



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO CAMPUS CARAÚBAS
CURSO CIÊNCIA E TECNOLOGIA

JOSÉ GILMAR VIEIRA FILHO

**FISSURAS EM ALVENARIA: ESTUDO DE CASO NO FÓRUM
MUNICIPAL DE CARAÚBAS - RN**

CARAÚBAS - RN

2014

JOSÉ GILMAR VIEIRA FILHO

**FISSURAS EM ALVENARIA: ESTUDO DE CASO NO FÓRUM
MUNICIPAL DE CARAÚBAS - RN**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como exigência final para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Ms. Paulo Henrique Araújo Bezerra - UFERSA

Co-orientador: Prof. Ms. Francisco Aécio de Lima Pereira - UFERSA

CARAÚBAS – RN

2014

O Conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade de seus autores



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Campus Caraúbas (BCC)

V866f Vieira Filho, José Gilmar.

Fissuras em alvenaria : estudo de caso no Fórum de Caraúbas
- RN. / José Gilmar Vieira Filho-- Caraúbas, 2014.
65f.: il.

Orientador: Prof. Ms. Paulo Henrique Araújo Bezerra.
Co-Orientador: Prof. Ms. Francisco Aécio de Lima
Pereira

Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) –
Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de
Graduação.

- 2.** Patologia em edificações. 2. Fissura. 3. Construção civil.
4. Fórum Municipal de Caraúbas, RN I. Título.

RN/UFERSA/BCC

CDD: 624.176

Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB-15/700

JOSÉ GILMAR VIEIRA FILHO

FISSURAS EM ALVENARIA: ESTUDO DE CASO NO FÓRUM MUNICIPAL DE CARAÚBAS - RN

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Caraúbas, como exigência final para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

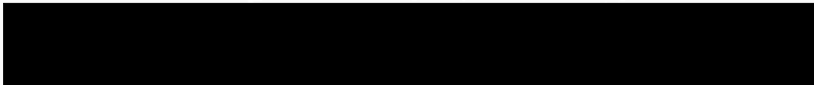
APROVADO EM 25 / 07 / 2014

BANCA EXAMINADORA


Prof. Ms. Paulo Henrique Araújo Bezerra - UFERSA
Orientador - Presidente


Prof. Ms. Francisco Aécio de Lima Pereira - UFERSA
Co-orientador - Primeiro Membro


Ms. Adla Kellen Dionisio Sousa
Segundo Membro


Engª Priscilla Lins Santos Oliveira – AeC Construção
Terceiro Membro

“Confie no Senhor de todo o coração e não se apoie na sua própria inteligência. Lembre-se de DEUS em tudo o que fizer, e Ele te mostrará o caminho certo.”

(Provérbios 3, 5 -6)

Dedico essa conquista única ao meu pai José Gilmar Vieira e minha mãe Cleonice Araújo Vieira, por toda dedicação dada em minha formação cristã, humanista e intelectual a quem tudo devo, entrego e luto.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, razão de tudo, pelo dom da vida, força e fé a mim disponibilizado para que eu conseguisse chegar aonde estou, me fazendo acreditar que dias melhores virão.

Aos meus amados pais, Cleonice Araújo Vieira e José Gilmar Vieira, que sempre se fazem presente em minha vida e nunca mediram esforços para que eu pudesse me tornar um cidadão de bem, me educando e ensinando os caminhos a serem traçados. Ainda, à quem devo tudo isso que sou hoje.

À minha irmã e amiga, Camila Cristine, pelo seu amor constante e sua coragem que me serviu de ensinamento. Por muitas vezes me fazer acreditar no meu potencial, e me ajudar a levantar a cabeça nas dificuldades. Obrigado pela presença incessante em todos os momentos que precisei.

A todos meus familiares, em especial a Vovó Cristina, Vovó Nice, Vovó Antônio, Titia Marica, Tio Josenaldo e Tio Chicão, pessoas sempre presentes em minha vida, que me apoiaram, acreditaram e me impulsionaram para essa vitória. Não poderia deixar de agradecer de forma reservada a vovó Cristina, pois se pudesse fazer eterna... Eterna eu faria. Mulher guerreira, mãe de família, exemplar, enfim, não tenho palavras para expressar meu amor pela senhora. Amo-te incondicionalmente.

A meus dois grandes amigos de hoje e de sempre, Netinho e Thalu, mais do que amigos, irmãos, por fazer minha vida mais alegre, compartilhando sonhos, enfrentando lutas, removendo pedras e plantando flores. Agradeço a Deus essa amizade sem preço. Torço muito para que nossa amizade seja eterna.

À Fhee, Samynha, Alisson, Saullo, Eduardo, Sonally, Crys, Tonton e Dário, todos esses amigos de vida, pois é assim que eu considero todos vocês, amigos que Deus me deu de presente. Quero que saibam que cada um de vocês tiveram um papel ímpar para que eu chegasse até aqui, aguentando dias bons e ruins, trago cada um de vocês no meu coração.

Ao meu Orientador e amigo, Professor Paulo Henrique, pela sua dedicação, disponibilidade e amizade durante todo este tempo, onde nunca mediu esforços para ajudar-me e pela sua incomparável competência que conduziu à minha formação como profissional e como ser humano.

Ao meu Co-orientador, Aécio de lima, pela contribuição que foi dada para o êxito desse trabalho e a Adla Kellen e Priscilla Lins que se dispusera a vir contribuir com o mesmo.

E, por fim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta na construção deste sonho, expresso a minha sincera gratidão.

RESUMO

O aparecimento de manifestações patológicas em edificações está cada vez mais presente e isso é preocupante. No entanto, as fissuras são um exemplo que acontece em grande proporção e os estudos das mesmas podem contribuir para uma redução futura. O objetivo principal da pesquisa é investigar e quantificar a ocorrência de fissuras no Fórum Municipal de Caraúbas – RN. A análise aconteceu a partir da classificação de sua abertura, atividade, forma e direção, a fim de registrar as possíveis causas. Primeiramente, foi realizado um levantamento métrico da edificação em estudo, para elaborar a planta baixa e, posteriormente, a quantificação e qualificação das fissuras em cada parede. Em seguida, foram fotografadas todas as fissuras existentes naquela edificação e analisadas. Através do referencial teórico e uma planilha no Excel, catalogou-se as principais fissuras nas alvenarias, ajudando na análise dessa manifestação patológica. Os resultados desse trabalho tendem a classificar as fissuras segundo sua causa: movimentação térmica, atuação de sobrecargas, recalques da fundação, movimentação higroscópica, retração e detalhes construtivos; orientação: vertical, horizontal e diagonal; abertura: fissuras, trincas, rachadura, fenda e brecha; forma: isolada ou disseminada e, por último, atividade: inativa e ativa. Finalmente, os resultados demonstraram que as fissuras causadas por movimentação higroscópica são predominantes, com uma grande incidência de fissuras na parede 1, fachada. Foi observado, ainda, que as características daquele prédio exercem influência nas fissuras observadas.

Palavras – chave: Construção civil. Manifestação patológica. Fissura.

ABSTRACT

The appearance of pathological manifestations in buildings are increasingly present and this is worrying. However, cracks are an example of what happens in a large proportion, and studies of them can contribute to a further reduction. The main objective of the research is to investigate and quantify the occurrence of cracks in the Municipal Forum Caraúbas - RN. The analysis came from the classification of its openness, activity, form and direction in order to register the possible causes. First, a metric survey of the building was carried out in the study to draw the floor plan and then the quantification and qualification of the cracks in every wall. They were then photographed all existing cracks in that building and analyzed. Through theoretical and a spreadsheet in Excel, cataloged are the main cracks in masonry, helping in the analysis of this pathological manifestation. The findings tend to classify the cracks according to their cause: thermal movement, action of overloads, foundation settlements, hygroscopic movement, shrinkage and construction details; orientation: vertical, horizontal and diagonal; Opening: fissures, cracks, crack, crevice and nook; way: isolated or widespread and, lastly, activity: inactive and active. Finally, the results showed that the cracks caused by hygroscopic movement are predominant, with a high incidence of first cracks in the wall, facade. It was also observed that the characteristics of that building exercise influences the observed cracks.

Keywords: Construction building. Pathological manifestation. Fissure.

LISTA DE FIGURA

Figura 1- Muralha da China	23
Figura 2- Fissuras	27
Figura 3- Trinca	27
Figura 4 - Rachadura	27
Figura 5 – Fenda.....	27
Figura 6 – Propagação das tensões numa laje de cobertura com bordos vinculados devido a efeitos térmicos.....	31
Figura 7 – Movimentação que ocorreu numa laje de cobertura, sob ação da elevação da temperatura.	32
Figura 8 – Trinca típica presente no topo da parede paralela ao comprimento da laje	32
Figura 9 – Fissura típica de movimentação térmica da laje	32
Figura 10 – Fissura de cisalhamento provocado por expansão térmica da laje de cobertura	33
Figura 11- Fissura vertical por movimentação térmica da laje	33
Figura 12- Fissura de destacamento por movimentação térmica da estrutura de concreto armado	34
Figura 13- Trincas horizontais na alvenaria provenientes da expansão dos tijolos...	36
Figura 14 – Trincas nas peças estruturais: a expansão da alvenaria solicita o concreto à tração.....	37
Figura 15 - A expansão dos tijolos por absorção de umidade provoca o fissuramento vertical da alvenaria, no canto do edifício.	37
Figura 16 – Trinca vertical no terço médio da parede, causada por movimentações higroscópicas de tijolos de solo-cimento	38
Figura 17- Trinca horizontal na base da alvenaria por efeito da umidade do solo	38

Figura 18- Destacamento de argamassa no topo do muro, causando pela absorção de umidade.....	39
Figura 19- Fissuras Verticais induzidas por sobrecargas.....	40
Figura 20 - Trincas horizontais na alvenaria provenientes de sobrecargas	41
Figura 21 – Fissuras verticais por sobrecargas em pilares de alvenaria.....	41
Figura 22 – Fissura teórica no entorno de abertura, em parede solicitada por sobrecargas vertical	42
Figura 23 - Fissuração típica (real) nos cantos das aberturas, sob atuação de sobrecargas.....	42
Figura 24 - Trinca de cisalhamento no painel, devido recalque diferencial das fundações contínuas onde o trecho mais carregado apresenta maior recalque	43
Figura 25 – Trincas de flexão devido ao carregamento desbalanceado em suas fundações contínuas	44
Figura 26- Trincas de cisalhamento nas alvenarias devido ao assentamento das fundações sobre seções de corte e aterro	44
Figura 27- Trincas provocadas por falta de homogeneidade do solo devido ao recalque diferencial	45
Figura 28 – Fissuras verticais junto ao solo por ruptura das fundações.....	45
Figura 29- Recalque diferenciado no edifício menor pela interferência no seu bulbo de tensões, em função da construção do edifício maior	45
Figura 30 – Fissuras em paredes externas, promovidas pela retração de laje de cobertura	47
Figura 31 – Fissuras em paredes externas, causadas pela retração de lajes intermediárias.....	47
Figura 32- Fissuras verticais em paredes de alvenaria por retração da laje	48
Figura 33- Fissuras de destacamento dentre a parede e a estrutura reticulada de concreto armado por retração da alvenaria.....	49
Figura 34- Fissura vertical em paredes por retração da alvenaria	49

Figura 35- Fissuras verticais por deficiência de amarração entre o prédio e o muro	50
Figura 36– Fissura por movimentação higroscópica	56
Figura 37 – Fissura por atuação de sobrecargas	57
Figura 38 - Fissura causada por Detalhes construtivos	58
Figura 39 – Fissuras causadas por retração	59
Figura 40 – Fissuras causadas por movimentação térmica	60
Figura 41 – Fissura causada por Detalhes construtivos.....	61
Figura 42 – Fissuras causadas por recalque da fundação	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Causas das fissuras	52
Gráfico 2– Orientação das fissuras	54
Gráfico 3 – Abertura das fissuras	55
Gráfico 4 – Fissura x Parede.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Primeira classificação.....	57
Tabela 2 - Segunda classificação.....	58
Tabela 3 - Terceira classificação.....	59
Tabela 4 - Quarta classificação	60
Tabela 5 - Quinta classificação	61
Tabela 6 - Sexta classificação.....	62
Tabela 7 - Sétima classificação	63

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 OBJETIVOS	21
2.1 OBJETIVO GERAL	21
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
3 REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1 PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES	22
3.2 ALVENARIAS	23
3.2.1 HISTÓRIA E IMPORTÂNCIA	23
3.2.2 DEFINIÇÃO	24
3.3 FISSURAS	26
3.3.1 DEFINIÇÃO	26
3.3.2 CLASSIFICAÇÃO DAS FISSURAS	28
3.3.2.1 SEGUNDO A ABERTURA	28
3.3.2.2 SEGUNDO A ATIVIDADE	28
3.3.2.3 SEGUNDO A FORMA	29
3.3.2.4 SEGUNDO A DIREÇÃO	29
3.3.2.5 SEGUNDO AS CAUSAS	30
3.4 MECANISMO DE FORMAÇÃO	30
3.4.1 FISSURAS CAUSADAS POR MOVIMENTAÇÃO TÉRMICA	30
3.4.1.1 MOVIMENTAÇÃO TÉRMICA DA LAJE DE COBERTA SOBRE PAREDES	31
3.4.1.2 MOVIMENTAÇÃO TÉRMICA DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO E DA ALVENARIA	34
3.4.2 FISSURAS CAUSADAS POR MOVIMENTAÇÕES HIGROSCÓPICAS	35
3.4.3 FISSURAS CAUSADAS POR ATUAÇÃO DE SOBRECARGAS	39

3.4.3.1 FISSURAS VERTICAIS E HORIZONTAIS POR ATUAÇÃO DE SOBRECARGAS.....	39
3.4.3.2 FISSURAS DIAGONAIS POR ATUAÇÃO DE SOBRECARGAS EM TORNO DE ABERTURAS	41
3.4.4 FISSURAS CAUSADAS POR RECALQUES DA FUNDAÇÃO	42
3.4.5 FISSURAS CAUSADAS PELA RETRAÇÃO	45
3.4.5.1 FISSURAS CAUSADAS PELA RETRAÇÃO DE LAJES DE CONCRETO ARMADO.....	46
3.4.5.1 FISSURAS CAUSADAS PELA RETRAÇÃO DE PAREDES E MUROS E ARGAMASSA DE REVESTIMENTO	48
3.4.6 FISSURAS CAUSADAS POR DETALHES CONSTRUTIVOS.....	49
4 METODOLOGIA.....	51
4.1 LOCAL DE ESTUDO.....	51
4.2 INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS	51
4.3 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS	51
4.4 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DOS DADOS.....	51
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
5.1 ANÁLISE DOS DADOS.....	52
5.1.1 DISTRIBUIÇÃO DAS FISSURAS SEGUNDO AS CAUSAS	52
5.1.2 DISTRIBUIÇÃO DAS FISSURAS SEGUNDO A ORIENTAÇÃO.....	53
5.1.2 DISTRIBUIÇÃO DAS FISSURAS SEGUNDO A ABERTURA.....	54
5.1.2 DISTRIBUIÇÃO DAS FISSURAS EM CADA PAREDE.....	55
5.1.3 DIAGNÓSTICO DE FISSURAS	56
5.1.4.1 PAREDE 1.....	56
5.1.3.2 PAREDE 5.....	60
5.1.3.3 PAREDE 11.....	61
6 CONCLUSÃO.....	64

REFERÊNCIAS.....65

ANEXO PLANTA BAIXA DO FÓRUM.....67

1 INTRODUÇÃO

A construção civil vem passando por um processo de aceleração no seu desenvolvimento, uma vez que as mudanças nas formas de construção são perceptíveis, pois as técnicas e os materiais construtivos vêm sofrendo tal rapidez. Ainda é válido ressaltar que esse setor não tem uma boa aceitação para que isso aconteça em tão pouco tempo (CROCE, 2003). Logo, pode-se dizer que a ascensão do setor imobiliário e a posição sócio econômica que o Brasil se encontra contribuem para que isso aconteça.

Em pleno desenvolvimento, esse setor quer construir cada vez mais e aproveitar ao máximo os terrenos. Em consequência, as edificações estão mais leves, com menos pilares, e se erguendo muito rápido. Com isso, apesar de não ter uma rápida aceitação, as obras civis vem mostrando mudanças.

Por ocasião dessa rapidez, e da carência de uma boa mão de obra, as manifestações patológicas estão mais presentes nas edificações. Assim, são comuns problemas como: fissuração, eflorescência, corrosão do concreto armado são comuns. Logo, inseguranças de moradores, constantes recuperações de prédios, entre outras contrariedades, fazem com que essa temática interfira, diretamente, em toda sociedade (VALLE, 2008; THOMAZ, 1989).

A fissuração, um tipo de manifestação patológica, vem sendo estudada cada vez mais, mesmo sendo uma temática muito antiga. Isso ocorre, pois, esse problema tende a atingir o usuário, quando abrange conforto e satisfação, e acarreta gastos interferindo no lado econômico.

Logo, prejuízos acarretados pelo problema de fissuração trazem gastos extras para as empresas construtoras com a recuperação e solução dos edifícios danificados. Também é importante dizer que em um mercado tão competitivo como esse, as empresas tem que “zelar” sua imagem, para assim não prejudicar sua credibilidade (MAGALHÃES, 2004).

Ainda, corroborando com Dal Molin (1988):

A complexidade do assunto deve-se à grande quantidade e variabilidade dos parâmetros envolvidos. Sem dúvida, identificar a causa ou as causas de uma fissura não é tarefa muito fácil pois

envolve conhecimentos multidisciplinares, abrangendo áreas da física, química, engenharia estrutural, mecânica dos solos, etc.

Silva (1996) apud Magalhães (2004) diz que “[...] o estudo das causas, manifestações e consequências dos problemas patológicos possibilita a redução da incidência de falhas [...]”. Assim, percebe-se a importância do estudo e conhecimento a cerca desse tema, para que assim a incidência dessa manifestação patológica possa diminuir.

Conforme Duarte (1998) afirma ainda que: “entre todas as formas de manifestações patológicas em edificações, as fissuras e rachaduras, pelos seus aspectos físicos e psicológicos, são os sintomas que geralmente mais chamam a atenção e mais preocupação causam aos usuários”.

Com isso, a informação e o conhecimento das manifestações patológicas, com ênfase nas fissuras, permitem aos usuários e as construtoras produzirem melhorias significativas para a construção civil, pois este avanço está ligado a essa conscientização, obrigatoriamente. Assim, podendo estar cada vez mais apta a um mercado tão concorrente e ao mesmo tempo promissor.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O principal objetivo deste trabalho é o levantamento das incidências de fissuras existentes no Fórum Municipal de Caraúbas - RN.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Investigar as fissuras existentes naquela edificação registrando-as e analisando-as, a partir de revisões bibliográficas.

Discriminar os tipos de fissuras encontrados naquela edificação e desenvolver uma análise quanti qualitativa dessa manifestação patológica, informando as possíveis causas e a quantidade encontrada em cada compartimento daquele fórum.

Pretende-se, dentro da análise qualitativa, classificar casos encontrados dessa manifestação patológica, segundo a abertura, forma, causas e direção.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo abordará conceitos e definições relacionados à fissuração em edificações, como: patologia das edificações, alvenarias, fissuras, mecanismos de formação e sua classificação.

3.1 PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES

Quando se fala em patologia, lembra-se de doença, o que não está errado. Porém, esse termo, quando ligado à edificação, abrange seu sentido tornando-se um termo bastante comum no âmbito da construção civil. Isso acontece, pois as edificações também podem apresentar defeitos comparados à doença, conforme destaca Verçoza (1991).

Para Thomaz (1989), patologia das edificações pode ser definida como:

A ciência que procura, de forma metodizada, estudar os defeitos dos materiais, dos componentes, dos elementos ou da edificação como um todo, diagnosticando suas causas e estabelecendo seus mecanismos de evolução, formas de manifestação, medidas de prevenção e de recuperação.

Assim, corroborando com Magalhães (2004), as manifestações patológicas das edificações vêm crescendo em quantidade, variedade e frequência, o que assombra; ainda, tais defeitos não são desconhecidos, uma vez que desde os primórdios podia perceber esse fenômeno.

Porém, as construções civis sofrem alterações frequentemente, principalmente na forma de elaboração do projeto, interferindo diretamente no cenário das patologias das edificações. Onde, comprova-se o que foi dito anteriormente e acrescenta algo mais a seguir:

A busca por novos métodos construtivos e materiais inovadores [...], [...] estruturas cada vez mais leves, esbeltas, deformáveis [...], as deficiências dos processos de projeto, planejamento e controle na indústria da construção civil, a intensa pressão econômica, social e política da indústria da construção [...] e a baixa qualificação da mão-de-obra disponível (MAGALHÃES, 2004).

Vários levantamentos comprovam o quão importante é o estudo das manifestações patológicas em edificações. Para comprovar, Magalhães (2004) em seu trabalho cita dois levantamentos de incidência dessas manifestações, onde o

primeiro fez uma investigação em 36 conjuntos habitacionais do Estado de São Paulo e o segundo estudou fachadas de edifícios na orla de Maceió, estado de Alagoas.

3.2 ALVENARIAS

3.2.1 HISTÓRIA E IMPORTÂNCIA

A alvenaria, um sistema construtivo que se faz presente há muito tempo, tem uma grande importância na sociedade, tanto contemporânea como passada. Assim, para que esse sistema viesse a ter esse reconhecimento no cenário mundial, várias obras, como a muralha da China, construída no período de 1368 a 1644, utilizaram tal artifício.



Figura 1- Muralha da China (FREITAS, 2012).

O crescimento desse sistema se deu, principalmente, pela rapidez de execução, em consequência do fácil empilhamento de seus constituintes. Visto que as alvenarias antigas eram de pedras (rochas) ou até mesmo de adobe (tijolo de barro seco ao sol).

Roque (2002) enfatiza:

A existência de estruturas de alvenaria antigas está difundida por toda a Europa, em centros históricos e urbanos, em diferentes tipos de estruturas como torres, edifícios, igrejas, campanários, arcos,

muros, fortes, muralhas, etc. O valor patrimonial, cultural e arquitectónico, que representam fez com que a sua conservação e reabilitação seja, hoje em dia, de grande interesse para quem os tutela.

3.2.2 DEFINIÇÃO

“Entende-se por alvenaria a associação de um conjunto de unidades de alvenaria (tijolos, blocos, pedras, etc.) e ligante(s) que resulta num material que possuiu propriedades mecânicas intrínsecas capaz de constituir elementos estruturais” (VALLE, 2008). Apesar de ser um conceito que dá o entendimento de alvenaria, o autor não foi feliz, pois se sabe que também existem alvenarias sem ligantes, ou seja, pela simples junção de seus elementos.

A vedação dos ambientes é sua principal característica, já que a configuração interna e compartimentação são definidas por essa função. Além disso, é de suma importância a questão do controle dos agentes externos indesejáveis para que assim, as junções dessas duas características possam deixar a utilização, segurança e durabilidade das alvenarias mais estáveis. (MAGALHÃES, 2004)

Sabbatini (1984) apud Magalhães (2004) afirma que: “as paredes de alvenarias podem desempenhar funções estruturais ou de simples vedação”. Logo, deve-se ressaltar que existe uma diferença entre tais, mostrada a seguir.

Paredes de alvenaria não estrutural ou de vedação são construídas com a finalidade de dividir, ou seja, acontecerá o compartilhamento dos espaços. Tendo como exemplos (MOLITERNO, 1995; MAGALHÃES 2004):

- a) Alvenaria de pedra arrumada: executada com pedras com ou sem argamassa de assentamento, em geral utilizada em revestimento de taludes;
- b) Alvenaria de tijolos furados: executadas com tijolos de 4, 6 ou 8 furos ou blocos de cerâmicas extrudada, utilizada em paredes de vedação e divisórias;
- c) Alvenarias de blocos de concreto leve: executada em blocos de concreto celular e utilizada com vedação;
- d) Taipa de mão: executada com barro com material de vedação entre elementos estruturais de madeira em moradias populares;
- e) Alvenarias de blocos cerâmicos: executada em blocos cerâmicos extrudados sem fins estruturais.

Já as paredes de alvenaria estruturais ou portantes são capazes de substituir a estrutura do concreto armado e os fechamentos das alvenarias, como vigas e pilares, haja vista que elas são construídas para resistir a cargas verticais da edificação e absorver ações secundárias. (GUILHERME PINTO, 2011; MAGALHÃES, 2004).

Ainda, Magalhães (2004) se sobressai ao afirmar que: “O uso de componentes destinados às alvenarias de vedação em paredes estruturais ou portantes pode resultar em desempenho inadequado”. Com isso, tem-se que refletir e notar o quão importante é o reconhecimento de ambas as alvenarias e a forma como são usadas, podendo, futuramente, ocorrer um desastre em certas edificações.

Moliterno (1995) exemplifica vários casos de alvenaria portante:

- a) Alvenaria de pedra argamassa: executada em pedras e argamassa de assentamento, e muito utilizada em fundações e arrimos;
- b) Alvenaria de tijolos maciços: executadas em tijolos cerâmicos maciços e argamassa de assentamento;
- c) Alvenaria de adobe ou tijolos de solo-cimento: executada com tijolos de barro secos ao ar ou de solo-cimento, sem queima, e utilizada em paredes portantes;
- d) Taipa de pilão; executada com uma mistura de argila, estrume de gado e pedras e muito utilizada em edificações antigas da arquitetura colonial brasileira;
- e) Alvenaria de bloco de concreto: executada em blocos vazados de concreto e argamassa de assentamento e largamente utilizada na construção de paredes portantes, e também em paredes de alvenarias armada ou paredes de vedação;
- f) Alvenaria de blocos sílico-calcáreos: executada em blocos fabricados com cal e agregados finos, de natureza quartzoza e utilizada em paredes portantes ou de vedação;
- g) Alvenaria de concreto simples: executada em concretado não amado;
- h) Alvenaria de concreto ciclópico: executada em concreto simples e pedra amarrada, com grande resistência por gravidade ou massa;
- i) Alvenarias tipo gabiões: executadas com pedras encaixadas, sem argamassa de assentamento, e utilizadas para a estabilização de taludes;

- j) Alvenaria de bloco cerâmico estruturais: executadas em blocos cerâmicos extrudados fabricados especialmente para fins estruturais.

3.3 FISSURAS

3.3.1 DEFINIÇÃO

As fissuras são um tipo de manifestação patológica que abrange algumas áreas da engenharia civil, como a geotécnica e estruturas, onde estão diretamente ligadas para a formação das mesmas. É importante ressaltar que várias literaturas diferenciam fissuras de trincas e rachaduras, no entanto, é muito complexo o entendimento dessas denominações, uma vez que cada bibliografia limita diferentemente a espessura de cada uma.

Oliveira (2012) dissimula a diferença entre as denominações que essa manifestação patológica recebe e destaca sua definição, haja vista que se deve ter um amplo cuidado com todas.

Fissuras, trincas e rachaduras são manifestações patológicas das edificações observadas em alvenarias, vigas, pilares, lajes, pisos entre outros elementos, geralmente causadas por tensões dos materiais. Se os materiais forem solicitados com um esforço maior que sua resistência acontece a falha provocando uma abertura, e conforme sua espessura será classificada como fissura, trinca, rachadura, fenda ou brecha. (OLIVEIRA, 2012)

No mais, Lordsleem Júnior (1997) compreendeu que fissura pode ser entendida como: “manifestação patológica resultante de uma solicitação maior do que a capacidade de resistência da alvenaria, com aberturas lineares até a ordem de 1 mm de largura, que podem interferir nas suas características estéticas, funcionais ou estruturais.” Com isso, pode-se perceber que ambos autores articulam de formas diferentes, porém, a síntese dos conceitos de manifestação patológica são iguais.

Santos (2013) em entrevista a Paulo Helene diferenciam essas nomenclaturas e disponibiliza figuras para melhor entendimento, como mostrado nas figuras de 2 a 5:



Figura 2- Fissuras

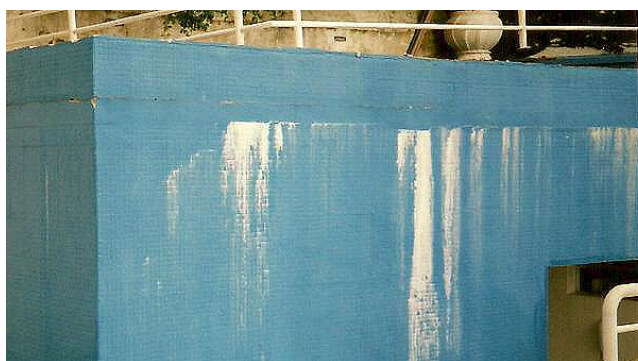


Figura 3- Trinca



Figura 4 - Rachadura



Figura 5 – Fenda

Ainda é muito considerável ressaltar que o estudo de fissuras em alvenarias abrange também o revestimento de argamassa que as cobre. Visto que o revestimento está sobre a alvenaria e, por conseguinte, também fissurará.

3.3.2 CLASSIFICAÇÃO DAS FISSURAS

3.3.2.1 SEGUNDO A ABERTURA

Estando de acordo com Lordsleem Júnior (1997): “A classificação das fissuras segundo a largura da abertura pode indicar a gravidade do problema, auxiliar na identificação da causa e até mesmo limitar a utilização dos sistemas de recuperação.”.

Bauer (1993) afirma que “a localização das fissuras, sua abertura, percurso e espaçamento, além de outros dados informativos podem servir como elementos para determinação da causa ou causas que as produziram”.

Logo, pode-se notar que ambos os autores consideram da mesma forma esse estudo e, assim, é benéfico ressaltar que a notificação da abertura das fissuras pode ajudar para sua recuperação.

Desta forma, as fissuras podem ser classificadas, de acordo com Oliveira (2012), segundo sua abertura, em:

- a) Fissuras: até 0,5 mm;
- b) Trinas: 0,5 até 1,5 mm;
- c) Rachadura: 1,5 a 5,0 mm;
- d) Fenda: 5,0 a 10,0 mm;
- e) Brecha: acima de 10,0 mm.

Porém, deve-se deixar claro que no presente trabalho o termo fissura é generalizado, usado para todas essas denominações anteriores. Pois, as mesmas serviram para a classificação dessa manifestação.

3.3.2.2 SEGUNDO A ATIVIDADE

Duarte (1998) ordena as fissuras, segundo a atividade, em:

- a) Ativas: fissuras que apresentam variações de abertura em um determinado período de tempo. Fissuras ativas causadas por variações térmicas, por exemplo, podem apresentar um comportamento cíclico, alternando sua abertura de acordo com as variações de temperatura. Já as fissuras ativas causadas por recalques de fundação tendem a apresentar uma abertura crescente;
- b) Inativas ou estabilizadas: fissuras que não apresentam variações de abertura ou comprimento ao longo do tempo. Fissuras inativas costumam ser causadas por solicitações externas constantes, tais como sobrecargas ou fundações estabilizadas.

3.3.2.3 SEGUNDO A FORMA

Segundo Duarte (1998), as fissuras podem ser classificadas, segundo sua forma, em:

- a) Isoladas: fissuras com causas diversas que surgem uma direção predominante, acompanhando as juntas de argamassa ou partindo componentes, seguindo fiadas horizontais ou verticais, ou, ainda, prolongando-se pela interface entre os componentes da alvenarias e a junta de argamassa;
- b) Disseminadas: fissuras disseminadas apresentam a forma de rede de fissuras, sendo mais comuns em revestimentos.

3.3.2.4 SEGUNDO A DIREÇÃO

Eldrigre (1982) apud Magalhães (2004) classifica as fissuras, segundo sua direção, em:

- a) Fissuras verticais;
- b) Fissuras horizontais;
- c) Fissuras diagonais.

3.3.2.5 SEGUNDO AS CAUSAS

Segundo Thomaz (1989) pode-se classificar as fissuras de acordo com sua ocorrência de cinco maneiras, no entanto, Magalhães (2004) acrescenta outra maneira, como perceber-se a seguir, respectivamente:

- a) Fissuras causadas por movimentações térmicas;
- b) Fissuras causadas por movimentações higroscópicas;
- c) Fissuras causadas por atuação de sobrecargas;
- d) Fissuras causadas por recalques de fundação;
- e) Fissuras causadas pela retração do cimento;
- f) Fissuras causadas por detalhes construtivos

3.4 MECANISMO DE FORMAÇÃO

3.4.1 FISSURAS CAUSADAS POR MOVIMENTAÇÃO TÉRMICA

As construções, assim como os elementos que as compõe, estão sujeitas a mudanças físicas e químicas, como por exemplo, pode-se destacar a variação de temperatura, seja sazonais ou diárias. A contração ou dilatação, variação dimensional, é repercutida por essas mudanças de temperatura. Logo, as fissuras podem surgir devido a tensões, provocadas por tais. (THOMAZ, 1989; MAGALHÃES, 2004; OLIVEIRA, 2012).

Porém, essa oscilação está relacionada com a movimentação das paredes, como também de outros elementos que compõe uma edificação. Como as vigas, lajes, pilares, ambos feitos de concreto armado, ou até mesmo, pela movimentação de pisos, forros e esquadra. Pois os elementos se associam diretamente e, assim, transmitindo esforços e movimentações. (SILVA, 2013; MAGALHÃES, 2004; THOMAZ, 1989).

Segundo Thomaz (1989), as principais movimentações diferenciadas acontecem em função de:

- a) Junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, sujeito às mesmas variações de temperatura (por exemplo, movimentações

diferenciadas entre argamassa de assentamento e componentes de alvenaria);

- b) Exposição de elementos a diferentes solicitações térmicas naturais (por exemplo, cobertura em relação as paredes de uma edificação);
- c) Gradiente de temperatura ao longo de um mesmo componente (por exemplo, gradiente entre a face exposta e a face protegida de uma laje de cobertura).

Magalhães (2004) ainda reforça exemplificando: “... uma movimentação admissível em um elemento construtivo metálico, por exemplo, pode causar movimentações não admissíveis em uma parede de alvenaria justaposta, provocando fissuras”.

3.4.1.1 MOVIMENTAÇÃO TÉRMICA DA LAJE DE COBERTA SOBRE PAREDES

Como falado anteriormente, os movimentos diferenciados são de tamanha natureza e percebe-se isso através da exposição às mudanças térmicas que as coberturas planas sofrem, pois essa variedade acontece com menos intensidade nas paredes (THOMAZ, 1989). Assim, reforçando o que Magalhães (2004), Verçoza (1991) e Thomaz (1989) afirmam, o coeficiente de dilatação térmica linear do concreto é, em média, duas vezes maior do que o das alvenarias, considerando a influencia das juntas de argamassa e os tijolos.

Como, normalmente, as paredes servem de sustentação para as lajes de coberta, as tensões surgem no centro. Porém, a tensão é nula no ponto médio e cresce em sentido as laterais, conforme vê na figura 6. (THOMAZ, 1989 ;OLIVEIRA, 2012)

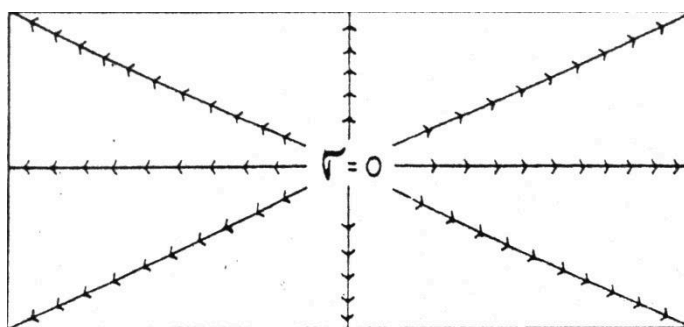


Figura 6 – Propagação das tensões numa laje de cobertura com bordos vinculados devido a efeitos térmicos (THOMAZ, 1989).

As figuras 7, 8 e 9 mostraram como ocorre a dilatação plana das lajes e o abaulamento da mesma. Assim, tensões de cisalhamento serão criadas e, conseqüentemente, o aparecimento de fissuras horizontais próximos à laje. (Thomaz, 1989)

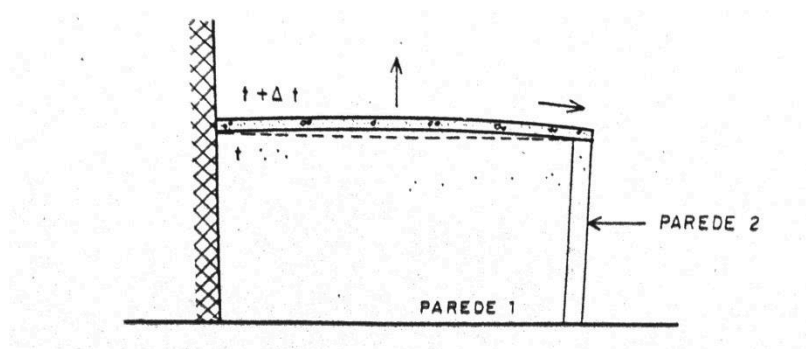


Figura 7 – Movimentação que ocorreu numa laje de cobertura, sob ação da elevação da temperatura (THOMAZ, 1989).

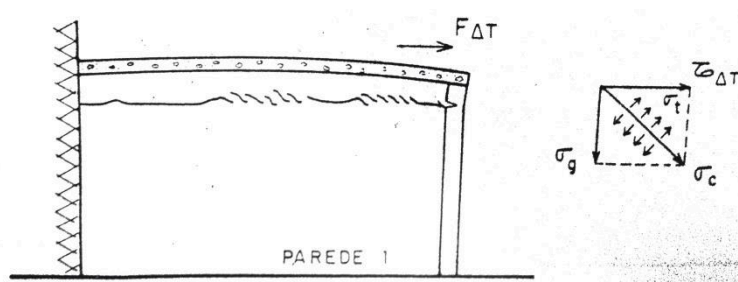


Figura 8 – Trinca típica presente no topo da parede paralela ao comprimento da laje (THOMAZ, 1989)

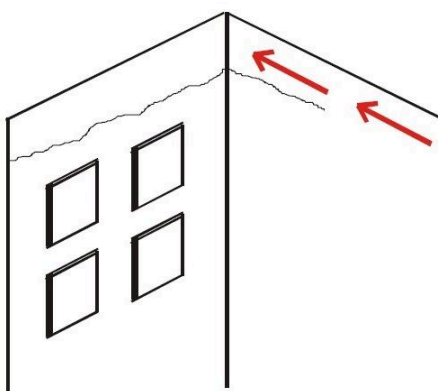


Figura 9 – Fissura típica de movimentação térmica da laje (DUARTE, 1998).

Até agora, nota-se que a movimentação térmica da laje de cobertura está provocando fissuras horizontais. Entretanto, a partir de então observaremos que tal

movimentação provocará fissuras em outras direções. No caso das inclinadas, como ressalta Magalhães (2004), o mecanismo de formação é o mesmo do articulado anteriormente.

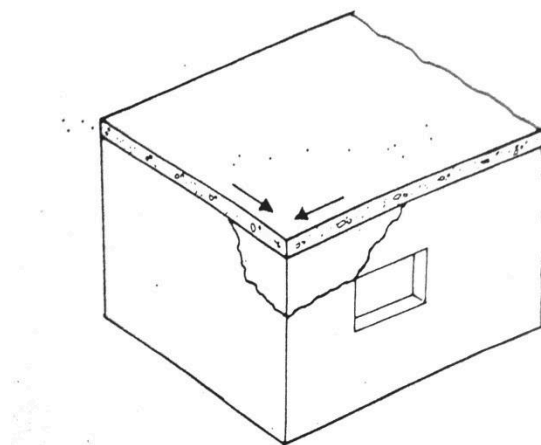


Figura 10 – Fissura de cisalhamento provocado por expansão térmica da laje de cobertura (THOMAZ, 1989).

As fissuras verticais por movimentação térmica da laje também ocorrem em paredes paralelas ao sentido predominante da dilatação térmica da laje de cobertura. Neste caso, a dilatação da laje gera tensões horizontais de tração, provocando a fissura vertical na parede de alvenaria. (MAGALHÃES, 2004)

Harmonizando o que afirmou Magalhães (2004) anteriormente e acrescentando algo mais, pode-se afirmar que as alvenarias com tijolos na vertical são mais fracas à tração na horizontal contribuindo para a formação desse tipo de fissura.

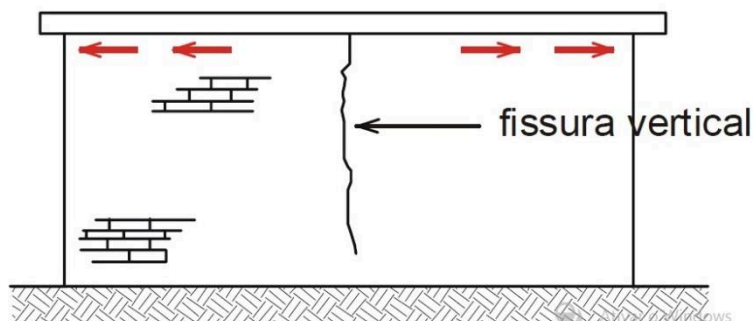


Figura 11- Fissura vertical por movimentação térmica da laje (DUARTE, 1998).

3.4.1.2 MOVIMENTAÇÃO TÉRMICA DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO E DA ALVENARIA

As movimentações térmicas da estrutura de concreto armado acontecem de fato, e como consequências disso, as fissuras em paredes de alvenarias aparecem. Muito embora as vigas ajudem na sustentação do peso da laje, as alvenarias também desempenha esse papel e, conseqüentemente, estão sujeitas a tais movimentações. (THOMAZ, 1989; MAGALHÃES, 2004)

Com isso, um exemplo citado por Thomaz (1989), Duarte (1998) e Magalhães (2004) em seus trabalhos são as fissuras de destacamento, haja vista que esse tipo de fissura também aparecerá em outros mecanismos.



Figura 12- Fissura de destacamento por movimentação térmica da estrutura de concreto armado (THOMAZ, 1989).

Já com relação à movimentação térmica de certa alvenaria, Magalhães (2004) consolida:

“... por movimentação térmica da alvenaria são provocadas pela dilatação e contração térmicas das paredes, gerando fissuras verticais regulamente espaçadas. Têm ocorrência típica em paredes longas, muros, platibandas e parapeitos, especialmente em paredes onde não foram previstas juntas de dilatação.”

Assim, depreende-se que as fissuras de destacamento agem destacando das paredes, ou seja, a alvenaria se solta da estrutura de concreto armado causando essa manifestação patológica. Em contra partida, as fissuras causadas por movimentação térmica só da alvenaria em si são, geralmente verticais.

3.4.2 FISSURAS CAUSADAS POR MOVIMENTAÇÕES HIGROSCÓPICAS

Assim como as movimentações térmicas, o mecanismo de formação das fissuras por essa movimentação é bastante semelhante. Concordando com Thomaz (1989), Lordsleem Júnior (1997) e Oliveira (2012) onde eles certificam que o acréscimo do teor de umidade produz expansão e a falta da mesma causa contração, com isso, pode-se dizer que o brotamento de fissuras está relacionado com a mudança do dimensionamento, uma vez que consegue impedir ou encurtar os movimentos das alvenarias ou em alguns elementos que a compõem.

Assim, os materiais de construção podem adquirir a umidade, conforme destaca Thomaz (1989), da seguinte maneira:

- a) Umidade residual da fabricação dos componentes: Na fabricação de componentes construtivos à base de ligantes hidráulicos, emprega-se geralmente uma quantidade de água superior à necessária para que ocorram as reações químicas de hidratação. A água em excesso permanece em estado livre no interior do componente e, ao se evaporar, provoca contração do material.
- b) Umidade proveniente da própria obra: É usual umedecerem-se componentes de alvenaria no processo de assentamento, ou mesmo painéis de alvenaria que receberão argamassas de revestimento; esta prática é correta pois visa impedir a retirada súbita de água das argamassas, o que viria prejudicar a aderência com os componentes de alvenaria ou mesmo as reações de hidratação do cimento. Ocorre que nesta operação de umedecimento poder-se-á elevar o teor de umidade dos componentes de alvenaria a valores muito acima da umidade higroscópica de equilíbrio, originando-se uma expansão do material; a água em demasia, a exemplo do que foi dito na alínea anterior, tenderá a evapora-se, provocando uma contração do material.
- c) Umidade atmosférica ou proveniente de fenômenos meteorológicos: O material poderá absorver água de chuva antes mesmo de ser utilizado, durante o transporte até a obra ou por armazenagem desprotegida do canteiro. Durante a vida da construção, as faces de seus componentes voltadas para o exterior poderão absorver quantidades consideráveis de água

de chuva ou, em algumas regiões, até mesmo de neve. Também a umidade presente no ar pode ser absorvida pelos materiais de construção, que sob a forma de vapor, quer sob a de água líquida (condensação do vapor sobre as superfícies mais frias da construção).

- d) Umidade vinda do solo: A água presente no solo poderá ascender por capilaridade à base da construção, desde que os diâmetros dos poros capilares e o nível do lençol d'água assim o permitam. Não havendo 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 andar térreo.

Após citar as maneiras como a umidade pode se avizinhar das construções, deve-se frisar que essa manifestação patológica está ligada com a expansão de tijolos cerâmicos. Algumas ocorrências desses casos são explicados nas figuras 13, 14 e 15:

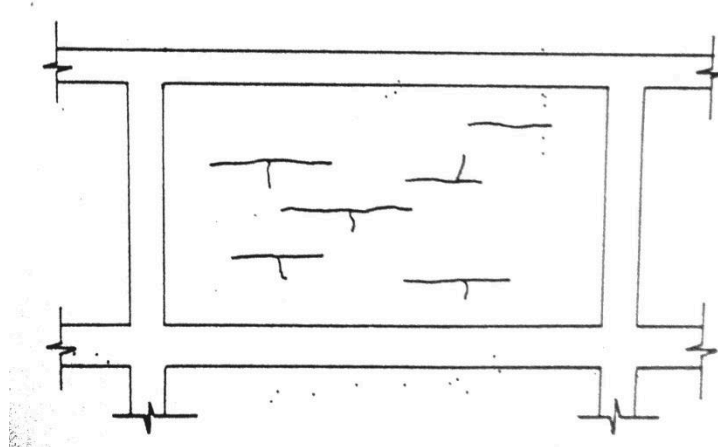


Figura 13- Trincas horizontais na alvenaria provenientes da expansão dos tijolos (THOMAZ, 1989).

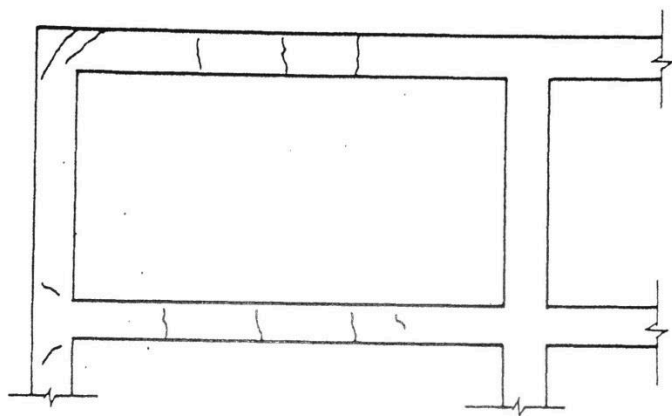


Figura 14 – Trincas nas peças estruturais: a expansão da alvenaria solicita o concreto à tração (THOMAZ, 1989).

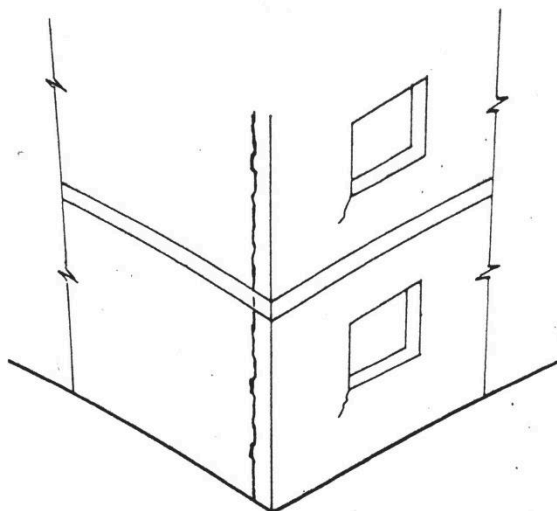


Figura 15 - A expansão dos tijolos por absorção de umidade provoca o fissuramento vertical da alvenaria, no canto do edifício (THOMAZ, 1989).

Ainda, o mesmo autor afirma que as fissuras em alvenaria e os tijolos maciços de solo-cimento tem uma característica própria: fissura vertical no meio da parede longa (6 a 7 metros). Além do mais, esses tijolos são de um material muito suscetível às variações de umidade, como mostra a figura 16.

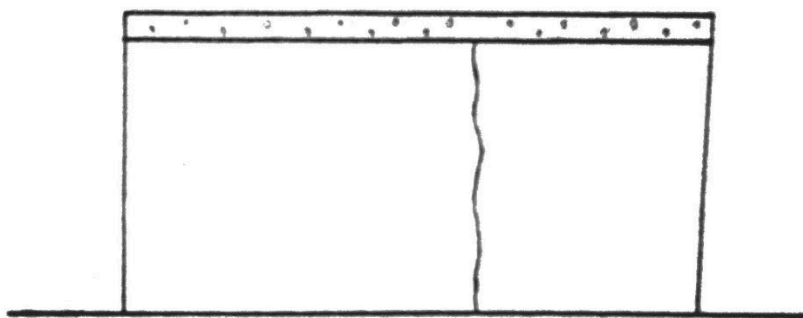


Figura 16 – Trinca vertical no terço médio da parede, causada por movimentações higroscópicas de tijolos de solo-cimento (THOMAZ, 1989).

Dois acontecimentos que merece certa preocupação são as fissuras que aparecem na base de paredes e o topo, ambas causadas por movimentação higroscópica. Porém Thomaz (1989) assegura que esse primeiro caso se dá pela má impermeabilização dos alicerces, uma vez que o mesmo se encontra em contato direto com o solo. Em contra partida, o destacamento da argamassa no topo da parede se atribui, principalmente, a absorção de umidade.

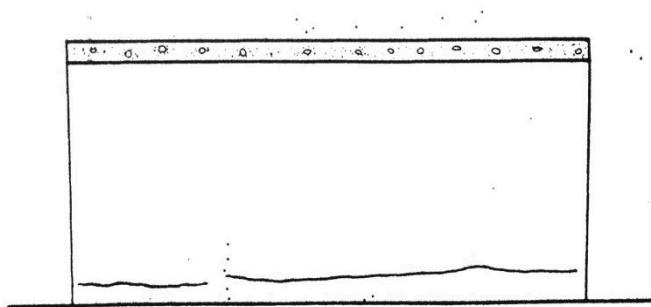


Figura 17- Trinca horizontal na base da alvenaria por efeito da umidade do solo (THOMAZ, 1989)

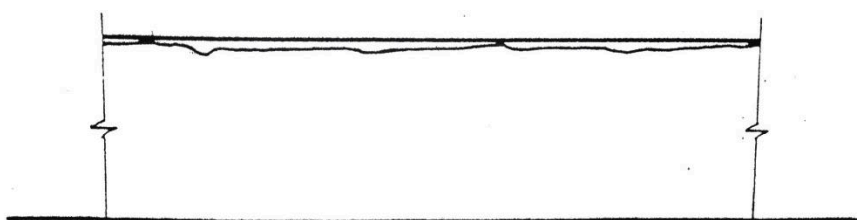


Figura 18- Destacamento de argamassa no topo do muro, causando pela absorção de umidade (THOMAZ, 1989).

Deve-se alertar para que o Lordsleem Junior (1997) certifica:

Analisando a manifestação de fissuras nas alvenarias de fachada, verifica-se que elas são preponderantemente causadas pelas variações termo-higroscópicas. Isso se deve, principalmente, à exposição à água de chuva e à radiação solar, o que não ocorre com as alvenarias de vedação internas.

3.4.3 FISSURAS CAUSADAS POR ATUAÇÃO DE SOBRECARGAS

Para a construção de componentes estruturais, como vigas, pilares, lajes e, até mesmo, paredes é preciso um projeto estrutural, considerando as possíveis cargas atuantes, pois, todos esses elementos desempenham um papel fundamental em uma edificação. No entanto, como ressaltou Thomaz (1989): “a atuação de sobrecargas pode produzir a fissuração de componentes estruturais”. Ainda, segundo o mesmo autor, neste caso de fissuração não é obrigatória acontecer o rompimento dos mesmos, muito embora seja importante frisar que quanto maior a abertura dessa manifestação patológica mais difícil será para a sua recuperação, deixando assim a estrutura instável.

Magalhães (2004) acrescenta:

Vários fatores exercem influência na resistência final e na fissuração de paredes em alvenarias submetidas a sobrecargas de compressão: a forma, seção transversal e esbeltez da parede; o tipo e forma geométrica dos componentes (tijolos ou blocos); a resistência mecânica e os módulos de deformação destes componentes e da junta de argamassa; a rugosidade e porosidade dos componentes; o poder de aderência, elasticidade, retração e retenção de água da argamassa; o tipo de junta de assentamento, sua espessura e regularidade; o tipo de fixação da parede a outras estruturas; e, as técnicas construtivas e qualidade de execução.

3.4.3.1 FISSURAS VERTICAIS E HORIZONTAIS POR ATUAÇÃO DE SOBRECARGAS

Corroborando com Thomaz (1989), a orientação de fissuras para esse caso são duas, horizontais e verticais. Neste primeiro, pode-se dizer que são provenientes da abertura por compressão dos integrantes de uma alvenaria ou da argamassa em

si, já as fissuras verticais, caso com maior eventualidade, são oriundas da deformação transversal da argamassa, quando são submetidas a tensões de compressão ou da curvatura, flexão, localizada dos componentes da alvenaria.

Consegue-se notar que Magalhães (2004) e Thomaz (1989), se ratificam quando se trata do processo de formação das fissuras verticais, analisando esse caso, pois as juntas de argamassa irão se deformar transversalmente, com isso, serão criadas tensões horizontalmente de tração nas paredes, formando, assim, as fissuras verticais.

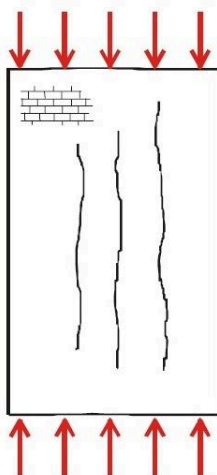


Figura 19- Fissuras Verticais induzidas por sobrecargas (DUARTE, 1998).

Por outro lado, Magalhães (2004), com relação às fissuras horizontais, afirma: “... ocorrem pela ruptura por compressão dos componentes, da junta de argamassa ou dos septos dos tijolos e blocos de furos horizontais, em função de excessivo carregamento de compressão na parede...”. Logo, ver-se a necessidade de bons materiais para a construção de uma alvenaria, haja vista que a qualidade, a natureza e a resistência dos mesmos são de suma importância.

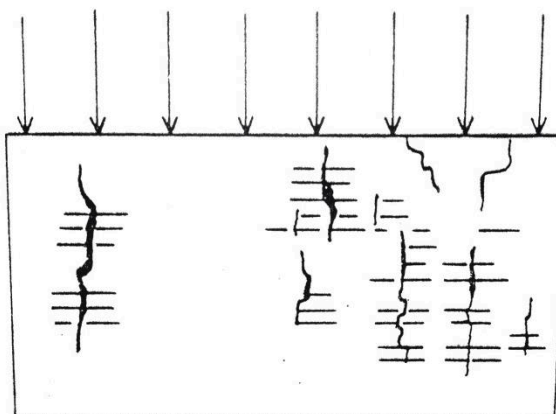


Figura 20 - Trincas horizontais na alvenaria provenientes de sobrecargas (THOMAZ, 1989)

Duarte (1998) ainda analisa as fissuras em pilares de alvenaria e assegura: “As fissuras por sobrecargas em pilares de alvenaria são predominantemente verticais e ocorrem pelo excessivo carregamento de compressão em pilares mal dimensionados”. Após essa afirmação, percebe-se que o dimensionamento dos elementos construtivos é de uma indiscutível relevância.

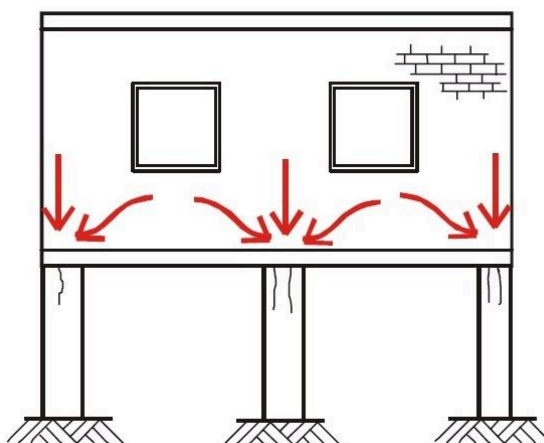


Figura 21 – Fissuras verticais por sobrecargas em pilares de alvenaria (DUARTE, 1998)

3.4.3.2 FISSURAS DIAGONAIS POR ATUAÇÃO DE SOBRECARGAS EM TORNO DE ABERTURAS

Tem-se conhecimento de que as vergas e contravergas tem função estrutural, com isso, elas são postas sobre as aberturas, no caso das vergas, ou abaixo das aberturas, contravergas, para que o peso da alvenaria não venha chegar a deformar essas esquadrias havendo uma melhor distribuição das cargas

(CICHINELLI, 2013). Muito embora a má execução, o ato de não ter projetado, ou até mesmo o caso de não usar tais seja bastante comum.

A fissuração em torno de aberturas é bastante comum, se formam em painéis de alvenarias descontínuas, onde são encontradas aberturas, a 45° , uma ou mais, logo quando as sobrecargas atuam forma essa manifestação patológica. Ainda, é pertinente afirmar que são fissuras a 45° , nos cantos. (THOMAZ, 1989; MAGALHÃES, 2004).

Em seguida, Thomaz (1989) mostra dois casos pertinentes, apresentadas nas figuras 22 e 23:

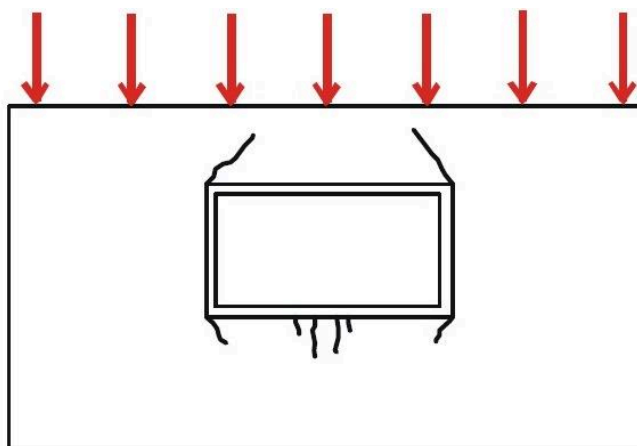


Figura 22 – Fissura teórica no entorno de abertura, em parede solicitada por sobrecargas vertical (THOMAZ, 1989).

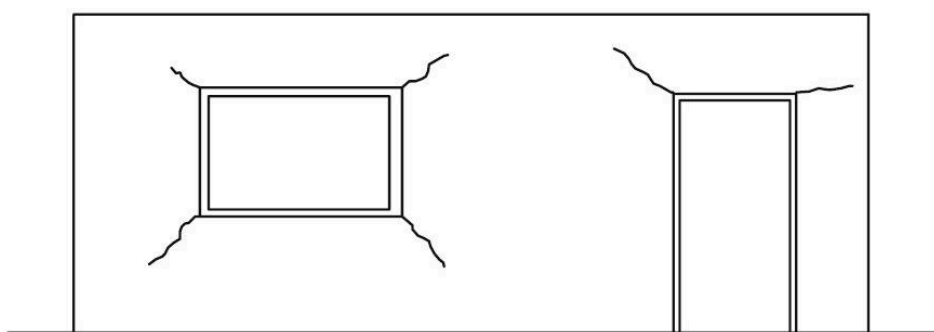


Figura 23 - Fissuração típica (real) nos cantos das aberturas, sob atuação de sobrecargas (THOMAZ, 1989).

3.4.4 FISSURAS CAUSADAS POR RECALQUES DA FUNDAÇÃO

Os solos, compostos por partículas sólidas em contato, ar, água e, em alguns casos, material orgânico, quando submetidos à atuação de sobrecargas

tendem a se deformar após essa ação, com maior intensidade ou não, dependendo da característica de casa solo (DAL MOLIN, 1988). Logo, pode-se afirmar que recalque é um acontecimento onde uma edificação se movimentar verticalmente para baixo, onde sua fundação ficará com uma altura inferior a superfície do terreno. Vale ressaltar que esse rebaixamento da estrutura acontece devido às sobrecargas ou devido o peso das camadas onde a fundação se apoia (OLIVEIRA, 2012).

Logo, as fissuras por recalques de fundação resultam devido à movimentação diferenciada das fundações e, ainda, Magalhães (2004) assevera alguns fatores para o recalque diferenciado e, conseqüentemente, da fissuração:

Carga de trabalho superior à carga admissível do solo ou de camadas inferiores do solo; apoios em solos com diferentes consolidações e/ou aterros; falta de homogeneidade do solo; rebaixamento do lençol freático ou incorporação de água em terrenos; influência de cargas de entorno e vizinhança; condições diferenciadas de apoio e carga, como prédios de altura variável ou uso de diferentes tipos de fundação; solapamento, erosão, escavação, ou falha no subsolo; influência da vegetação ou tubulação adjacente; congelamentos, inundações, vibrações, ou mesmo, terremotos.

Thomaz (1989) diz que: “De maneira geral, as fissuras por recalques diferenciados são inclinadas...” e ainda assegura que as fissuras com esse agente são em forma de escama, ou seja, disseminadas.

Em seguida, mostrar-se-á alguns exemplos de fissuras.

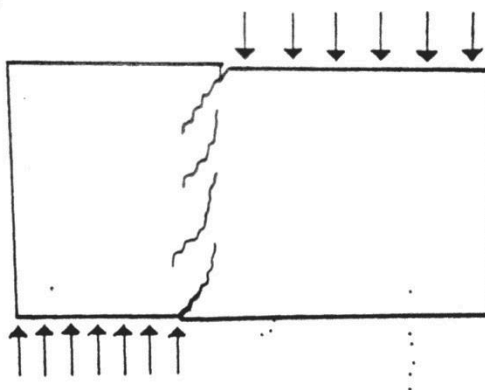


Figura 24 - Trinca de cisalhamento no painel, devido recalque diferencial das fundações contínuas onde o trecho mais carregado apresenta maior recalque (THOMAZ, 1989).

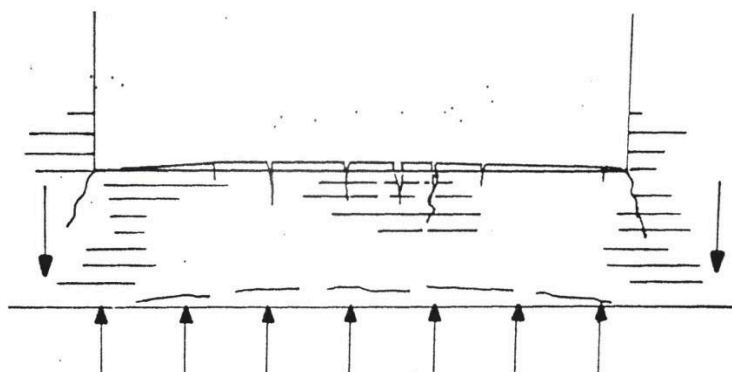


Figura 25 – Trincas de flexão devido ao carregamento desbalanceado em suas fundações contínuas (THOMAZ, 1989).

Um exemplo bastante comum desse próximo caso é em favelas, uma vez que maiorias delas se encontram em aterros ou encostas.

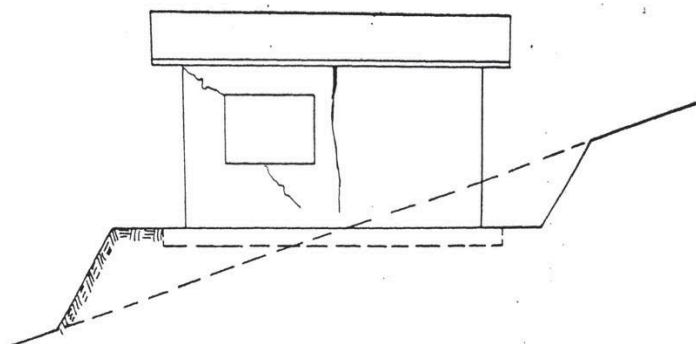


Figura 26- Trincas de cisalhamento nas alvenarias devido ao assentamento das fundações sobre seções de corte e aterro (THOMAZ, 1989)

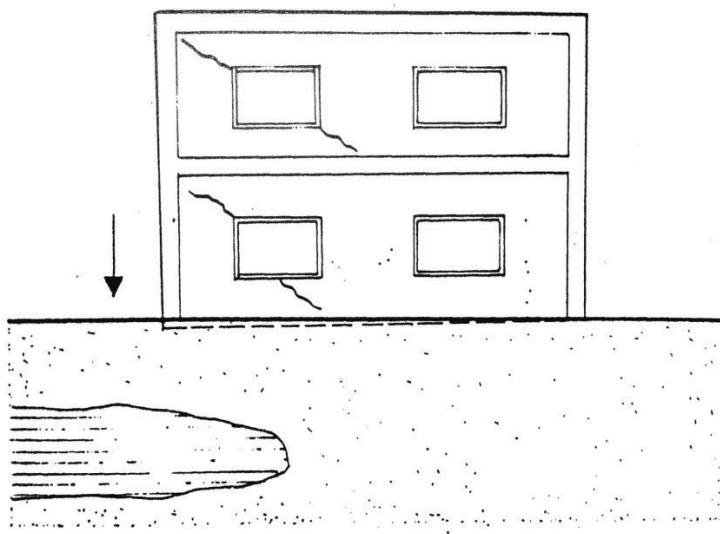


Figura 27- Trincas provocadas por falta de homogeneidade do solo devido ao recalque diferencial (THOMAZ, 1989).

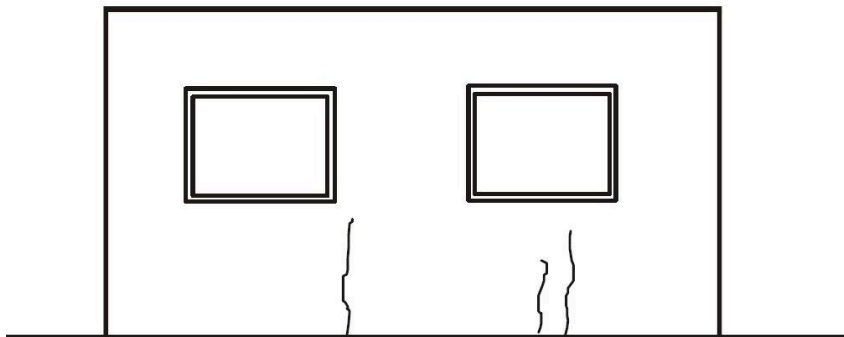


Figura 28 – Fissuras verticais junto ao solo por ruptura das fundações (DUARTE, 1998).

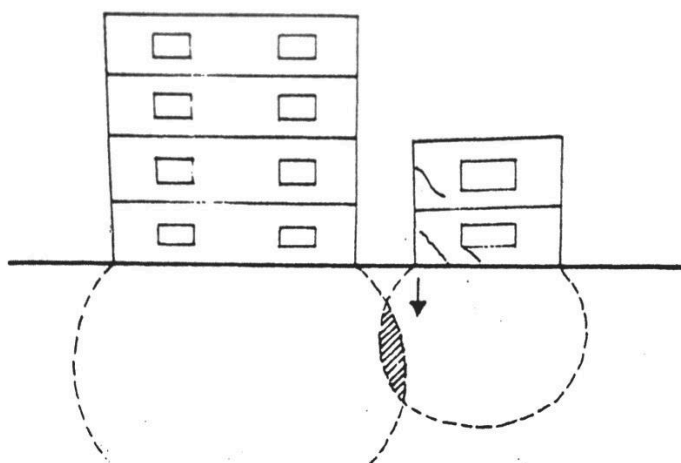


Figura 29- Recalque diferenciado no edifício menor pela interferência no seu bulbo de tensões, em função da construção do edifício maior (THOMAZ, 1989).

3.4.5 FISSURAS CAUSADAS PELA RETRAÇÃO

Um dos principais materiais de construção é o cimento, indiscutivelmente. Usado na construção de paredes, pilares, vigas, lajes, entre outros, o cimento deve ser hidratado para que possa concluir sua “transformação”. Thomaz (1989) pronuncia: “Em função da trabalhabilidade necessária, os concretos e argamassa normalmente são preparados com água em excesso, o que vem acentuar a retração”. Com isso, o mesmo autor ainda cita os três tipos de retração no qual pode acontecer com o cimento.

- a) Retração química: a reação química entre o cimento e a água se dá com redução de volume; devido às grandes forças interiores de coesão, a água combinada quimicamente (22 a 32%) sofre uma contração de cerca de 25% de seu volume original.
- b) Retração de secagem: a quantidade excedente de água, empregada na preparação do concreto ou argamassa, permanece livre no interior da massa, evaporando-se posteriormente; tal evaporação gera forças capilares equivalentes a uma compressão isotrópica da massa, produzindo a redução do seu volume.
- c) Retração de carbonatação: a cal hidratada liberada nas reações de hidratação do cimento reage com gás carbônico presente no ar, formando carbonato de cálcio; esta reação é acompanhada de uma redução de volume, gerando a chamada retração por carbonatação.

Após essa essência, sabe-se que a retração pode ocasionar fissuras nas alvenarias e que essa manifestação patológica pode acontecer de duas maneiras: retração dos elementos da alvenaria em si ou das lajes, pilares e vigas (Magalhães, 2004) Sendo assim, serão analisadas ambas e, ainda, as fissuras causadas pela retração da argamassa de revestimento.

3.4.5.1 FISSURAS CAUSADAS PELA RETRAÇÃO DE LAJES DE CONCRETO ARMADO

Segundo Magalhães (2004), a orientação das fissuras pela retração da laje de concreto armado poderá acontecer tanto na vertical como na horizontal. A configuração típica das fissuras horizontais será exposta logo a baixo, em seguida as verticais.

Quando a laje sofre retração, uma movimentação na mesma acontece, e como consequência disso esse tipo de fissura ocorrerá, tendo em conta que as paredes não acompanharão essa movimentação (MAGALHÃES, 2004; THOMAZ, 1989; DUARTE, 1988).

No mais, Magalhães (2004) afirma que é mais provável acontecer esse tipo de fissuração nos andares mais altos de uma edificação, porque está ligado a movimentações térmicas. O que pode se constatar com as seguintes figuras:

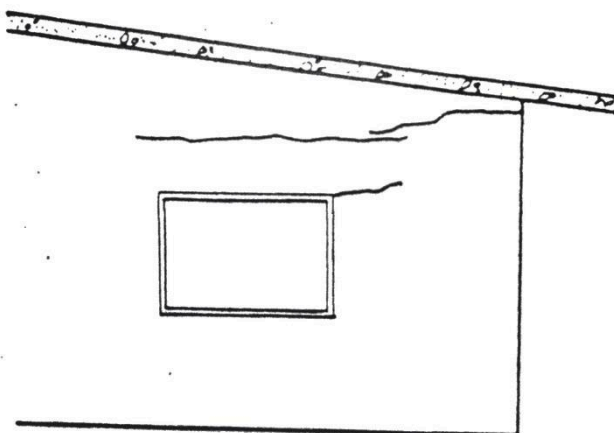


Figura 30 – Fissuras em paredes externas, promovidas pela retração de laje de cobertura (THOMAZ, 1989).

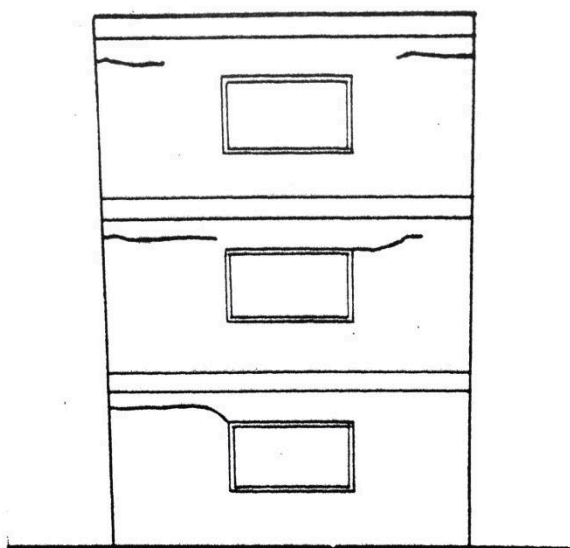


Figura 31 – Fissuras em paredes externas, causadas pela retração de lajes intermediárias (THOMAZ, 1989).

Por outro lado, as fissuras de orientação vertical são pouco comuns, e se configuram, também, a partir da retração da laje. Magalhães (2004) expressa como as paredes de alvenarias não resistem a tal: “... os cantos das paredes de alvenarias possuem fortes restrições a esta movimentação, o que pode provocar fissuras verticais junto ao canto”.

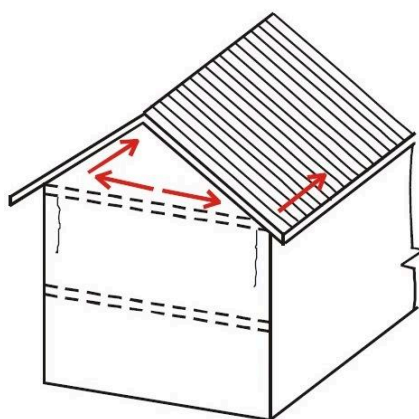


Figura 32- Fissuras verticais em paredes de alvenaria por retração da laje (DUARTE, 1998).

3.4.5.1 FISSURAS CAUSADAS PELA RETRAÇÃO DE PAREDES E MUROS E ARGAMASSA DE REVESTIMENTO

Segundo Thomaz (1989) o processo de formação das fissuras em paredes e muros por retração é o igual ao por variações térmicas e de umidade. No entanto, o mesmo autor ainda profere que a penetração de água, infiltração, nas fissuras pode ocasionar outras manifestações patológicas, como: manchas de umidade, lixiviação, entre outros.

A retração das paredes ocorre, em geral, pelos seus elementos (tijolos e juntas de argamassa), formando fissuras na alvenaria em si ou de destacamento, ostradas nas figuras 33 e 34. Em síntese, Copeland (1957) apud Magalhães (2004) explica como se dá a formação de tal: "... paredes de alvenarias de blocos de concreto apresentam movimentações por retração e, havendo restrições por outros elementos construtivos das edificações, surgem tensões de tração e cisalhamento que originam as fissuras".

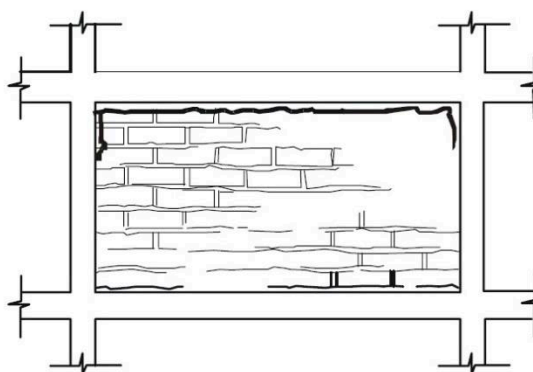


Figura 33- Fissuras de destacamento dentre a parede e a estrutura reticulada de concreto armado por retração da alvenaria (THOMAZ, 1989).

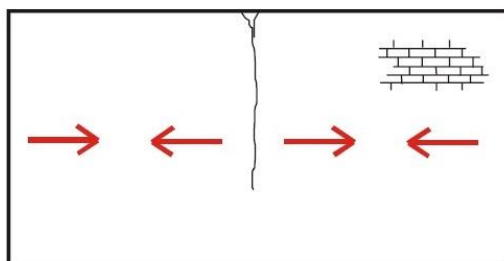


Figura 34- Fissura vertical em paredes por retração da alvenaria (DUARTE, 1998)

Por fim, Thomaz (1989) frisa: “As fissuras desenvolvidas por retração das argamassas de revestimento apresentam distribuição uniforme, com linhas mapeadas que se cruzam...”. Logo, conclui-se que fatores como: o número de camadas e a aderência com a base pode ser determinante para que não ocorra essa manifestação patológica.

3.4.6 FISSURAS CAUSADAS POR DETALHES CONSTRUTIVOS

Cada vez mais a mão de obra está se tornando menos eficaz, com isso as construções civil sofrem, como já falado anteriormente. Um exemplo bastante frequente desse mal são as fissuras causadas por detalhes construtivos. Logo, segundo Magalhães (2004):

As fissuras causadas por detalhes construtivos ocorrem por deficiências e incorreções na execução destes detalhes, não sendo levadas em consideração propriedades físicas dos materiais, impermeabilidade e estanqueidade das alvenarias e das

construções, formas corretas de execução das alvenarias, projeto de detalhamento, entre outros.

As fissuras por deficiência de amarração serão tratadas nesse tópico. Embora a sociedade não dê a real importância para esse tipo de fissuras, pelo simples fato de ser entre paredes, geralmente muros, é importante ressaltar que, como as demais, esse tipo pode comprometer alvenarias, ou até mesmo parte da alguma estrutura.

A ligação entre paredes de alvenarias deve ser feita com seus constituintes, para que assim não venha a se movimentar. Haja vista que essa movimentação, junto com outros causadores, como movimentação térmica, retração ou recalques, contribuem para que venha afluir essas fissuras. Assim, a figura 35 mostrará um exemplo desse tipo de fissuração.

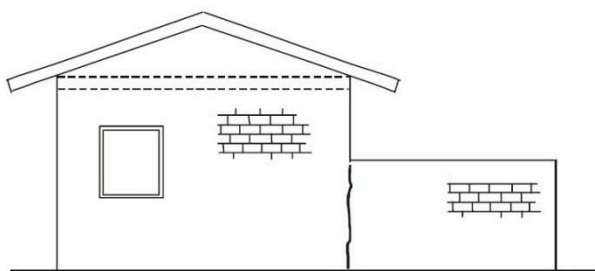


Figura 35- Fissuras verticais por deficiência de amarração entre o prédio e o muro (MAGALHÃES, 2004).

4 METODOLOGIA

4.1 LOCAL DE ESTUDO

A análise foi realizada no Fórum Municipal de Caraúbas – RN, localizado na Rua Manoel Antônio, 64, Centro. O edifício foi construído para ser uma residência, e consequentemente, se tornou um fórum, onde tem apenas um pavimento e 20 cômodos.

4.2 INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados a partir de três ferramentas. Na primeira parte da coleta foi usada uma trena para fazer a medição daquela edificação, no segundo ato, utilizou-se uma câmera fotográfica simples para capturar e armazenar as ilustrações das fissuras presente na mesma e, paralelamente, foi utilizado um fissurômetro para saber a abertura dessa manifestação patológica.

4.3 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

O procedimento de reunir os dados aconteceram em três momentos. Embora tenham acontecido quatro visitas naquela edificação para que fosse concluída a medição completa da mesma, o primeiro posicionamento foi este. Em segunda instância, foram enumeradas cada parede que a compõe e por fim, capturadas as fotos dessa manifestação patológica.

4.4 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DOS DADOS

A partir dos levantamentos dos dados, foram analisadas as fissuras catalogadas. Quantitativamente, o fórum foi caracterizado em uma planta baixa, que segue em anexo, e, consequentemente, mapeada as fissuras naquela edificação. Em segundo plano, utilizou-se uma planilha para descobrir as causas dessa manifestação patológica. Por fim, os dados foram analisados estatisticamente e apresentados em formas de gráficos e tabelas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo trata da análise e resultados dessa pesquisa, tendo como finalidade analisar as fissuras existentes no Fórum Municipal de Caraúbas – RN.

5.1 ANÁLISE DOS DADOS

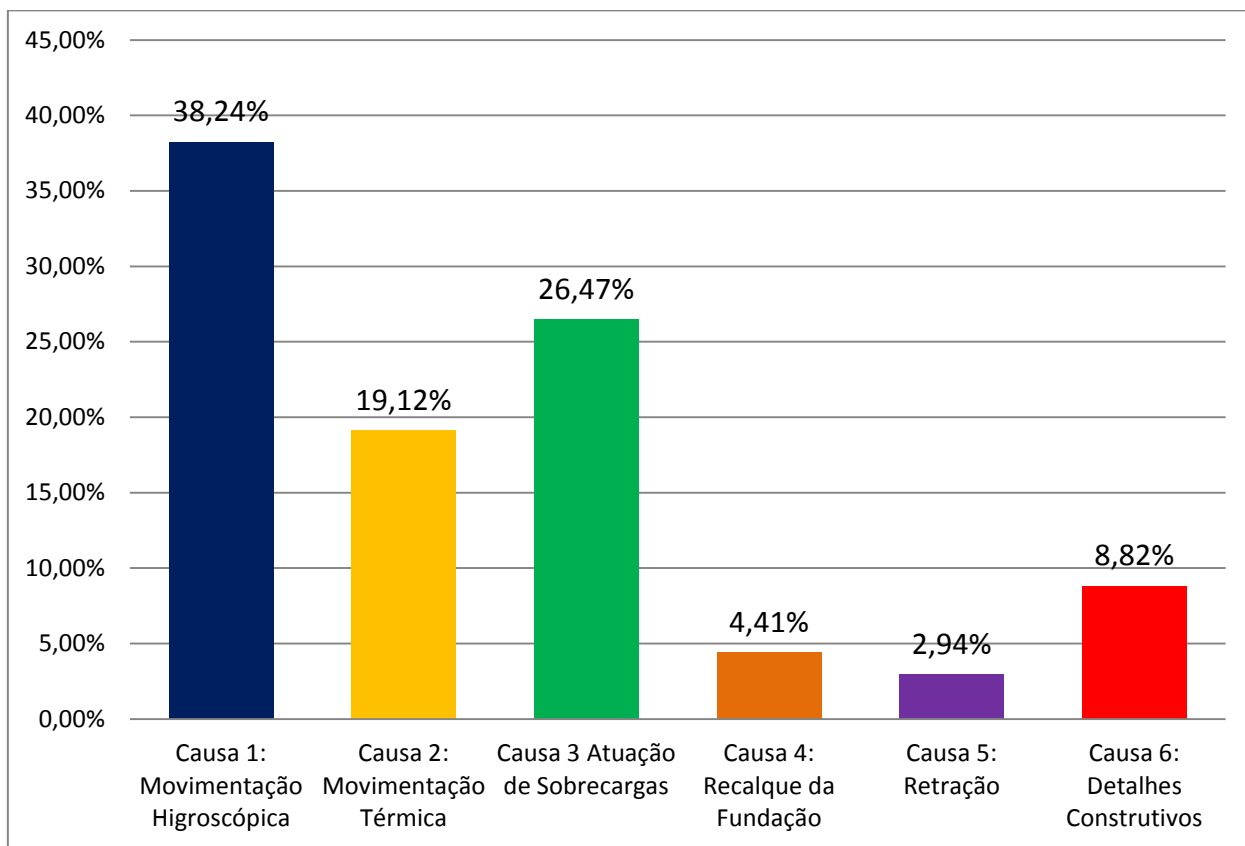
5.1.1 DISTRIBUIÇÃO DAS FISSURAS SEGUNDO AS CAUSAS

De acordo com o gráfico 1, pode-se perceber que foram encontradas fissuras em todas as classificações. Dentre o total, a maior ocorrência aconteceu entre as fissuras por movimentação higroscópica com 38,24%. A partir desses dados, pode-se concluir que as fissuras oriundas de umidade, caso com maior ocorrência, estão possivelmente relacionadas a umidades provenientes de fenômenos meteorológicos e umidade residual da fabricação dos componentes da alvenaria.

Conforme Thomaz (1989), o ciclos alternados de umedecimento e secagem da argamassa de revestimento, junto com a movimentação térmica, causam pequenas fissuras. Logo, pode-se dizer que a umidade proveniente de fenômenos meteorológicos tende a penetrar nestas fissuras, aumentando a quantidade e intensidade das mesmas.

Logo, frisando o que foi dito anteriormente, o mesmo autor afirma: “... ocorrerão penetrações de água cada vez maiores, acentuando-se progressivamente as movimentações e a consequente incidência de fissuras no revestimento”.

Gráfico 1 - Causas das fissuras

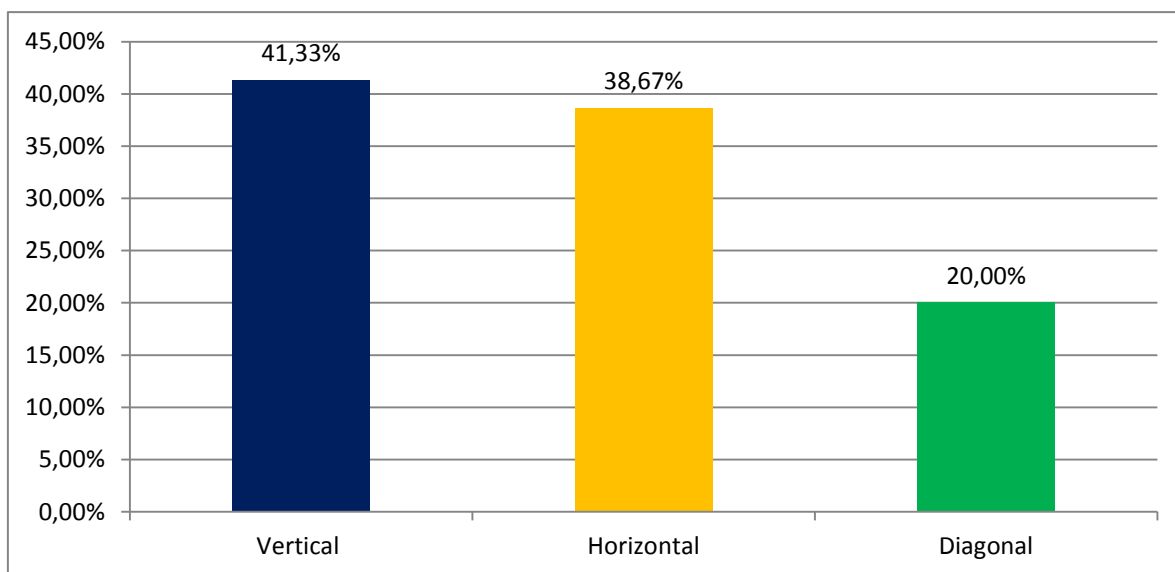


Fonte: Dados de pesquisa.

5.1.2 DISTRIBUIÇÃO DAS FISSURAS SEGUNDO A ORIENTAÇÃO

O gráfico 2 introduz a orientação das fissuras encontradas naquela edificação, onde se percebe um equilíbrio entre as fissuras verticais e horizontais, ambas com 41,33 % e 38,67%, respectivamente, do total. Teixeira (2011) em seu trabalho, também constatou essa igualdade entre essas fissuras, muito embora na edificação por ele estudada as fissuras diagonais tenha se sobressaído.

Gráfico 2– Orientação das fissuras



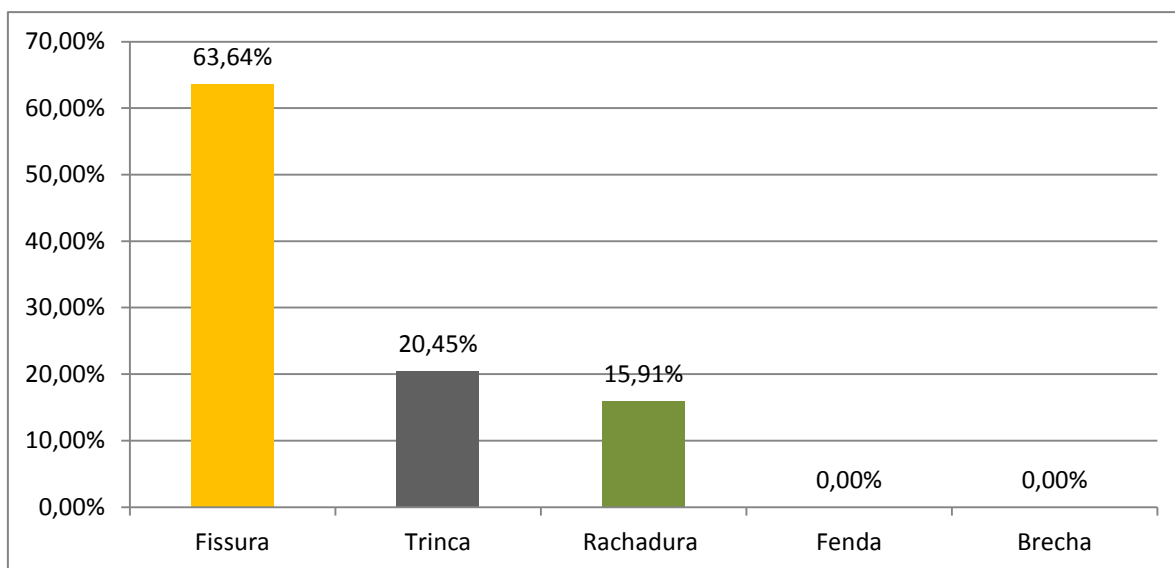
Fonte: Dados de pesquisa.

5.1.2 DISTRIBUIÇÃO DAS FISSURAS SEGUNDO A ABERTURA

De acordo com Oliveira (2012) pode-se classificar as fissuras de 5 maneiras, como no gráfico 3. No entanto, o atual trabalho presenciou apenas três tipos dessa classificação. As fissura com 63,64 % do total, foi a que mais incidiu naquela edificação, em seguida a trinca com 20,45%, a rachadura com 15,91%. A partir desses dados e corroborando com Olivari (2003) é necessário certo cuidado, haja vista, que foram observadas casos de trincas. O mesmo autor afirma:

No caso de trincas em paredes de alvenarias é importante verificar se ela aumenta ou está estabilizada. Se a trinca aumenta, podem existir problemas na fundação ou na estrutura e portanto, deve ser avisado o calculista. Se a trinca não aumenta, o caso não é grave, mas poderá causar complicações aos usuários, seja de infiltração de água, como de estética (OLIVARI, 2003).

Gráfico 3 – Abertura das fissuras



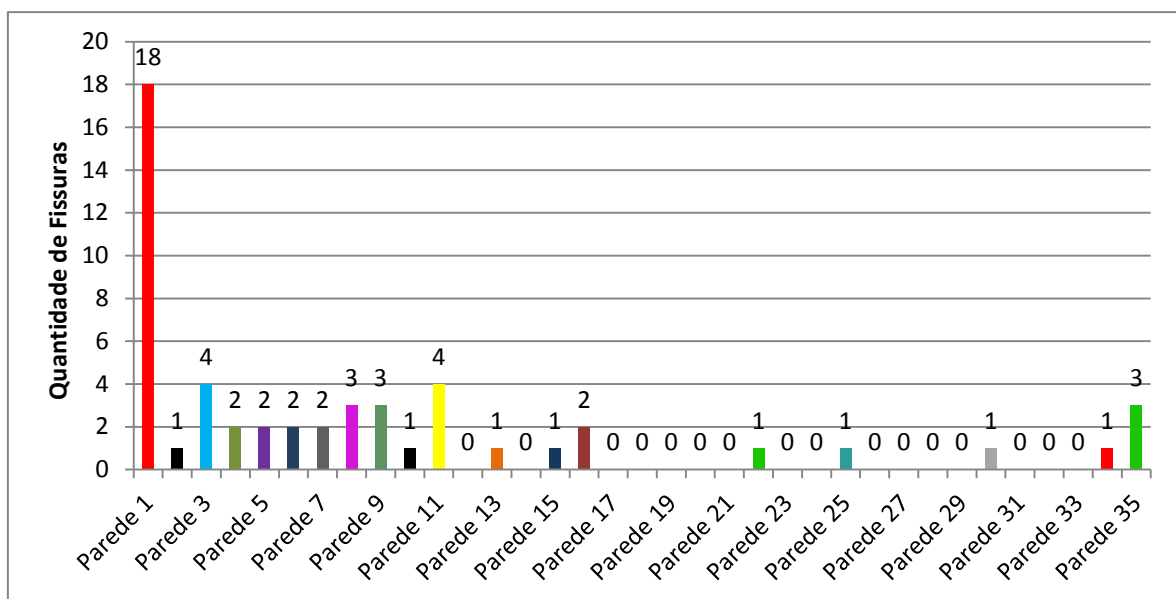
Fonte: Dados de pesquisa.

5.1.2 DISTRIBUIÇÃO DAS FISSURAS EM CADA PAREDE

Conforme se observa no gráfico 4, as quantidades de fissuras nas paredes externas são superiores às paredes internas, que, na verdade, mal apresentaram fissuras. Ainda, é válido ressaltar que a fachada (parede1) como pode ser visto na planta em anexo, é o lugar que apresenta mais fissuras. Ainda, sabemos que as fachadas das edificações estão mais sujeitas a “fatores”, como radiação e chuvas.

Silva (2013) em seu trabalho certifica esse resultado, uma vez que o mesmo fez uma análise dessa manifestação patológica e comprovou que o foi dito anteriormente, ou seja, as fachadas estão mais propensas a tal manifestação.

Gráfico 4 – Fissura x Parede



Fonte: Dados de pesquisa

5.1.3 DIAGNÓSTICO DE FISSURAS

Em seguida, serão mostradas algumas fissuras encontradas, em cada parede, no Fórum Municipal de Caraúbas – RN.

5.1.4.1 PAREDE 1

- Caso 1:

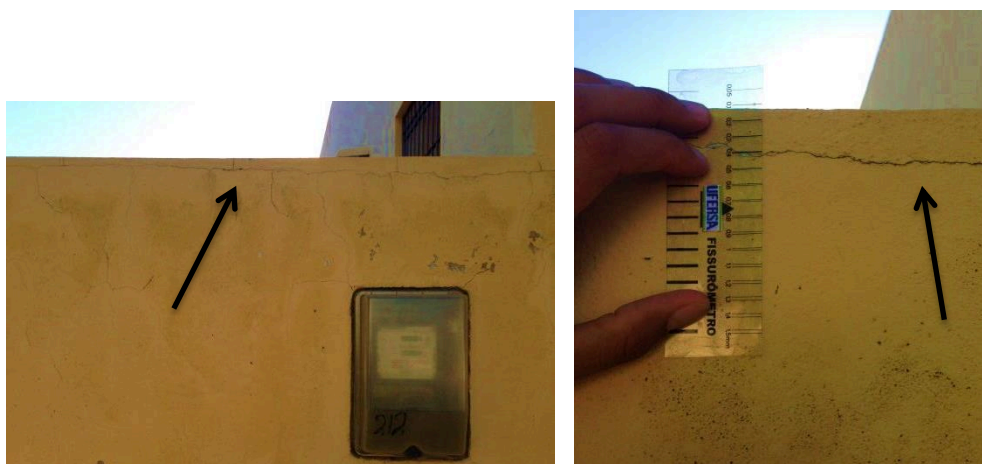


Figura 36– Fissura por movimentação higroscópica

Tabela 1 - Primeira classificação

Causa	Movimentação Higroscópica
Direção	Horizontal
Abertura	0,4 mm / Fissura
Forma	Isolada
Atividade	Ativa

Dados: Fonte de pesquisa

Fissuração Típica de Movimentação Higroscópica. Thomaz (1989) afirma que a absorção da umidade causa o destacamento da argamassa, causando assim essa fissura. Classificada como ativa, como o observado na tabela 1, o tipo de fissura ilustrada na figura 3, estando de acordo com Duarte (1998), elas podem aumentar de espessura e tamanho com a variação de umidade. Ainda, de acordo com Oliveira (2012) a nomenclatura correta é fissura, para essa manifestação patológica e a direção e forma é mostrada na figura acima.

- Caso 2:

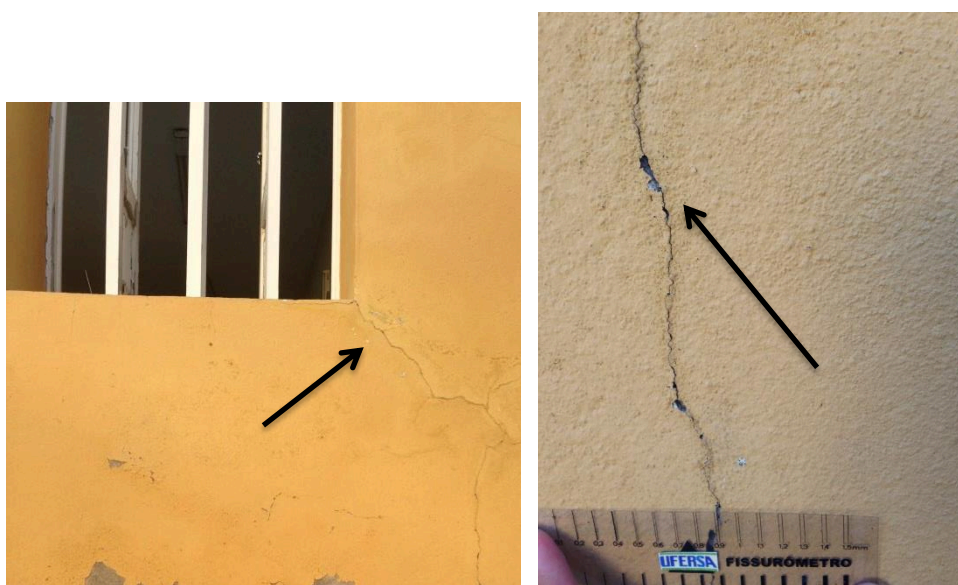


Figura 37 – Fissura por atuação de sobrecargas

Tabela 2 - Segunda classificação

Causa	Atuação de sobrecargas
Direção	Diagonal
Abertura	0,9 mm / Trinca
Forma	Isolada
Atividade	Inativa

Fonte: Dados de pesquisa

De acordo Thomaz (1989) as fissuras diagonais são típicas de atuação de sobrecargas, isso se dá em decorrência da falta de uma verga ou contraverga ou um subdimensionamento, haja vista que através das tensões presentes no contorno de vãos fazem surgir fissuras com essa orientação. A fissura observada na figura 37 é classificada como inativas, pois, Duarte (1998), afirma que essa manifestação quando tem essa causa, atuação de sobrecargas, não tende a aumentar sua espessura nem seu tamanho. Com ajuda do fissurômetro e da fundamentação teórica de Oliveira (2012) afirma que a nomenclatura correta para essa manifestação patológica é trinca. Ainda, a direção e forma são mostradas na figura acima.

- Caso 3 :

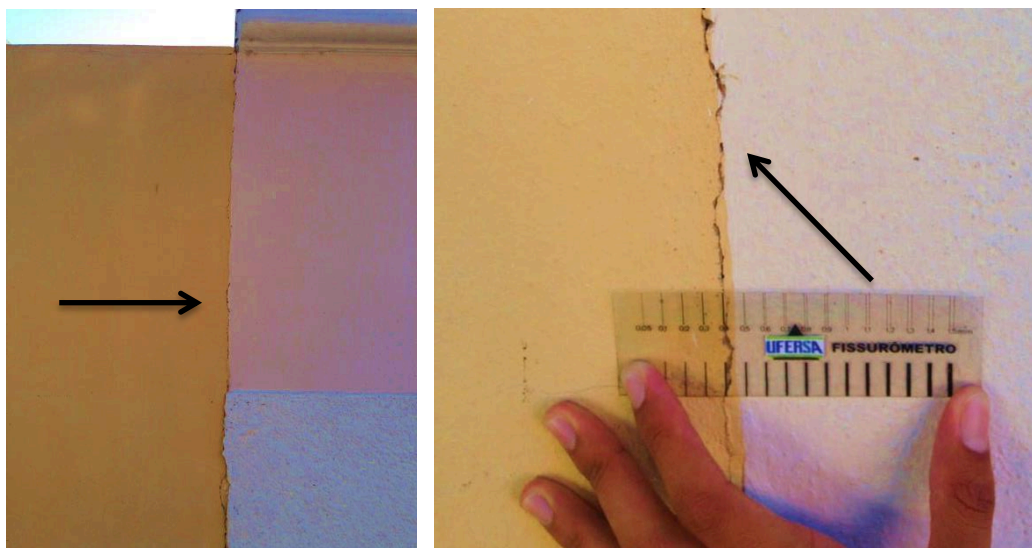


Figura 38 - Fissura causada por Detalhes construtivos

Tabela 3 - Terceira classificação

Causa	Detalhes construtivos
Direção	Vertical
Abertura	0,4 mm / Fissura
Forma	Isolada
Atividade	Ativa

Fonte: Dados de pesquisa

Corroborando com Magalhães (2004), pode-se afirmar que a causa da manifestação patológica apresentada na figura 38 é provavelmente detalhes construtivos. No mais, a ineficiência de amarração entre a parede do fórum e a casa ao lado, fez com que surgisse a fissura, pois outras causas, como: movimentação térmica, recalques, retração, também ajudam para esse acontecimento e sua propagação.

A direção e forma podem ser vista na figura 38 e verificado na tabela 3. Ainda, como o erro de amarração acontece de forma gradativa, ou seja, a parede pode se movimentar mais ao longo do tempo, com isso aumentando a abertura das fissuras. Ainda, pôde classificar essa manifestação como fissura, de acordo com Oliveira (2012).

- Caso 4:



Figura 39 – Fissuras causadas por retração

Tabela 4 - Quarta classificação

Causa	Retração
Direção	Vertical
Abertura	--
Forma	Isolada
Atividade	Ativa

Fonte: Dados de pesquisa

Dentre os sub-itens das fissuras causadas por retração, têm-se as fissuras causadas pela retração de paredes e muros e argamassa de revestimento, onde se pode perceber o tipo de fissuras ilustradas na figura 39. Copeland (1957) apud Magalhães (2004) afirma que o painel de alvenaria retrai causando o destacamento desses tijolos, causando fissuras. Classificada como ativa, como observado na tabela 4, essa fissuração pode aumentar a sua espessura, aumentando o destacamento dessa alvenaria. Apesar de estar classificada como sendo a retração o motivo de aparição dessa manifestação, vale ressaltar que a movimentação térmica também contribui para essa formação.

5.1.3.2 PAREDE 5

- Caso 1:

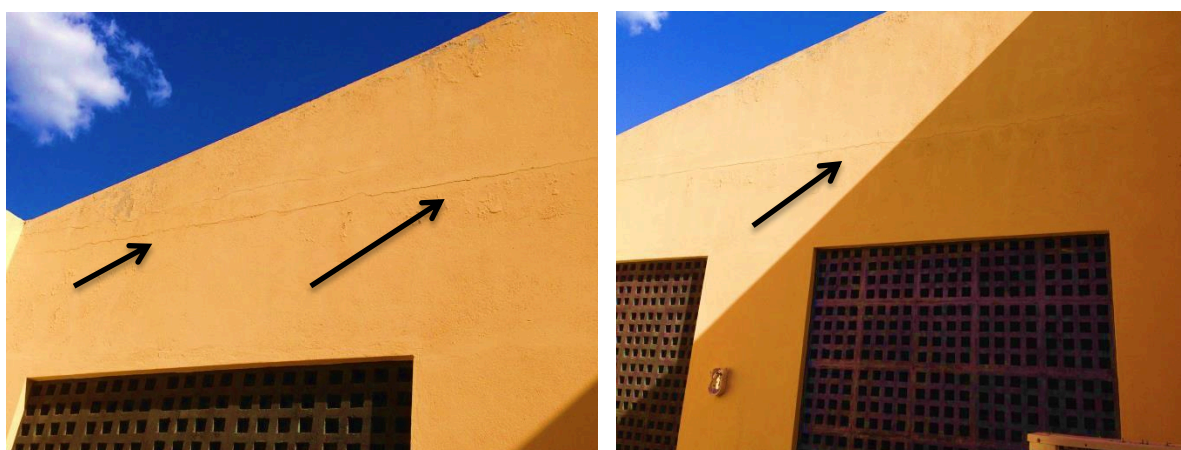


Figura 40 – Fissuras causadas por movimentação térmica

Tabela 5 - Quinta classificação

Causa	Movimentação Térmica
Direção	Horizontal
Abertura	--
Forma	Isolada
Atividade	Ativa

Fonte: Dados de pesquisa

Thomaz (1989) afirma que fissuras horizontais perto de lajes de cobertura são típicas de fissuração causadas por movimentação térmica das mesmas. Pode-se afirmar que tensões de cisalhamento são criadas e, assim, a laje tenda a movimenta-se, causando as fissuras horizontais, como observado na figura 40.

Dita como uma fissura ativa, as fissuras causadas por movimentação térmica tem essa característica, segundo Duarte (1998). No mais, a direção e a forma dessa manifestação podem ser observadas na figura 40 e na tabela 5 .

5.1.3.3 PAREDE 11

- Caso 1:

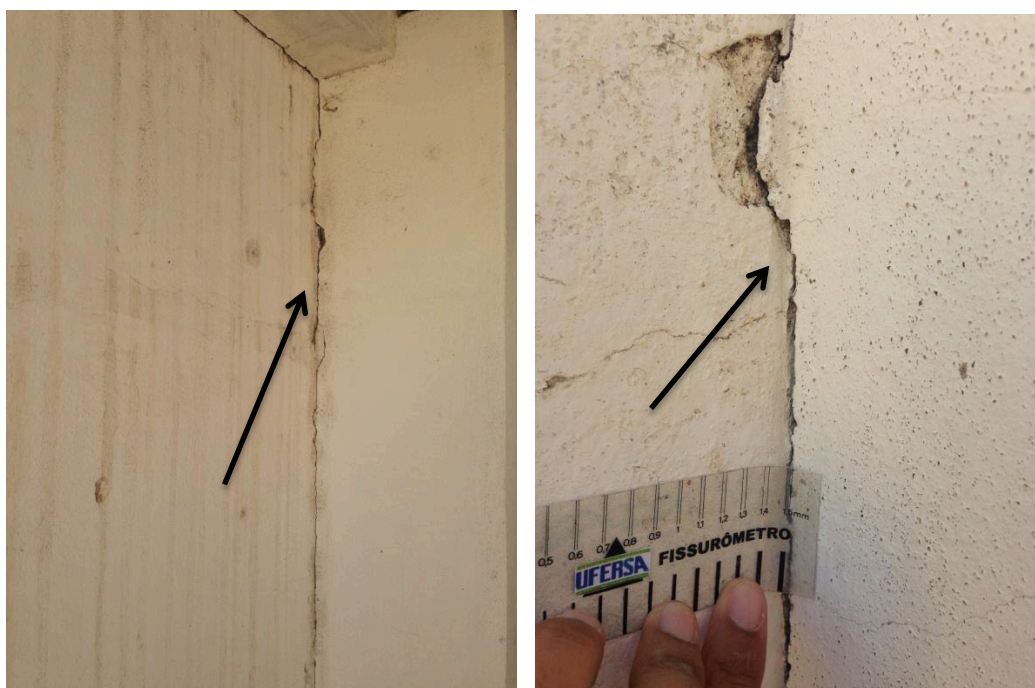


Figura 41 – Fissura causada por Detalhes construtivos

Tabela 6 - Sexta classificação

Causa	Detalhes construtivos
Direção	Vertical
Abertura	1,5 mm / Rachadura
Forma	Isolada
Atividade	Ativa

Fonte: Dados de pesquisa

A causa dessa manifestação patológica é detalhes construtivos. A falta de amarração entre tais elementos é evidente, sendo explicada, até mesmo, por alguns funcionários do prédio em estudo. Onde os mesmos afirmam que essa cobertura foi criada após o prédio está construído.

A direção e forma podem ser vista na figura 41 e na tabela 6. Neste caso, a movimentação térmica e/ou higroscópica desse novo elemento, pode ajudar a retrair ou expandi-la, fazendo com que a abertura da rachadura aumente, tornando essa rachadura ativa.

Estando de acordo com a escala proposta por Oliveira (2012), pode-se classificar essa abertura como rachadura.

- Caso 2:



Figura 42 – Fissuras causadas por recalque da fundação

Tabela 7 - Sétima classificação

Causa	Recalque da fundação
Direção	Verticais
Abertura	1,5 mm / Rachadura
Forma	Disseminadas
Atividade	Ativas

Fonte: Dados de pesquisa

A figura 42 ilustra uma fissuração típica de recalques de fundação. Com relação a esse tipo de manifestação patológica, Magalhães (2004) afirma: “têm como característica uma abertura maior junto ao solo”. Logo, pode-se comprovar essa citação na foto acima.

Ainda, classifica-se como fissura ativa porque a mesma pode aumentar de espessura com o aumento do recalque. A direção e forma podem ser vistas na figura 42 e na tabela 7.

Finalmente, essa manifestação tem abertura de 1,5 mm e de acordo com Oliveira (2012) é classificada como rachadura.

6 CONCLUSÃO

Na análise dos dados, foram apresentadas as distribuições das fissuras segundo sua causa, orientação, abertura e uma relação da mesma com o número de paredes naquela edificação. É válido ressaltar que foi constatada fissuras de todas as seis causas, sendo a maior incidência de fissuras a causada por movimentação higroscópica, com 38,24% do total.

A maior incidência de fissuração aconteceu na fachada (parede 1) com 18 ocorrências. Verifica-se que os fatores climáticos interferiram diretamente na incidência e causa das fissuras no fórum, já que a fachada de alvenarias é mais exposta a intempéries.

Sabendo, ainda, que o número de fissuras existentes naquela edificação é bastante considerável, pode-se contextualizar com Addleson (1982) apud Magalhães (2004) onde afirma que é quase improvável ser prevenidas as fissuras. Porém, a redução e o entendimento, por menor que seja dessa manifestação ajuda para a prevenção, e, conseqüentemente, para o não aparecimento das mesmas, onde sabe-se que esse problema interfere diretamente na vida das pessoas que vivem em edificações fissuradas.

Averiguou-se que boas partes das fissuras encontradas naquela edificação em estudo são, em síntese, superficiais. Sem demora, depreende-se que esse tipo de fissuras, na maioria das vezes, não envolvem graves problemas. Além do mais, destaca-se que apesar do grande número de incidência dessa manifestação patológica, existem paredes que não apresentam.

No caso do Fórum Municipal de Caraúbas - RN, prédio em estudo, tem que haver certa preocupação, com o mesmo, uma vez que, por ser um prédio público e acontecer um fluxo considerado de pessoas deve existir uma preocupação com a fissuração existente naquela edificação.

Conclui-se que o presente trabalho ajudou para a compreensão e consciência que o problema de fissuração pode causar e que, por fim, entende-se que um diagnóstico prévio e um tratamento certo para essa manifestação é de grande consideração.

REFERÊNCIAS

BAUER, R.J.F. Trincas. **Téchne**, v.1, n.5, p.6, jul./ago. 1993.

CICHINELLI, Gisele. **Verga e contraverga**. 2013. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/56/verga-e-contraverga-para-evitar-atuacao-de-cargas-sobre-276978-1.aspx>>. Acesso em: 02 jul. 2014.

CROCE, S. New technologies and new pathologies: the european experience. In: CROGRESSO LATINO-AMERICANO DE PATOLOGIA DA CONSTRUÇÃO (CONPAT), 8., 2003, Mérida. **Anais...** Mérida; ALCONPAT, v. 2, 2003.

DAL MOLIN, D. C. C. **Fissuras em estrutura de concreto**: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

DUARTE, R. B. **Fissuras em Alvenarias**: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação. Porto Alegre: CIENTEC, 1998 (Boletim técnico, 25)

FREITAS, Eduardo de. **Muralha da China**. 2012. Disponível em: <<http://www.brasile scola.com/china/muralha-china.htm>>. Acesso em: 30 maio 2014.

GUILHERME, Ana Tália Pinto. **RECOMENDAÇÕES PARA EXECUÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE ALVENARIA**. 2011. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2011.

LORDSLEEM JÚNIOR, Alberto Casado. **SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE FISSURAS DA ALVENARIA DE VEDAÇÃO: AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DEFORMAÇÃO**. 1997. 195 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

MAGALHÃES, Ernani Freitas de. **Fissuras em alvenaria : configurações típicas e levantamento de incidências no estado do rio grande do sul**. 2004. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MOLITERNO, A. **Caderno de estruturas em alvenarias e concreto simples**. São Paulo: Edgard Blucher, 1995.

OLIVARI, Giorgio . **PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES**. 95 f. Monografia - Curso de Engenharia Civil Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2003.

OLIVEIRA, Alexandre Magno de. **FISSURAS, TRINCAS E RACHADURAS CAUSADAS POR RECALQUE DIFERENCIAL DE FUNDAÇÕES**. 2012. 96 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

ROQUE, João Carlos Almendra. **REABILITAÇÃO ESTRUTURAL DE PAREDES ANTIGAS DE ALVENARIAS**. 2002. 352 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Portugal, 2002.

SANTOS, Altair. **Trincas, fissuras, fendas e rachaduras exigem cuidado**. 2013. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/trincas-fissuras-fendas-e-rachaduras-exigem-cuidado/>>. Acesso em: 08 jun. 2014.

SILVA, Byanna Calvacante da. **Investigação de manifestação patológicas em alvenarias de edifícios multipavimentos por meio de registros de assistência técnica**. 2013. 197 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Goiás, Goiânia, 2013.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das edificações**. Porto Alegre. 1991

TEXEIRA, André Casagrande. **PATOLOGIAS EM ALVENARIAS ESTRUTURAL**. 2011. 132 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2011.

THOMAZ, Ercio – **Trincas em Edifícios**: causas, prevenção e recuperação – 1 edição IPT/EPUSP/PINI – São Paulo, 1989.

VALLE, Juliana Borges de Senna. **PATOLOGIA DAS ALVENARIAS**: Causa / Diagnóstico / Previsibilidade. 2008. 81 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008

ANEXO PLANTA BAIXA DO FÓRUM

