à vedação, que não são projetadas para resistir à atuação de cargas verticais, essas anomalias podem surgir e serem influenciadas através de várias causas como a incidência de sobrecargas provenientes de elementos estruturais, aplicação de solicitações de tração, flexão e cisalhamento (tipos de tensões que as alvenarias não são capazes de resistir) e diferença de comportamento dos materiais que compõem as alvenarias (CAPORRINO, 2015).

Ainda segundo Caporrino (2015), as causas, agentes, origem e comportamento da manifestação patológica podem ser evidenciados a partir da configuração da fissuração. Dessa forma, o estudo com o intuito de aprofundar no conhecimento referente aos seus mecanismos de formação, configurações típicas e fatores que as ocasionam se torna uma importante ferramenta no auxílio da prevenção e recuperação desse tipo de problema em uma edificação.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho é analisar e apresentar propostas corretivas de fissuras e trincas manifestadas em alvenarias de vedação em uma edificação escolar no Vale do Jequitinhonha.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Realizar revisão bibliográfica acerca de manifestações patológicas oriundas do aparecimento de fissuras e trincas em alvenarias de vedação;
- Contribuir com a disseminação de conhecimento técnico referente a pesquisa e estudo dos mecanismos de formação, fatores e configurações típicas que ocasionam o aparecimento de fissuração em alvenarias de vedação;
- Auxiliar profissionais da área na prevenção e recuperação de trincas e fissuras em paredes de alvenaria de vedação em uma edificação;
- Desenvolver um estudo de caso, com o intuito de analisar e propor medidas corretivas de fissuras e trincas em uma edificação escolar no Vale do Jequitinhonha;
- Apresentar um resumo contendo etapas essenciais a serem observadas a fim de evitar o aparecimento de fissuras e trincas, tendo como base as anomalias identificadas no estudo de caso.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Patologias das edificações

Segundo Caporrino (2015), a palavra patologia é de origem grega derivada de *phatos* e *logia*, que significam respectivamente, doença e estudo. Portanto, a patologia de um modo geral é o estudo das doenças, como estado anormal de causa conhecida ou desconhecida nas mais variadas áreas do conhecimento. Na engenharia ela é conhecida como patologia das edificações e tem como intuito estudar as manifestações patológicas que possam ocorrer em uma construção.

Manifestações patológicas em edificações ocorrem desde os primórdios das construções, porém, o fato preocupante é o seu crescimento em quantidade, variedade e frequência (ADDLESON, 1982).

De acordo com Campante (2001), as manifestações patológicas nas construções ocorrem quando algum componente ou estrutura deixa de apresentar o desempenho esperado em um determinado momento de sua vida útil, fazendo com que os mesmos não atendam as suas funções e às necessidades dos usuários. Dessa forma, uma manifestação patológica surge quando há uma queda precoce de desempenho por meio de erros de planejamento, especificação, execução, uso e/ou projetos.

Eldridge (1982), afirma que a gama de variedades de razões para as anomalias nas construções não são surpreendentes, pelo fato do emprego de grande e diversificada quantidade de materiais e técnicas presentes em uma construção, a multiplicidade de usos das edificações, além dos erros de projetos e execução.

Dentre as manifestações patológicas presentes em uma edificação, a incidência do surgimento de fissuras ou trincas é uma das anomalias mais comuns encontradas em edifícios. Segundo Thomaz (1989), a preocupação com o surgimento de trincas ou fissuras é de suma importância pelo fato das mesmas terem a capacidade de indicar possíveis problemas estruturais, de comprometer o desempenho da edificação e causar constrangimento aos usuários.

As fissuras em alvenaria podem ter origem através de vários fatores, como: excessivo carregamento sobre paredes, variações de temperatura, retração de blocos ou outros

elementos de concreto, deformação de elementos de estrutura atuando nas paredes, recalques de fundações e reações químicas caracterizadas por expansão volumétrica (DUARTE, 1998).

Ainda segundo Duarte (1998), as alvenarias apresentam bom desempenho à solicitação de compressão, comportamento contrário quando as mesmas são solicitadas por tensões de flexão, cisalhamento e tração. Dessa forma, grande parte das fissurações incidentes sobre às alvenarias são causadas pelos três tipos de tensões citadas acima.

Thomaz (1989), afirma que classificar e compreender as causas e origem das manifestações patológicas é essencial para que sejam as devidas decisões relativas a prevenção e recuperação de anomalias relacionadas à fissuração de alvenaria.

### **3.2 Alvenarias**

Segundo Caporrino (2015), o sistema construtivo denominado como alvenaria é o mais difundido no Brasil e no mundo, sendo que sua vasta utilização se deve ao fato de que mesma se apresenta como uma solução de baixo custo e de fácil execução quando comparada a outros sistemas. As alvenarias podem ser definidas como conjuntos compostos de unidades menores, que podem ser unidas ou não por material ligante, justapostas em camadas horizontais, que se sobrepõem umas às outras.

As unidades que compõem as alvenarias são os materiais pétreos, naturais ou artificiais. No Brasil a constante evolução dos materiais destinados à construção fizeram com que fossem inseridos e comumente utilizados os tradicionais tijolos cerâmicos maciços e furados, blocos cerâmicos vazados, blocos de concreto, blocos silício – calcários, entre outros.

A qualidade e resistência das alvenarias podem ser mensuradas e influenciadas por propriedades dos componentes que as constituem, como: resistência a compressão, a resistência a tração, o módulo de elasticidade, a taxa de absorção inicial, coeficiente de dilatação térmica, dimensões e massa específica aparente (SILVA e ABRANTES, 1998).

O surgimento de fissuras e trincas em alvenarias é comum nas construções, as mesmas podem ser influenciadas por alguns fatores como a ausência ou falhas de detalhamentos

em projetos executivos, mão de obra desqualificada, controle de qualidade de materiais, erros durante a execução, falhas de planejamento e execução.

Segundo Monteiro (2004), outro fato importante é de que atualmente as estruturas são mais esbeltas se comparadas à estruturas do passado, características que as conferem grande deformabilidade, ao passo de que as vedações foram ficando mais frágeis e sujeitas ao aparecimento de anomalias quando solicitadas além de sua capacidade resistente.

Thomaz e Helene (2000), afirmam que devido a irreversível tendência da flexibilização das estruturas dos edifícios, é necessário realizar o controle e adequação das deformações impostas através de dispositivos como juntas, encunhamentos e outras formas de técnicas que possam evitar, desde a fase de projeto, as fissuras e outras anomalias, permitindo um trabalho harmônico entre as estruturas.

### **3.2.1 Alvenarias estruturais**

As alvenarias podem ser classificadas segundo a sua finalidade como alvenaria estrutural e de vedação. A alvenaria estrutural é caracterizada pela utilização de paredes constituídas de tijolos ou blocos de concreto unidos por argamassa e que atendam os requisitos mínimos portantes, as mesmas compõem de forma simultânea subsistemas com função de suporte estrutural e de vedação, que resistem a cargas verticais da edificação e absorvem ações secundárias. Para que seja realizado o devido dimensionamento a partir do cálculo das cargas a serem suportadas pelas mesmas se torna imprescindível a utilização da ABNT NBR 15961:2011 para esse tipo de alvenaria.

### **3.2.2 Alvenarias de vedação**

Segundo Caporrino (2015), a alvenaria de vedação ou alvenaria não estrutural tem as seguintes finalidades:

- Compartimentar ambientes sejam eles externos ou internos;
- Resistir ao seu peso próprio, às pequenas cargas de ocupação, às cargas de ventos, às solicitações de tentativa de intrusão, à certo nível de impacto sem entrar em ruína e à ação do fogo.

Esse tipo de alvenaria não é projetado para resistir à atuação de forças verticais, fato que explica muitas vezes a grande incidência de formação de fissuras ou trincas devido a atuação de sobrecargas sobre as paredes, que não são capazes de responder de forma eficaz às solicitações de tração, flexão e cisalhamento. A diferença de comportamento entre argamassas e unidades que compõem as alvenarias também exerce uma grande contribuição para formação de fissurações (CAPORRINO, 2015).

No Brasil a utilização de alvenaria de vedação é bastante difundida com o intuito de fechar ou compartimentar um ambiente, assegurando segurança, conforto, e habitabilidade à edificação. A sua execução requer uma demanda de aprimoramento e técnicas a fim de atender às necessidades de industrialização e racionalização da construção (NASCIMENTO, 2002).

### **3.3 Argamassas de assentamento**

A argamassa é definida pela ABNT NBR 13281:2005 como sendo uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, que podem conter ou não aditivos ou adições, com propriedade de aderência e endurecimento, podendo ser dosada na obra ou industrializada.

A função que a parede exercerá, bem como as condições de exposição da mesma e o tipo do bloco utilizado irão determinar o tipo de argamassa a ser utilizada, sendo que a mais comum é o emprego de argamassa mista, constituída de cimento, cal e areia (RAUBER, 2005). De acordo com a ABNT NBR 13529:2013, podem ser classificadas de acordo com a sua natureza, tipo, número de aglomerantes, propriedades especiais, função no revestimento, forma de preparo e fornecimento.

Segundo Jaworoski (1990), a argamassa de assentamento tem as funções de unir de forma solidária os componentes de alvenarias, ajudando-os a resistir a esforços laterais, distribuir uniformemente as cargas atuantes na parede por toda a área resistente dos componentes, absorver as deformações naturais da alvenaria que possam ocorrer, selar juntas a fim de conferir estanqueidade. De acordo com Caporrino (2015), sua espessura deve ser de 10 mm, podendo variar entre 8 mm a 14 mm para eventuais ajustes de modulação.

Para que as funções mencionadas acima sejam atendidas, as argamassas devem apresentar propriedades como trabalhabilidade em seu estado fresco, capacidade de retenção de água, resistência adequada, boa aderência aos componentes de alvenaria, durabilidade e flexibilidade (JAWOROSKI, 1990).

De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), a resistência à compressão das argamassas é considerada insignificante para a resistência à compressão da parede, essa afirmação pode ser explicada pelo fato de que as argamassas de assentamento representarem um volume aproximado de somente 20% da parede, sendo que 80% são representados pelas unidades componentes de alvenaria (DUARTE, 1999).

Ramalho e Corrêa (2003), afirmam que a plasticidade da argamassa é uma importante propriedade, devido a capacidade da mesma ser responsável pela transferência das tensões de modo uniforme de uma unidade à outra.

### 3.4 Definições de trincas e fissuras

Trincas e fissuras são pequenas aberturas que podem surgir em elementos e sistemas construtivos constituintes de uma edificação. Não existe um consenso na literatura a respeito de suas definições quanto a espessura da abertura, como exemplo disso, segue a Tabela 3.1 que resume as definições das aberturas de acordo com sua espessura encontradas em normas brasileiras.

Tabela 3.1: Definição de trincas e fissuras de acordo com espessura das aberturas

<b>ABNT NBR 9575:2003 Impermeabilização – Seleção e Projeto</b>	<b>ABNT NBR 15575:2013 Edificações habitacionais - Desempenho</b>
Fissuras – Aberturas com espessura inferior ou igual a 0,5 mm	Fissuras – Aberturas com espessura inferior a 0,6 mm
Trincas – Aberturas com espessura superior 0,5 mm e inferior a 1 mm	Trincas – Aberturas com espessura igual ou superior a 0,6 mm

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 9575:2003 e ABN NBR 15575:2013

Além da classificação quanto à espessura da abertura, Duarte (1998) cita que existem outros tipos de critérios que podem classificar as fissuras manifestadas em paredes de alvenaria, como exemplo, podem ser citadas as classificações da fissura segundo sua atividade e forma.

Segundo sua atividade, as fissuras podem ser classificadas em ativas e inativas ou estabilizadas. As fissuras ativas apresentam variação de abertura em um determinado período de tempo, podendo apresentar comportamento cíclico e/ou crescente de acordo

com a sua causa, que geralmente são de origem térmica ou causadas por recalque de fundação. As fissuras inativas ou estabilizadas não apresentam variações de abertura ao longo do tempo, geralmente são causadas por solicitações externas constantes oriundas de sobrecargas ou fundações estabilizadas (MAGALHÃES, 2004).

Segundo sua forma, as fissuras podem ser classificadas em isoladas e disseminadas. As fissuras isoladas seguem uma direção predominante, seja ela acompanhando as juntas de argamassa, partindo componentes, seguindo fiadas horizontais ou verticais, ou até mesmo percorrendo o trecho correspondente à interface entre componente e junta de argamassa. As fissuras disseminadas se apresentam como a forma de uma rede de fissuras, sendo comumente encontrada e manifestada em revestimentos argamassados (MAGALHÃES, 2004).

### **3.5 Fissurações em alvenaria**

Segundo Ioshimoto (1988), o estudo das fissurações manifestadas em alvenaria é capaz de proporcionar um conhecimento aprofundado de seus mecanismos de formação, causas prováveis, medidas corretivas e de prevenção, através dessa afirmação foi reunido no presente trabalho as diversas manifestações típicas de fissuras em alvenaria, adotando a classificação das mesmas a partir de suas causas mais comuns.

#### **3.5.1 Fissuras causadas por variações térmicas**

As variações de temperatura sazonais e diárias incidem nos elementos constituintes de uma estrutura, originando movimentos de retração e contração nos materiais. Esses movimentos são restringidos por vinculações existentes nos elementos, das quais, resultam em tensões que podem originar fissuras (THOMAZ, 1989).

Thomaz (1989), afirma que vários fatores estão relacionados com as movimentações térmicas de um material, como propriedades físicas, intensidade da variação da temperatura, tipo de vinculação em que a estrutura está submetida, entre outros. Nas alvenarias as fissuras se manifestam por meio da combinação e ação desses fatores sobre as mesmas ou em elementos da construção que estão estritamente relacionados a elas (MAGALHÃES, 2004).

Segundo Sabbatini (1984), as fissuras de origem térmica são de difícil reparo, pelo fato de possuírem comportamento cíclico e variável, sendo que geralmente comprometem alguma exigência essencial, como o temor à segurança ou habitabilidade.

De acordo com Caporrino (2015), esse tipo de fissura é encontrada com mais frequência em alvenarias do último pavimento de edificações devido a atuação das solicitações oriundas das movimentações da laje de cobertura que normalmente se encontra em grande exposição às variações de temperatura. Para que os efeitos sejam minimizados algumas medidas podem ser tomadas como isolamento térmico da laje, proteção contra insolação, tornar o apoio da laje deslizante, utilizar encunhamento flexível, aplicar tela na argamassa de revestimento, entre outros.

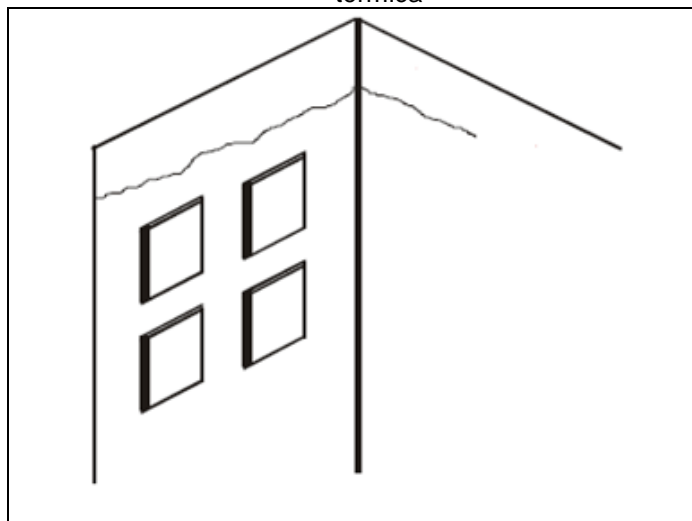
#### **3.5.1.1 Lajes de cobertura sobre paredes**

Como dito anteriormente as lajes de cobertura estão mais sujeitas às mudanças térmicas devido a sua exposição. De acordo com Thomaz (1989), alguns fatores contribuem para o aparecimento de fissuras nesse tipo de causa: existência da diferença nos coeficientes de expansão térmica dos materiais construtivos desses componentes, visto que o coeficiente de dilatação térmica linear do concreto ser aproximadamente duas vezes maior que o das alvenarias utilizadas comumente, a ocorrência da movimentação diferenciada entre elementos horizontais e verticais e vinculação normalmente existente entre lajes e paredes.

As movimentações da laje provocadas pela variação de temperatura introduzem tensões de tração e cisalhamento nas paredes, sendo que as fissuras se desenvolvem quase que exclusivamente nas paredes, resultando nas configurações típicas exemplificadas pelas Figuras 3.1 a 3.3.

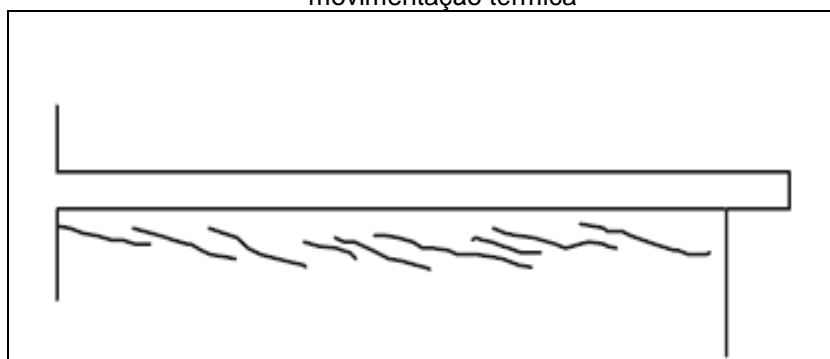
Verçosa (1991) destaca que dependendo das dimensões da laje, natureza dos materiais constituintes das paredes, grau de vinculação entre paredes e laje e da eventual presença de aberturas, as fissuras poderão surgir em regiões naturalmente enfraquecidas, próximas às aberturas e topo das paredes, em direção inclinada, conforme a Figura 3.4.

Figura 3.1: Fissura horizontal entre interface da laje de cobertura e parede devido à movimentação térmica



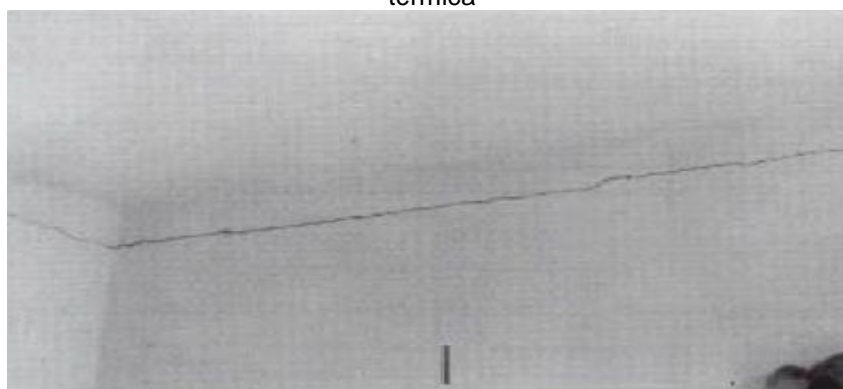
Fonte: Duarte (1998)

Figura 3.2: Fissuras inclinadas (escamas) entre interface da laje de cobertura e parede devido à movimentação térmica



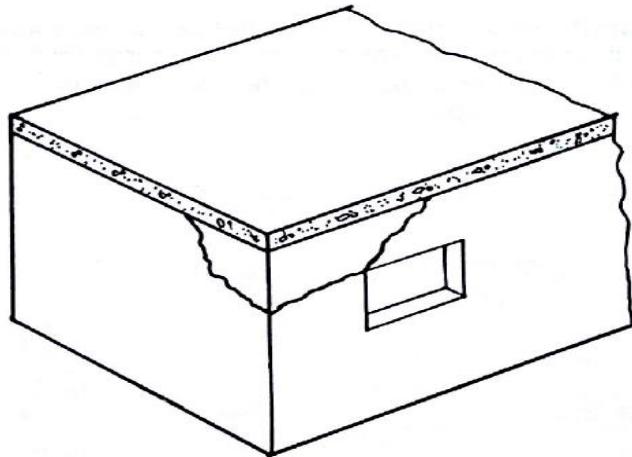
Fonte: Verçosa (1991)

Figura 3.3: Fissura horizontal entre interface da laje de cobertura e parede devido à movimentação térmica



Fonte: Thomaz (1989)

Figura 3.4: Fissura inclinada devido à movimentação térmica

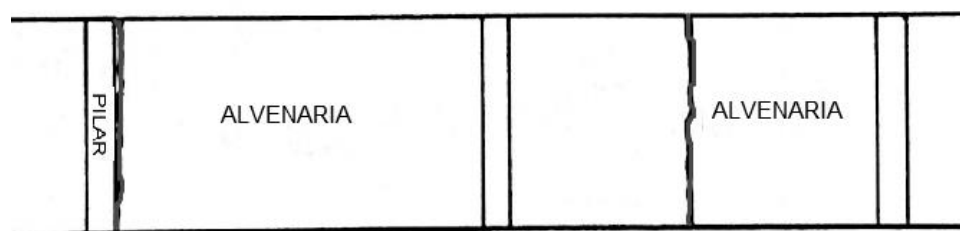


Fonte: Thomaz (1989)

### 3.5.1.2 Movimentações térmicas em muros

Conforme ilustrado na Figura 3.5, as fissuras tipicamente verticais podem surgir devido a movimentações térmicas em muros muito extensos. As fissuras geralmente manifestam-se a cada 4 a 5 metros, devido a natureza dos componentes de alvenaria, podendo surgir nos encontros de alvenaria com pilares ou no próprio corpo da alvenaria (THOMAZ, 1989).

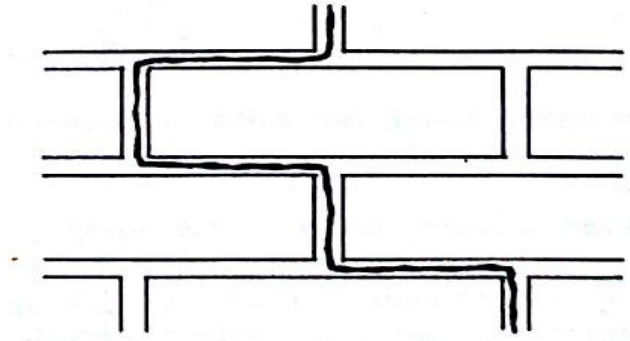
Figura 3.5: Fissuras verticais nos encontros entre pilares e alvenaria e no próprio corpo da alvenaria



Fonte: Thomaz (1989)

Segundo Thomaz (1989), geralmente as fissuras originadas por essa causa iniciam-se na base do muro devido às restrições que a fundação impõe à sua livre movimentação. As fissuras podem acompanhar as juntas de assentamento (Figura 3.6) ou se estenderem através dos componentes de alvenaria (Figura 3.7). No primeiro caso a resistência à tração dos componentes de alvenaria é superior a resistência à tração da argamassa ou à tensão de aderência argamassa/blocos.

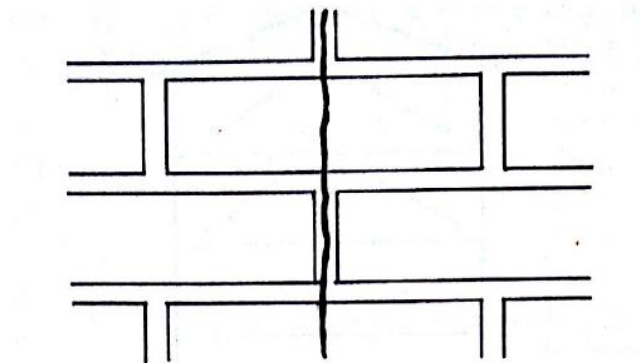
Figura 3.6: Fissura vertical acompanhando as juntas de assentamento



Fonte: Thomaz (1989).

No segundo caso a resistência à tração dos componentes de alvenaria é igual ou inferior à resistência à tração da argamassa.

Figura 3.7: Fissura vertical se estendendo através dos componentes de alvenaria



Fonte: Thomaz (1989)

### 3.5.1.3 Fissuras de destacamento por movimentação térmica

Esse tipo de fissuração ocorre quando a movimentação térmica da estrutura gera o deslocamento entre alvenarias e o reticulado estrutural, ocasionado o aparecimento de fissuras verticais e horizontais em sua interface, como podem ser visualizadas conforme Figura 3.8 (DUARTE, 1998).

Figura 3.8: Aparecimento de fissuras horizontais e verticais devido ao destacamento entre estrutura e alvenaria



Fonte: Thomaz (1989)

### **3.5.2 Fissuras causadas por sobrecargas**

Segundo Thomaz (1989), a fissuração de componentes como pilares, vigas e pilares pode ser originada pela atuação de sobrecargas.

Particularmente, nas paredes de alvenaria as fissuras causadas por sobrecargas são originadas por excessivos carregamentos verticais de compressão (MAGALHÃES, 2004).

A configuração típica desse tipo de fissuração é predominantemente vertical, sendo que o mecanismo de ruptura é através do surgimento das fissuras por tração nos tijolos decorrentes de esforços horizontais provocados pela argamassa de assentamento submetida à sobrecarga axial (MAGALHÃES, 2004). Além da configuração típica citada, as fissuras podem ser observadas adotando direções horizontais devido ao esmagamento da junta de argamassa, ruptura dos componentes ou flexocompressão e em direções inclinadas a partir dos pontos de aplicação de cargas ou em cantos de aberturas (DUARTE, 1998).

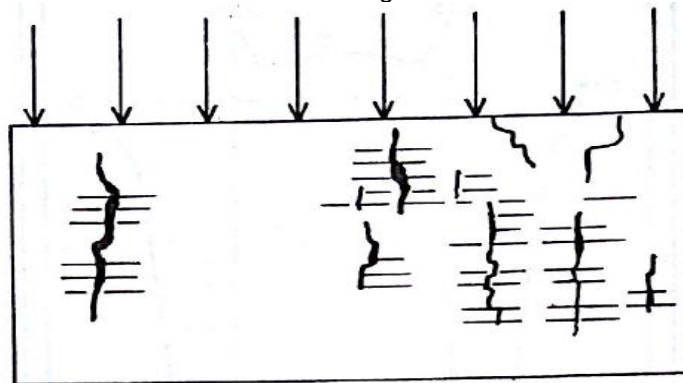
Segundo Thomaz (1989), alguns fatores influenciam na fissuração e na resistência final de uma parede de alvenaria submetida a esforços axiais de compressão, como exemplos podem ser citados a resistência mecânica dos componentes de alvenaria e argamassa de assentamento, módulos de deformação longitudinal e transversal dos componentes de alvenaria e argamassa, aderência, retenção de água, esbeltez da parede, regularidade e tipo de junta de assentamento, espessura da parede, entre outros.

### 3.5.2.1 Fissuras verticais provocadas por sobrecargas

O mecanismo do caso mais típico de formação de fissuras verticais provocadas por sobrecarga se inicia quando o componente de alvenaria está sendo submetido a um excessivo carregamento axial de compressão, provocando um esforço de tração transversal na interface entre o componente de alvenaria e junta de argamassa, esse esforço faz com que a junta se deforme transversalmente. Dessa forma, as fissuras verticais se manifestam devido a indução de tensões de tração horizontais nas faces dos componentes, causadas pela aderência entre componente de alvenaria e junta de argamassa (MAGALHÃES, 2004).

Thomaz (1989) cita que outra causa para o surgimento de fissuras verticais em alvenaria causadas por sobrecargas são as solicitações locais de flexão nos componentes de alvenaria. A Figura 3.9 apresenta a configuração típica desse tipo de fissuração.

Figura 3.9: Fissuras verticais em paredes contínuas e sem abertura devido a atuação de sobrecargas



Fonte: Thomaz (1989)

### 3.5.2.2 Fissuras horizontais provocadas por sobrecargas

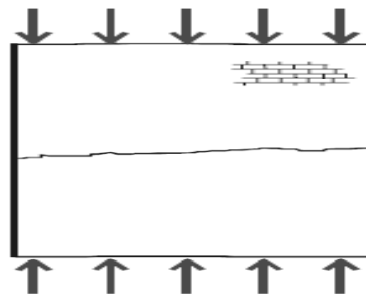
A ruptura por compressão dos componentes de alvenaria, juntas de argamassa ou dos septos dos tijolos e blocos de furos horizontais é a principal causa para a ocorrência de aparecimento de fissuras horizontais por sobrecargas originadas através do excessivo carregamento de compressão na parede (THOMAZ, 1989), conforme Figura 3.10.

De acordo com Sahlin (1971), esse tipo de fissuração pode ocorrer também devido à solicitações de flexocompressão em paredes de alvenaria, que são geradas através de carregamentos excêntricos, fazendo com que haja a manifestação de fissuras horizontais

nas faces tracionadas ou na face comprimida por ruptura dos elementos constituintes da alvenaria.

A resistência dos materiais utilizados é de extrema importância para que seja evitada a fissuração, a observância dessa propriedade é um fator condicionante para evitar a ruptura por esmagamento quando a estrutura é comprimida (MAGALHÃES, 2004).

Figura 3.10: Fissura horizontal em paredes contínuas e sem abertura devido a atuação de sobrecargas

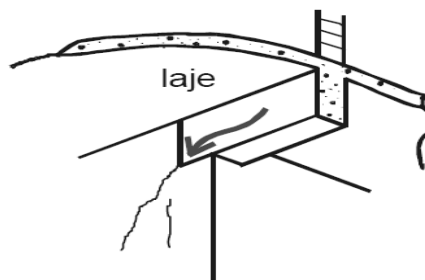


Fonte: Duarte (1998)

### 3.5.2.3 Fissuras provocadas por sobrecargas em apoios

Esse tipo de fissuração se manifesta quando ocorre a solicitação de cargas verticais de compressão concentradas, de forma que as mesmas excedam a capacidade resistente dos componentes de alvenaria no ponto de apoio (MAGALHÃES, 2004). Segundo Thomaz (1989) e Duarte (1998), as fissuras se apresentam em direções horizontais, verticais e/ou diagonais a partir do ponto de apoio em que esteja ocorrendo a aplicação da carga (Figura 3.11), sendo que os mecanismos de formação das mesmas são semelhantes aos já explicitados nas fissuras verticais e horizontais causadas por sobrecargas nas alvenarias.

Figura 3.11: Fissura provocada por sobrecargas em apoio



Fonte: Duarte (1998)

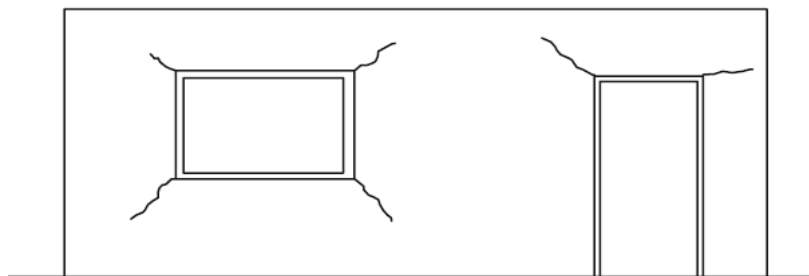
### 3.5.2.4 Fissuras por sobrecargas em torno de aberturas

A ocorrência de fissuras em torno de aberturas em paredes de alvenaria descontínuas, conforme exemplificado através da Figura 3.12, advém de carregamentos excessivos de compressão sobre as mesmas, provocando a formação de fissuras a partir do vértice das aberturas (THOMAZ, 1989).

Ainda segundo Thomaz (1989), vários fatores podem influenciar nas características das configurações em que as fissuras surgem como as dimensões das paredes e aberturas, materiais constituintes da parede, dimensão e rigidez de vergas e contravergas, deformação da alvenaria e de seu suporte.

De acordo com Caporrino (2015), uma das alternativas utilizadas a fim de evitar o aparecimento de fissuras causadas por sobrecargas em torno de aberturas é a utilização de vergas e contravergas incorporadas à alvenaria com o intuito de distribuição das tensões que tendem a se concentrarem nos vértices das aberturas, sejam elas, portas ou janelas.

Figura 3.12: : Fissuras provocadas por sobrecargas em torno de aberturas



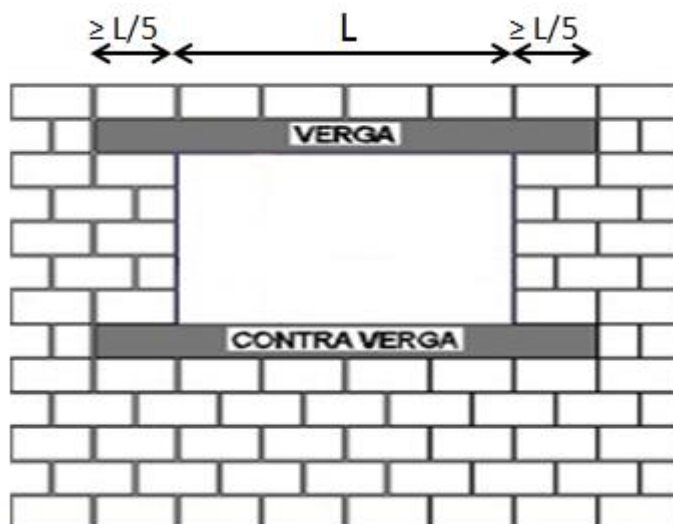
Fonte: Thomaz (1989)

Silva (2003) e Caporrino (2015) ressaltam que as vergas e contravergas podem ser executadas de diversas maneiras, de acordo com a função da organização da obra e disponibilidade de mão de obra, sendo que as mesmas devem ser corretamente dimensionadas, levando em consideração as cargas atuantes sobre as paredes com aberturas e extensão do vão e da parede.

Segundo Silva (2003) as vergas bem executadas evitam o aparecimento de fissuras por efeito de cisalhamento e as contravergas têm a função de absorver as tensões de tração na flexão.

De acordo com Caporrino (2015), para que seja previsto um bom desempenho das alvenarias de vedação com aberturas, o dimensionamento ideal de acordo com a Figura 3.13 deve ser seguido para a execução de vergas e contravergas.

Figura 3.13: Dimensionamento de vergas e contravergas



Fonte: Adaptado de Caporrino (2015)

### 3.5.3 Fissuras causadas por recalques de fundações

As fissuras oriundas por meio de recalque de fundações se manifestam quando ocorrem movimentações diferenciais nas fundações que são superiores à capacidade resistente das paredes de alvenaria. Segundo Thomaz (1989), sob efeito de cargas externas todos os solos se deformam, sendo que, tensões de grande intensidade são introduzidas na estrutura se as deformações apresentarem características diferenciais ao longo do plano das fundações, proporcionando o aparecimento de fissuras. Cada tipo de solo apresenta uma característica referente a sua deformabilidade e capacidade de carga que dependem diretamente da posição do lençol freático, da intensidade da carga, do tipo de fundação, forma, dimensões, profundidade e interferência do entorno.

Pelas características de possuírem baixa resistência à flexão e ao cisalhamento, além de serem estruturas rígidas com pouca tolerância em absorção de deformações, as alvenarias apresentam fissuras à mínima deformação ocorrida por recalque de fundações (DUARTE, 1998).

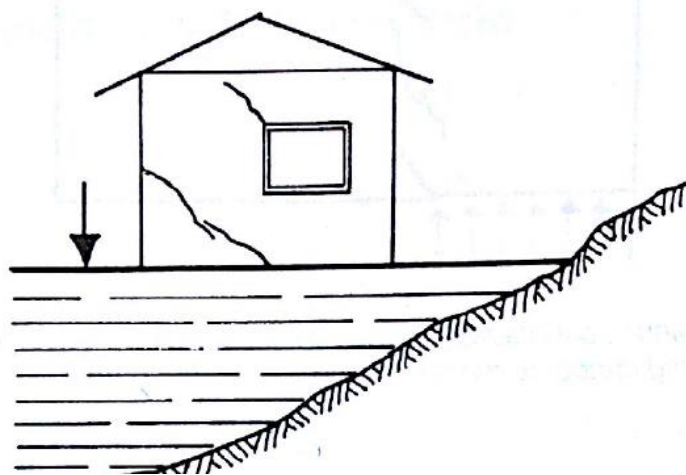
Falhas nas estruturas de fundação podem contribuir para a geração de recalques, que muitas vezes são acarretadas pela degradação estrutural por deterioração de elementos pétreos, argamassas ou concretos, pela corrosão de armaduras ou reações químicas causadas pela ação do solo ou de águas agressivas, deficiência de projeto ou execução, deformabilidade excessiva, ruptura de estrutura de fundação, entre outros. (MANÃ, 1978; MAGALHÃES, 2004).

De acordo com Duarte (1998), as fissuras causadas por recalque de fundações possuem configurações variadas e de difícil análise devido aos diversos fatores que as podem causar. Como características predominantes podem ser citadas sua orientação inclinada, com localização geralmente próxima ao pavimento térreo da construção e aberturas maiores quando comparadas a outras causas de fissuração em alvenarias (THOMAZ, 1989; DUARTE 1998).

Thomaz (1989) sugere como forma de prevenção para esse tipo de fissuração o estudo durante a elaboração do projeto de fundação das propriedades de solo, sendo que as mesmas podem ser conhecidas através de sondagens de simples reconhecimento. Após o conhecimento dos resultados é possível utilizá-los para que seja realizada a escolha de um tipo de fundação apropriada para tal terreno.

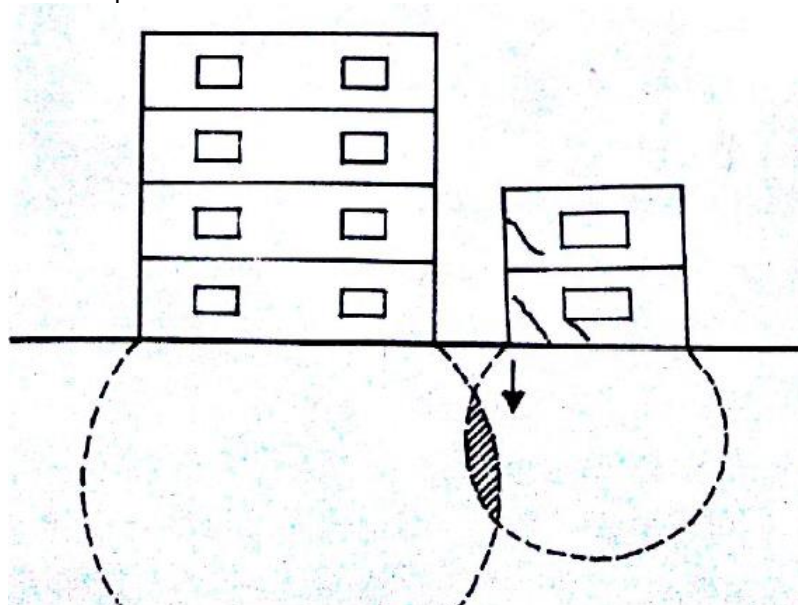
Por meio das Figuras 3.14 e 3.15 é possível perceber que as fissuras geralmente apontam para a parte da estrutura que não sofreu recalque, sendo que essa observação se torna importante para análise e entendimento da causa das mesmas.

Figura 3.14: Manifestação característica de fissuras provocadas por recalque de fundações



Fonte: Thomaz (1989)

Figura 3.15: Manifestação característica de fissuras provocadas por recalque de fundações provenientes da interferência de bulbo de tensões



Fonte: Thomaz (1989)

#### 3.5.4 Fissuras causadas por deformação de elementos estruturais

Segundo Duarte (1998) e Thomaz (1989), as tensões de cisalhamento, compressão e tração nas paredes de alvenaria podem ser introduzidas pela deformação dos elementos estruturais (vigas e lajes), fato que provoca o aparecimento de fissuras nas paredes devido a sua constituição rígida que não tem a capacidade de acompanhar as movimentações da estrutura.

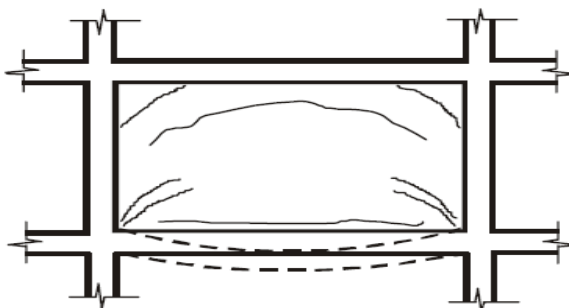
A flexão de elementos estruturais como vigas e lajes é a principal influência de deformação em estruturas de concreto armado, sendo que a mesma ocorre devido a ação do peso próprio, cargas permanentes e acidentais, deformação lenta do concreto e cargas laterais (MASSETO e SABBATINI, 1998; MAGALHÃES, 2004).

Segundo Thomaz (1989), na fase de projeto devem ser observados todos os fatores que possam evitar a deformabilidade dos elementos estruturais. A ABNT NBR 6118:2014, por exemplo, estipula as máximas flechas permissíveis para vigas e lajes, a fim de que as deformações não sejam prejudiciais à estrutura ou a outras partes da construção.

As configurações típicas de manifestação desse tipo de fissuração podem se apresentarem de diversas formas de acordo com os elementos deformados, as Figuras

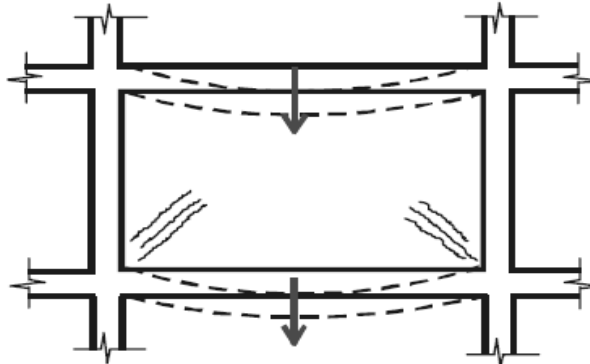
3.16 a 3.18 representam os tipos mais comuns de fissuras causadas por deformação de elementos estruturais.

Figura 3.16: Fissuras provocadas pela deformação excessiva de elemento estrutural inferior em paredes sem aberturas



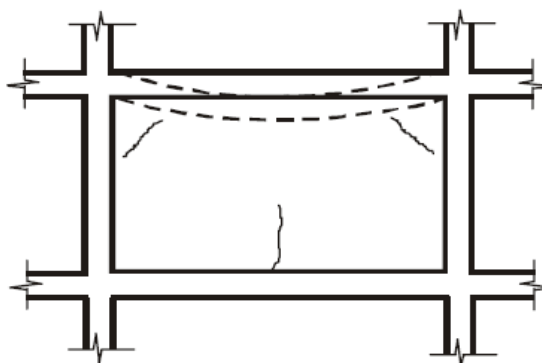
Fonte: Duarte (1998)

Figura 3.17: Fissuras provocadas pela deformação conjunta de elementos estruturais inferiores e superiores em paredes sem aberturas



Fonte: Duarte (1998)

Figura 3.18: Fissuras provocadas pela deformação excessiva de elemento estrutural superior em paredes sem aberturas



Fonte: Duarte (1998)

### 3.5.5 Fissuras causadas por movimentação higroscópicas

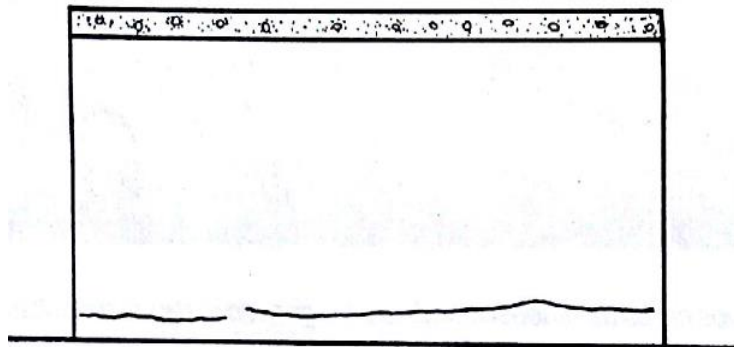
As variações dimensionais dos materiais de construção podem ser provocadas por mudanças higroscópicas, sendo que o aumento e diminuição da umidade influenciam na expansão e contração dos mesmos.

Segundo Thomaz (1989), a umidade pode ter acesso aos materiais construtivos através da produção dos componentes, da própria produção da obra, do ar ou fenômenos meteorológicos e do solo. A absorção de água por um material depende da porosidade e capilaridade do mesmo, sendo que a capilaridade exerce uma grande importância na regência da variação do teor de umidade.

As configurações típicas desse tipo de fissuração se assemelham às fissuras causadas por movimentações térmicas, visto que ambas apresentam os mesmos mecanismos de formação.

Uma configuração típica comumente encontrada é o aparecimento de fissuras horizontais nas bases das paredes devido a falta ou má execução de impermeabilização, conforme Figura 3.19. O mecanismo de formação desse tipo de fissura se baseia na absorção de umidade dos componentes de alvenaria pelo contato direto com o solo. Com absorção de umidade os componentes de alvenaria podem sofrer expansão e gerar movimentações diferenciadas entre fiadas de alvenaria ou entre tijolos e junta de argamassa, ocasionando geralmente o aparecimento de eflorescências (DUARTE, 1998; THOMAZ, 1989).

Figura 3.19: Fissura provocada pela expansão de alvenaria pelo efeito da umidade



Fonte: Thomaz (1989)

### 3.5.6 Fissuras causadas por erros na execução de detalhes construtivos

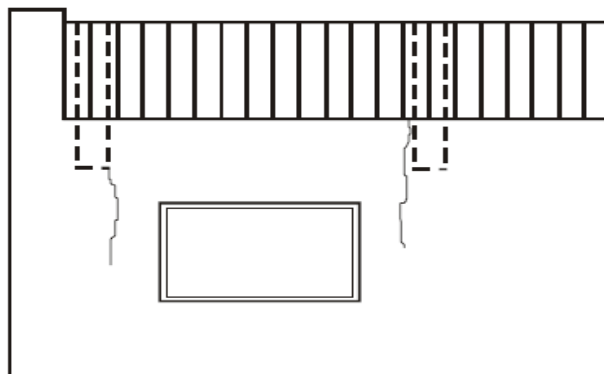
De acordo com Magalhães (2004), erros ou deficiências na execução de detalhes construtivos são causas para aparecimento de alguns tipos de fissuras características oriundas da não observância das propriedades físicas e químicas dos materiais, de falhas na elaboração de projetos de detalhamentos e da execução incorreta dos componentes de alvenarias.

Ainda segundo Magalhães (2004), alguns fatores influenciam diretamente no aparecimento de fissuras e trincas, como o contato de paredes de alvenaria com elementos metálicos ou de madeira, presença de tubulação, deficiência de amarração e assentamento e ausência de projetos de detalhamento.

Como exemplo desse tipo de fissuração pode-se citar o aparecimento de fissuras causadas pela movimentação de elementos construtivos que se encontram em contato com paredes de alvenaria, as movimentações podem ser ocasionadas, por exemplo, pela dilatação térmica ou higroscópica da madeira, expansão por corrosão de elementos metálicos, ou deformação dos materiais metálicos e de madeira (Figura 3.20) vinculados às paredes de alvenaria (SAHLIN, 1971), sendo que essas movimentações são capazes de introduzir tensões na alvenaria, provocando fissuras na mesma (DUARTE, 1998).

Para esse tipo de fissuração não existem configurações típicas, pois a mesmas dependerão da forma com que os elementos se vinculam com as alvenarias.

Figura 3.20: Fissuras provocadas pela dilatação da estrutura de madeira do telhado (tesoura)



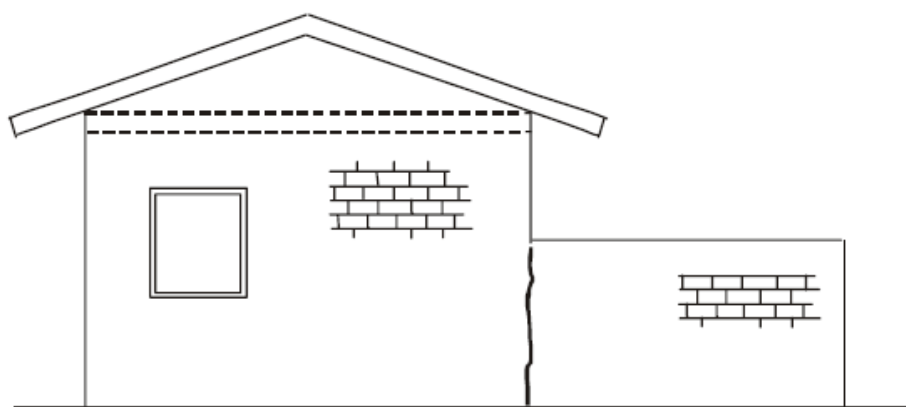
Fonte: Duarte (1998)

Outro tipo de fissuração muito comum é devido a ausência ou deficiência de amarração (Figura 3.21), que devem ser realizadas entre unidades de alvenaria por meio de

entrelaçamento geométrico das mesmas, ou pela introdução de elementos metálicos nas juntas de argamassa durante o assentamento (MAGALHÃES, 2004).

Segundo Magalhães (2004), caso não seja executada uma amarração correta e eficiente, seja ela entre paredes ou entre paredes e estruturas, a região de encontro se tornará frágil, sendo suscetível ao aparecimento de fissuras na direção vertical e manifestadas pela associação de outros fenômenos como, variações térmicas, retração ou recalques.

Figura 3.21: Fissura vertical provocada pela deficiência de amarração



Fonte: Magalhães (2004)

#### **4. METODOLOGIA**

A metodologia realizada se baseou em estudos a partir de literaturas técnicas a fim de elaborar uma revisão bibliográfica acerca das diversas manifestações de fissuras e trincas em alvenarias de vedação, elaborando uma base teórica com o intuito de compará-la e amparar o estudo de caso realizado.

Para elaboração do estudo de caso foi escolhida uma edificação com fins educacionais em etapa de adequação e construção, localizada no Vale do Jequitinhonha, a mesma abrange basicamente salas de aulas, laboratórios, clínicas, gabinetes e áreas de vivências, totalizando aproximadamente 9000,00m<sup>2</sup> de área construída em concreto armado.

Por meio de visitas realizadas no local para compreensão e estudo do projeto disponibilizado do empreendimento, foi possível perceber a grande quantidade de manifestações patológicas nas paredes em alvenaria de vedação da edificação manifestadas por variadas causas. A partir da constatação dos problemas, as trincas e fissuras observadas no local foram registradas através de fotografias e analisadas quanto aos seus mecanismos de formação, causas, configurações típicas, possíveis proposições de medidas corretivas, entre outros fatores, sendo que a fundamentação para realização das análises foi possível através da revisão bibliográfica elaborada que proporcionou o aprofundamento técnico do assunto.

## **5. ESTUDO DE CASO**

### **5.1 Descrição e histórico do objeto de estudo**

A obra em análise é uma edificação escolar pública localizada no Estado de Minas Gerais na região do Vale do Jequitinhonha. A edificação teve sua primeira etapa de construção iniciada em meados do ano de 2010, após alguns anos de atividades e execução de serviços previstos para a mesma (execução de fundações, estruturas, alvenarias, entre outros), houve a paralisação da obra no ano de 2011, sendo necessário, portanto, a realização de uma segunda fase de construção que foi iniciada no ano de 2014 destinada à finalização da edificação. A estrutura do prédio em questão foi construída em concreto armado, as paredes de vedação são do tipo tijolo cerâmico e o mesmo é composto basicamente por salas de aula, laboratórios, gabinetes, clínicas e áreas de vivências, totalizando uma área construída aproximada de 9000 m<sup>2</sup>, dividida entre quatro pavimentos.

### **5.2 Identificação das manifestações patológicas**

Através de duas visitas realizadas no local durante a execução da segunda fase da construção da edificação, foi possível verificar a existência de diversas manifestações patológicas nas paredes em alvenaria de vedação. Segundo relatos da equipe técnica responsável pela obra, todas as fissuras ou trincas identificadas e relatadas neste trabalho se manifestaram durante o período em que a obra esteve paralisada. Conforme visto anteriormente, as fissuras ou trincas podem ser classificadas quanto a sua espessura por meio de duas normas brasileiras vigentes, a ABNT NBR 9575:2003 e ABNT NBR 15575:2013, pelo fato de ser mais recente, nesse estudo de caso será considerada a definição contida na ABNT NBR 15575:2013, portanto, todas as manifestações patológicas desse estudo de caso serão denominadas como trincas, pelo fato de que as fissurações identificadas apresentaram aberturas superiores a 0,6 mm.

Após a identificação, levantamento de subsídios e inspeção visual das fissurações encontradas, foi realizada uma análise técnica a partir de conhecimentos adquiridos através da revisão bibliográfica realizada, a fim de compreender as causas e origens das manifestações, além de propor medidas corretivas às mesmas.

As principais manifestações patológicas identificadas foram catalogadas e resumidas por meio de suas possíveis causas, local e quantidade de manifestação, como podem ser visualizadas através da Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Resumo das principais manifestações patológicas identificadas

<b>RESUMO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS IDENTIFICADAS</b>					
<b>Causa</b>	<b>Pavimento</b>				<b>Total</b>
	<b>1º</b>	<b>2º</b>	<b>3º</b>	<b>4º</b>	
Trincas causadas por sobrecargas em torno de aberturas	1	2	8	1	12
Trincas causadas por ineficiência ou ausência de encunhamento entre viga e alvenaria	–	2	3	6	11
Trincas causadas por ineficiência ou ausência de amarração entre paredes e pilares	–	1	1	4	6
<b>TOTAL DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS</b>					<b>29</b>

Fonte: Elaborada pelo Autor

### 5.2.1 Trincas causadas por sobrecargas em torno de aberturas

Foram identificadas doze incidências de trincas causadas por sobrecargas em torno de aberturas, considerando portas e janelas em todos os quatro pavimentos da edificação, as trincas oriundas desse tipo de causa correspondem a 41% da totalidade de trincas apresentadas no estudo de caso. A configuração típica da trinca pode ser visualizada através das Figuras 5.1 e 5.2, sendo que a fissuração se inicia a partir dos vértices dos vãos possuindo uma espessura média de 2 mm.

A trinca representada pela Figura 5.1 incide sobre uma porta da edificação possuindo um comprimento de 70 cm em direção ao teto, já as trincas representadas pela Figura 5.2 se iniciam a partir de um dos vértices das janelas com um comprimento de aproximadamente 40 cm em direção ao chão da edificação.

Foi constatado através da atual equipe técnica responsável presente na obra que durante a execução da primeira etapa da mesma não foi empregada a utilização de vergas e contravergas com o intuito de evitar o aparecimento desse tipo característico de fissuração pela atuação das tensões que tendem a concentrar em torno de vãos, sejam eles, portas ou janelas.

Como forma de proposições de medidas corretivas para a recuperação das trincas em questão é possível encontrar na literatura técnica algumas formas de reparações que se

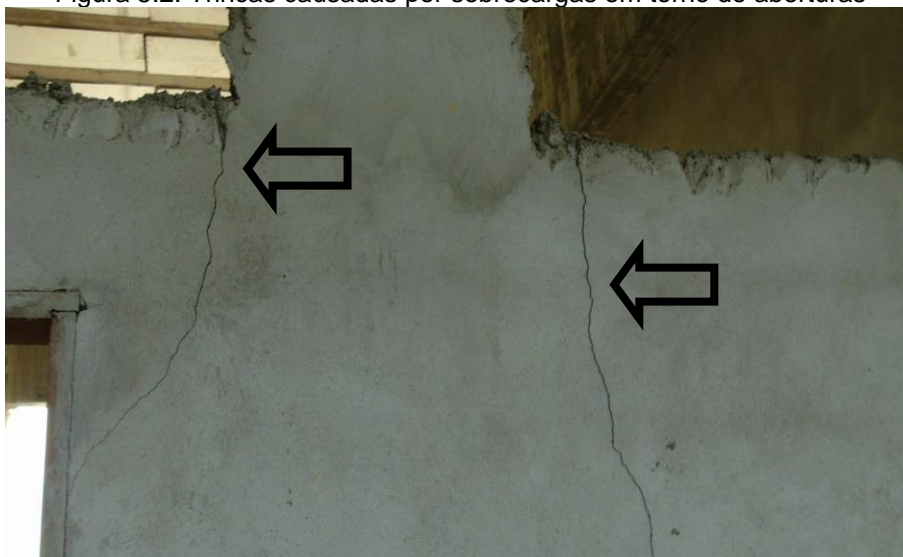
mostraram eficientes em componentes de alvenaria de vedação que se diferem no procedimento de reparo e que poderiam ser aplicáveis ao estudo de caso em questão.

Figura 5.1: Trinca causada por sobrecargas em torno de aberturas



Fonte: Foto do Autor

Figura 5.2: Trincas causadas por sobrecargas em torno de aberturas



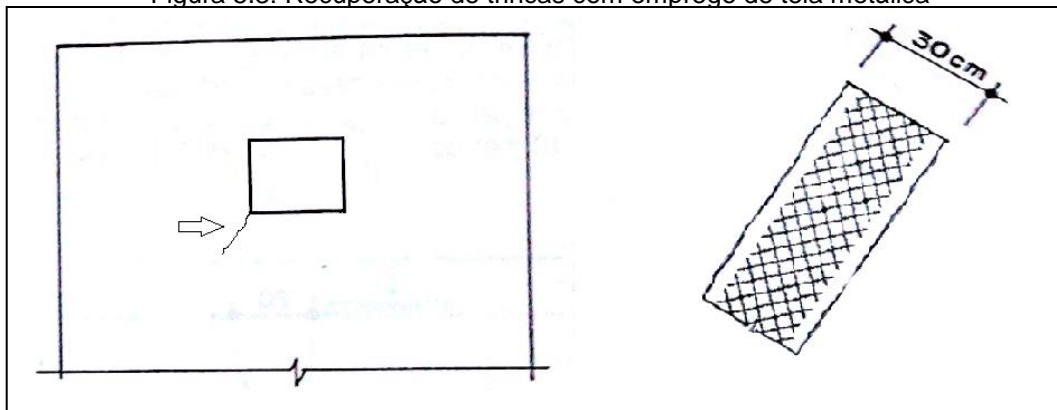
Fonte: Foto do Autor

De acordo com Casado (1997), Caporrino (2015) e Thomaz (1989) a utilização de telas metálicas inseridas no interior das argamassas é uma prática muito recomendada e usual no setor de recuperação de trincas e fissuras em componentes de alvenaria de vedação com o intuito de promover reforço da área fissurada, absorver e distribuir tensões. Conforme ilustrado na Figura 5.3, para que esse procedimento seja eficiente é necessária a retirada de todas as camadas de revestimento em torno da trinca,

colocação da tela metálica com comprimento de transpasse de aproximadamente 15 cm para cada um dos lados da trinca, execução do novo chapisco e recomposição do revestimento com argamassa com de baixo módulo de deformação.

O emprego de vergas e contravergas corretamente dimensionadas de acordo como indicado na Figura 3.13, a fim de eliminar e/ou diminuir as cargas atuantes e concentradas nos vértices dos vãos, antes da utilização das telas metálicas citadas acima, se torna uma alternativa eficiente, porém mais onerosa em relação ao primeiro método apresentado. Thomaz e Helene (2000) ressaltam que as vergas e contravergas são elementos construtivos que devem ser convenientemente armados, recomendando-se a utilização de pelo menos duas barras de aço com diâmetro de 6 mm.

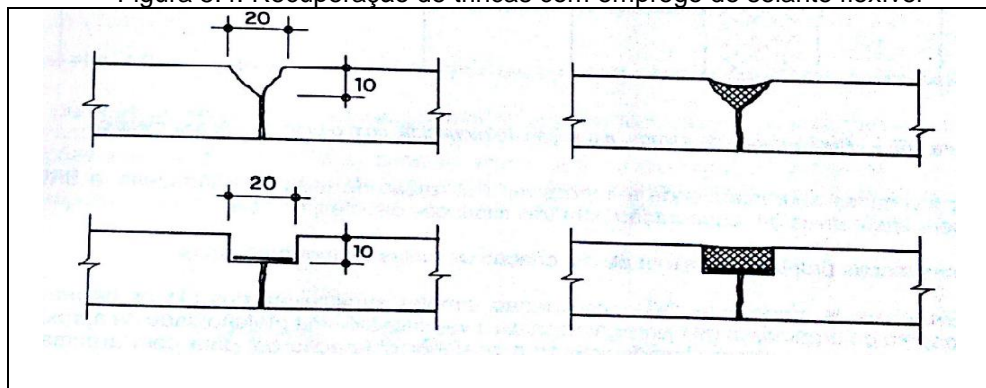
Figura 5.3: Recuperação de trincas com emprego de tela metálica



Fonte: Adaptado de Thomaz (1989)

Outra alternativa de medida corretiva proposta por Thomaz (1989) que é amplamente utilizada principalmente para a recuperação de fissuras ativas é o emprego de selante flexível. O procedimento de recuperação ilustrado pela Figura 5.4 é constituído através de uma abertura na região da trinca de um sulco retangular ou em forma de “V” com dimensões aproximadas de 20 mm de largura e 10 mm de profundidade, que posteriormente devem ser preenchidos com um selante flexível sobre a superfície devidamente limpa. Thomaz (1989) relata que para trincas com uma maior intensidade, deve-se procurar utilizar a recuperação em formato retangular com a colocação de uma membrana de separação (fita adesiva, esparadrapo, fita crepe, véu de poliéster, entre outras) entre a parede e o selante com o intuito de promover a dessolidarização do sistema e consequentemente distribuindo as tensões que concentram na região trincada.

Figura 5.4: Recuperação de trincas com emprego de selante flexível

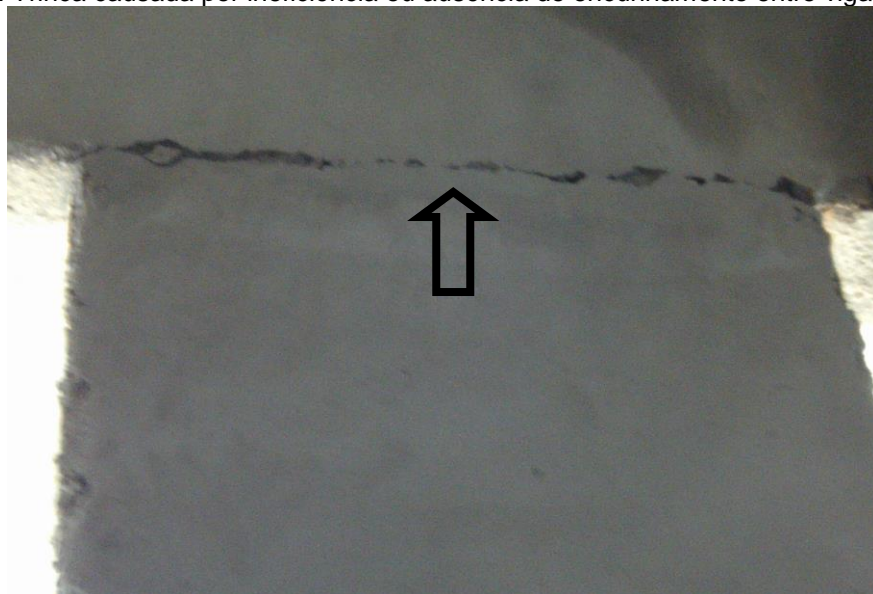


Fonte: Thomaz (1989)

### 5.2.2 Trincas causadas por ineficiência ou ausência de encunhamento entre viga superior e alvenaria

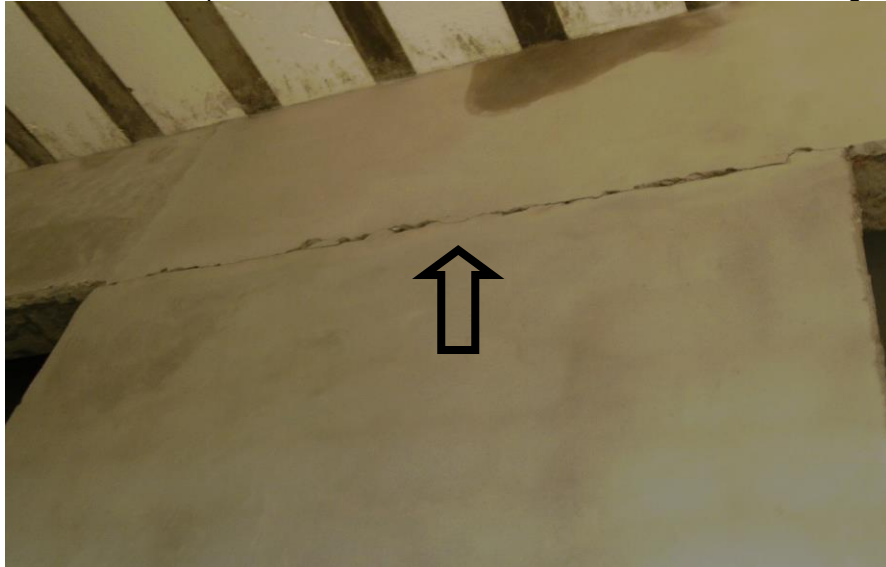
Foram identificadas onze incidências de trincas causadas por ineficiência ou ausência de encunhamento entre viga superior e alvenaria, distribuídas entre os pavimentos 2 e 4 da edificação, que correspondem a 38% da totalidade de trincas apresentadas no estudo de caso. Através das Figuras 5.5 a 5.7 é possível visualizar a configuração típica desse tipo de manifestação patológica, sendo que a fissuração tem direção horizontal, percorrendo toda a região de encontro entre a viga superior e alvenaria e possuindo uma espessura média de 3 mm.

Figura 5.5: Trinca causada por ineficiência ou ausência de encunhamento entre viga e alvenaria



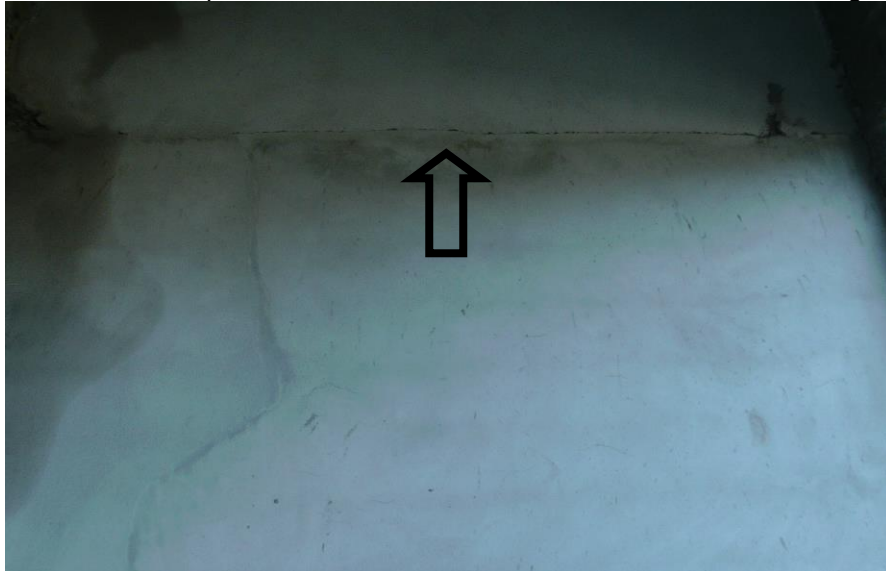
Fonte: Foto do Autor

Figura 5.6: Trinca causada por ineficiência ou ausência de encunhamento entre viga e alvenaria



Fonte: Foto do Autor

Figura 5.7: Trinca causada por ineficiência ou ausência de encunhamento entre viga e alvenaria



Fonte: Foto do Autor

Por meio de análise visual verificou-se a inexistência de qualquer tipo de encunhamento nas regiões trincadas, fato que proporcionou o surgimento das fissurações causadas provavelmente por movimentações térmicas da estrutura ou sobrecarregamentos oriundos da deflexão de componentes estruturais. Como pode ser visualizado na Tabela 5.1, as incidências das fissurações foram aumentando em quantidade nos pavimentos mais próximos à laje de cobertura da edificação, local onde possui maior probabilidade de movimentação térmica devido a maiores exposições a intempéries da natureza.

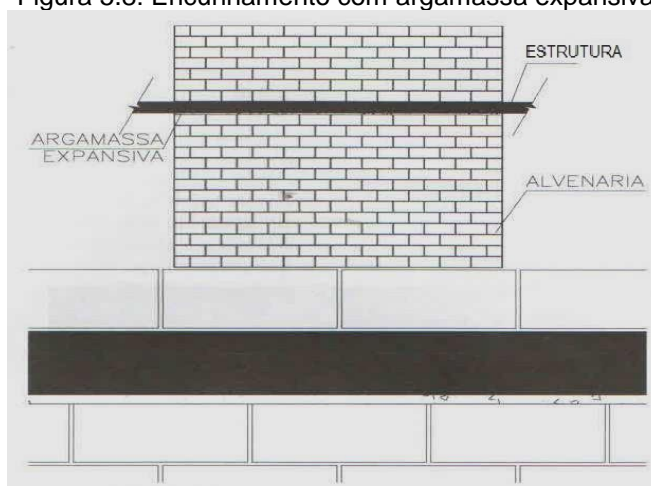
A correta execução do encunhamento, a fim de proporcionar a desvinculação entre o topo da parede e o componente estrutural é método indicado como medida corretiva a fim de sanar o aparecimento das trincas em questão.

De acordo com Caporrino (2015), o espaço entre o componente estrutural e alvenaria para execução do encunhamento varia de acordo com o procedimento escolhido, representados pelas Figuras 5.8 e 5.9, para a utilização de argamassa expansiva o espaço destinado para o encunhamento deve ser de 2 cm a 3 cm e para a utilização de tijolos maciços cerâmicos inclinados o espaço entre os componentes deve ser de 10 cm a 15 cm. Além dos procedimentos citados acima, de acordo com a concepção e características da estrutura, caso seja mais esbelta, flexível e esteja exposta a grandes variações de térmicas, por exemplo, se torna viável a utilização de um material que confira à mesma uma maior flexibilidade, como a espuma de poliuretano, que requer aproximadamente o espaço de 1 cm a 2 cm para execução do encunhamento.

Para os três métodos é recomendada a utilização de tela metálica no interior da argamassa de revestimento com transpasse aproximado de 15 cm para ambos os lados em torno do trecho destinado para o encunhamento.

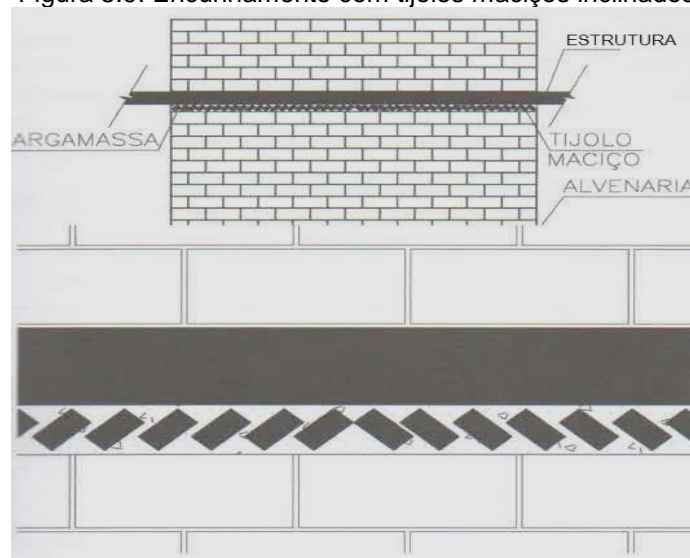
Dessa forma, de uma maneira geral, para proceder a recuperação desse tipo de trinca é necessário realizar uma abertura entre a viga superior e alvenaria com espessura e preenchimento que irão variar de acordo com a escolha do procedimento escolhido e utilizar a tela metálica inserida na argamassa de revestimento, conforme descrito anteriormente.

Figura 5.8: Encunhamento com argamassa expansiva



Fonte: Caporrino (2015)

Figura 5.9: Encunhamento com tijolos maciços inclinados



Fonte: Caporrino (2015)

### 5.2.3 Trincas causadas por ineficiência ou ausência de amarração no encontro entre paredes e pilares

Foram identificadas seis incidências de trincas causadas por ineficiência ou ausência de amarração no encontro entre paredes e pilares, correspondendo a 21% da totalidade de trincas apresentadas no estudo de caso, as trincas em questão estavam distribuídas entre os pavimentos 2 e 4 da edificação. A configuração típica desse tipo de manifestação patológica é apresentada através das Figuras 5.10 e 5.11 que foram registradas em visitas à obra em estudo, a fissuração tem direção vertical e percorre toda a extensão da interface entre pilar e alvenaria com uma espessura média de 1,5 mm.

A correta execução nas ligações entre pilares e alvenarias com a utilização de procedimentos e técnicas apropriadas é de extrema importância na prevenção de aparecimento de trincas nessas regiões, como regra geral as ligações se baseiam na introdução de barras de aço na interface estrutura e alvenaria e na utilização de tela metálica como reforço na argamassa de revestimento. No estudo de caso em questão, foi possível perceber um grande número de problemas envolvendo esse tipo de manifestação patológica o que comprova erros no processo construtivo.

Figura 5.10: Trinca causada por ineficiência ou ausência de amarração no encontro entre paredes e pilares



Fonte: Foto do Autor

Como forma de medida corretiva, a alternativa apresentada no item 5.2.1 que se refere à recuperação de trincas com emprego de tela metálica no interior da argamassa se torna eficiente a fim de garantir o devido tratamento às trincas em questão.

Figura 5.11: Trinca causada por ineficiência ou ausência de amarração no encontro entre paredes e pilares



Fonte: Foto do Autor

### 5.3 Resumo de etapas essenciais da execução de alvenarias de vedação a fim de evitar aparecimento de trincas relatadas no estudo de caso

Com o intuito de apresentar procedimentos e técnicas construtivas de execução que atendam a funcionalidade e que evitam o aparecimento de possíveis fissurações em paredes de alvenaria de vedação, foi elaborado um resumo que contém importantes informações e passos que devem ser observados e seguidos para que seja possível a perfeita execução da alvenaria, proporcionado ao componente construtivo seu devido desempenho e função. O resumo se restringe à apresentação de importantes técnicas construtivas voltadas para prevenir o aparecimento das anomalias identificadas e expostas especificamente no estudo de caso, que se baseiam basicamente no emprego, dimensionamento e etapas de execução apropriadas de dispositivos como vergas e contravergas, encunhamento e ligações entre pilares e alvenarias. Na Tabela 5.2 é possível visualizar um resumo das técnicas que devem ser empregadas e observadas a fim de evitar o aparecimento de fissuração em determinadas regiões nas alvenarias de vedação.

Tabela 5.2: Resumo das técnicas construtivas aplicáveis durante a execução de alvenaria de vedação de acordo com a localização da fissuração a ser evitada

<b>Técnica Construtiva</b>	<b>Localização da fissuração a ser evitada</b>
Emprego de vergas e contravergas devidamente dimensionadas e executadas	Fissuras e/ou trincas localizadas em torno das aberturas (janelas e/ou portas)
Execução de encunhamento	Fissuras e/ou trincas localizadas na interface da estrutura horizontal e alvenaria
Execução de ligação entre componentes de alvenaria de vedação e pilar	Fissuras e/ou trincas localizadas na interface da estrutura vertical e alvenaria

Fonte: Elaborada pelo Autor

#### 5.3.1 Vergas e Contravergas

Elementos responsáveis pela absorção e distribuição de tensões que se concentram nos vértices dos vãos de uma edificação. A verga e a contraverga se diferem apenas quanto a sua localização em relação ao vão, sendo que a verga se refere ao elemento construtivo localizado acima do vão e a contraverga logo abaixo do vão.

Caporrino (2016) sugere que as mesmas sejam produzidas com um transpasse para ambos os lados do vão que seja maior ou igual à relação proporcional de 1/5 do comprimento do vão, considerando um transpasse mínimo de 40 cm.

De acordo com Thomaz e Helene (2000), as vergas e contravergas devem ser armadas com recomendação da utilização de pelo menos duas barras de aço com diâmetro de 6 mm, as mesmas podem ser pré-moldadas ou moldadas no local, com o uso de vigas ou blocos canaleta como pode ser visualizado através da Figura 5.12.

Para execução da verga é necessária a realização de escoramento que deve ser apoiado na contraverga, conforme Figura 5.13, podendo ser retirado apenas após a cura do concreto pelo período de dez dias.

Para vãos sucessivos é recomendado o emprego de vergas e contravergas contínuas e para vãos de grandes dimensões é indicado que as mesmas sejam dimensionadas como vigas.

Figura 5.12: Execução de contraverga com uso de blocos canaleta



Fonte: Cichinelli (2013)

Figura 5.13: Execução de verga com utilização de escoramento



Fonte: Cichinelli (2013)

### 5.3.2 Encunhamento

O termo encunhamento se refere a ligação entre a parte superior de uma parede de alvenaria e a estrutura horizontal da edificação (viga ou laje). A interface entre estrutura horizontal e alvenaria é uma região passível de muitas anomalias manifestadas através de fissurações horizontais que tendem a acompanhar o alinhamento da fixação superior, entre a última fiada da alvenaria e os fundos da viga ou da laje, essas manifestações patológicas são provocadas geralmente por movimentações térmicas e deformações dos componentes estruturais.

Segundo Caporrino (2015) essa fixação superior horizontal é de extrema importância para absorção de tensões e deve ser realizada com tijolos maciços cerâmicos inclinados ou através da utilização de argamassa expansiva, conforme a Figura 5.14.

É válido ressaltar que atualmente devido ao surgimento de estruturas cada vez mais esbeltas e flexíveis, é importante analisar a necessidade de se utilizar um tipo de encunhamento que permita flexibilidade e a provável movimentação da estrutura sobre a alvenaria de vedação. Para tal, deve-se utilizar materiais com características resilientes permitindo uma fixação mais deformável, como a utilização de espuma de poliuretano.

A execução da alvenaria deve ser interrompida de modo a deixar uma folga entre a mesma e a estrutura, para que seja realizado posteriormente o encunhamento. Para a utilização de tijolos maciços cerâmicos inclinados o espaço destinado para o encunhamento deve ser de 10 cm a 15 cm, para a utilização de argamassa expansiva o espaço entre os componentes deve ser de 2 cm a 3 cm e para a utilização de espuma de poliuretano recomenda-se um espaço destinado ao encunhamento de 1 cm a 2 cm.

A fim de prevenir a transmissão de carregamentos entre sucessivos pavimentos, é recomendado o retardamento do encunhamento por um período mínimo de 7 a 14 dias após a finalização da execução alvenaria e a colocação de toda a carga permanente possível acima do pavimento em que ocorrerá a fixação. Vale ressaltar que a fixação deve ser iniciada a partir dos pavimentos superiores com intervalo mínimo de 24 horas entre pavimentos, com o intuito de permitir um maior tempo para a estrutura se deformar.

Para execução do encunhamento deve ser observada a limpeza total da superfície para que o mesmo seja eficiente e cumpra o seu desempenho aguardado.

Figura 5.14: Execução de encunhamento com argamassa expansiva



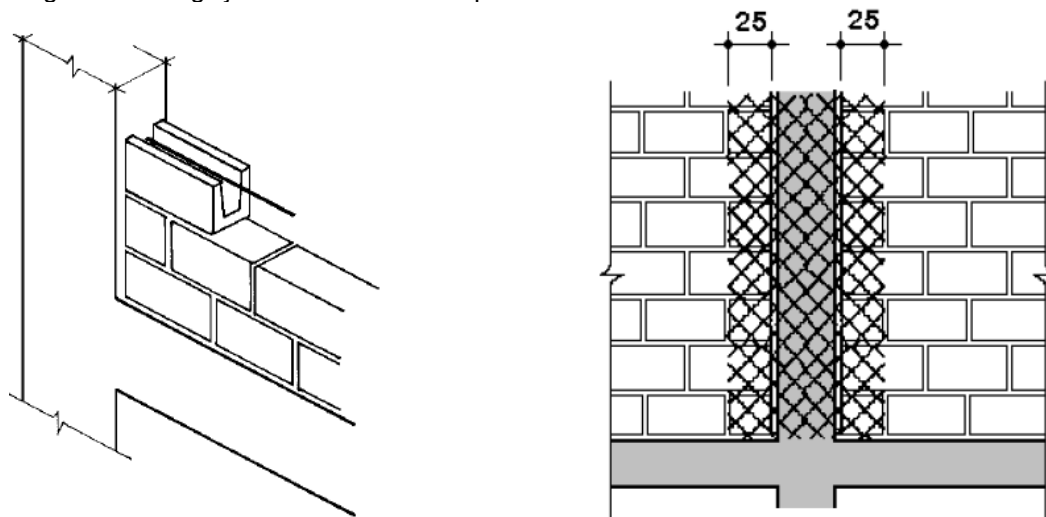
Fonte: Santos (2012)

### 5.3.3 Ligações entre pilares e alvenarias

Algumas características relativas aos componentes estruturais e alvenarias devem ser consideradas para que haja uma correta ligação entre pilares e alvenarias a fim de evitar o aparecimento de fissurações na região em questão. Thomaz e Helene (2000) citam que diferentes propriedades térmicas entre materiais, gradiente térmico das fachadas, dimensões dos panos e flexibilidade da estrutura são fatores que requerem atenção no momento da execução desse tipo de ligação.

O principal método para execução da ligação é simples e resulta em excelentes resultados, evitando fissurações indesejáveis, o mesmo consiste na utilização de barras de aço, também conhecidos como “ferros cabelo”, que são colados com resina epóxi em furos executados com brocas de vídea na estrutura devidamente limpa. De acordo com Thomaz e Helene (2000) é recomendada a utilização de duas barras de aço com diâmetro de 6 mm a cada 40 cm ou 50 cm de alvenaria, adotando um transpasse de 50 cm. A fim de propiciar uma ligação mais forte com absorção das diferenças no posicionamento das barras de aço em relação às fiadas, Thomaz e Helene (2000) recomendam a utilização de blocos canaletas assentados na direção das barras de aço e preenchidas com concreto, podendo a região ainda ser reforçada com a inserção de tela metálica na argamassa de revestimento com transpasse de 25 cm para ambos os lados do pilar, conforme pode ser visualizado por meio da Figura 5.15.

Figura 5.15: Ligação entre alvenaria e pilar com auxílio de bloco canaleta e tela metálica



Fonte: Thomaz e Helene (2000)

## 6. CONCLUSÃO

Em vista dos argumentos apresentados conclui-se que o aparecimento de trincas e fissuras em alvenarias de vedação é um tipo de anomalia originada por fenômenos físicos, químicos ou mecânicos decorrentes de falhas em planejamento, projeto, execução ou utilização de materiais inadequados na construção civil. Dessa forma, é de suma importância que seja dada a devida atenção para todas as etapas da construção de um empreendimento a fim de evitar possíveis vícios e manifestações patológicas no mesmo.

A análise das causas, mecanismos de formação e configurações típicas que ocasionam o aparecimento de fissuração em alvenarias de vedação deve ser um fator imprescindível para avaliação de uma situação a fim de prevenir anomalias e realizar proposições de medidas corretivas que sejam amparadas por questões técnicas, econômicas e seguras.

Para organização do presente trabalho, foram apresentadas durante a revisão bibliográfica diversas manifestações patológicas em alvenarias de vedação classificadas através de suas causas mais comuns, para que fosse possível compreender de forma técnica as possíveis anomalias que poderiam ser encontradas no objeto do estudo de caso.

A escolha da edificação para realização do estudo de caso se mostrou satisfatória devido à identificação na mesma de diferentes tipos de manifestações patológicas em alvenaria de vedação, originadas por distintas causas. Foram identificadas na edificação vinte e nove trincas que após analisadas foram classificadas de acordo com suas possíveis causas, sendo 41% das mesmas causadas por sobrecargas em aberturas, 38% causadas por ineficiência ou ausência de encunhamento entre viga e alvenaria e 21% causadas por ineficiência ou ausência de amarração entre paredes e pilares.

Após a identificação, as trincas foram analisadas para que fosse possível a proposição de medidas de recuperação das mesmas de acordo com suas características e fatores que as influenciam, fazendo com que ocorra a atuação direta sobre a causa do problema.

Com intuito de auxiliar profissionais da área da construção civil na prevenção desses tipos de trincas, evitando que seja necessária a realização do processo de recuperação

que muitas vezes se apresentam de forma ineficiente, complexa, dispendiosa e demorada, foi apresentado um resumo de etapas essenciais da execução de alvenarias de vedação a fim de evitar aparecimento de trincas relatadas no estudo de caso, que contém informações relevantes capazes de orientar na fase de projeto e execução de alvenarias, propiciando às mesmas o seu devido desempenho.

É válido ressaltar que a fim de atingir melhores resultados quanto à prevenção do aparecimento de trincas em alvenarias de vedação se torna importante que os profissionais da área utilizem de conhecimentos e habilidades teóricas e práticas com o objetivo de aprimorar a aplicabilidade dos mesmos ao estudo de manifestações patológicas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDELESON, L. **Building failures: a guide to diagnosis, remedy and prevention.** London: The Architectural, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575:2003: Impermeabilização – Seleção e Projeto.** Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961-2: Alvenaria Estrutural – Blocos de concreto. Parte 2: Execução e controle de obras.** Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529: Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Terminologia.** Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:2013: Edificações habitacionais - Desempenho.** Rio de Janeiro, 2013.

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

CAMPANTE, E. F. **Metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachadas.** 1996. 408p. Tese de Doutorado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2001.

CAPORRINO, C, F. **Patologia das Anomalias em Alvenarias e Revestimentos Argamassados.** São Paulo: Pini, 2015. 124 p.

DUARTE, R. B. **Fissuras em alvenaria: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação.** Porto Alegre: CIENTEC, 1998.

DUARTE, R. B. **Recomendações para o projeto e execução de edifícios de alvenaria estrutural**. Porto Alegre: ANICER, 1999. 79p.

ELDRIDGE, H. J. **Construcción, defectos comunes**. Barcelona: Gustavo Gili, 1982.

CICHINELLI; G. **Como construir na prática - Equipe de Obra**, São Paulo: Pini, n 56, p. 26-29, fev / 2013

IOSHIMOTO, E. **Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais**. In: Tecnologia das Edificações. São Paulo: Pini IPT, 1988. p. 545-548.

JAWOROSKI, H. C. **Estudo experimental em alvenaria estrutural: resistência à compressão e resistência de aderência**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.

LORDSLEEM Jr., A. C. **Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: avaliação da capacidade de deformação**. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997. 174p.

MAGALHÃES, E. F. **Fissuras em alvenarias: configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MAÑA, F. **Patologia de las cimentaciones**. Barcelona: Blume, 1978.

MASSETTO, L. T.; SABBATINI, F. H. **Estudo comparativo da resistência das alvenarias de vedação de blocos utilizadas na região de São Paulo**. In: Congresso Latino – americano em tecnologia e gestão na produção de edifícios, soluções para o terceiro milênio, São Paulo, 1998. p.79-86.

MONTEIRO, M. **Patologias em Vedações: Cuidados de Projeto e Execução**. Disponível em: [http://www.planeareng.com.br/pageartigos\\_041123.htm](http://www.planeareng.com.br/pageartigos_041123.htm). 2004. Acesso em abril de 2016.

NASCIMENTO, O.; CUNHA, F. O.; PISCITELLI, A. A. **Manual de Alvenaria para Estrutura Metálica**. Consultare Engenharia, 2002

PRUDÊNCIO JR, L. R.; OLIVEIRA, A. L.; BEDIN, C. A. **Alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Florianópolis: [s.n.], 2002.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2003.

RAUBER, F. C. **Contribuições ao projeto arquitetônico de edifícios em alvenaria estrutural**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2005.

SABBATINI, F. H. **O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico-calcária**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

SAHLIN, S. **Structural masonry**. Englewood Cliffs, Prentice – Hall, 1971.

SANTOS, A. R. dos. **ESTUDO DA TÉCNICA DE ASSENTAMENTO DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, UFTPR, Campo Mourão, 2012.

SANTOS, L. A. **Diretrizes para elaboração de planos da qualidade em empreendimentos da construção civil**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

SANTOS, W. J.; DARDENGO, C. F. R.; CARVALHO, C. C.; ALVARENGA, R. C. S. S.; SILVA, R. C. **Prescrições para construções de edificações residenciais multifamiliares com base nas patologias identificadas na cidade de Viçosa-MG**. Artigo para Revista de Engenharia e Tecnologia – Belo Horizonte, Minas Gerais, 2014.

SILVA, M. M. A. **Diretrizes para o Projeto de Alvenarias de Vedação**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, J. A. R. M.; ABRANTES, V. **Avaliação do risco de fissuração de alvenarias de tijolo sob ações de caráter térmico**. In: Congresso Latino – americano em tecnologia e gestão na produção de edifícios, soluções para o terceiro milênio, São Paulo. Anais... São Paulo: EPUSP, 1998, p. 87-94.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini, 1989.

THOMAZ, E.; HELENE, P. **Qualidade no Projeto e na Execução de Alvenaria Estrutural e de Alvenaria de Vedação em Edifícios**. São Paulo: EPUSP, 2000. (BT/PCC/252).

VERÇOSA, E. J. **Patologia das edificações**. Porto Alegre: Sagra, 1991.